

2021

Biodinâmica do movimento humano: respostas e adaptações orgânicas na saúde e no desempenho

Universidade Estadual do Norte do Paraná

OLIVEIRA, Raphael Gonçalves de; STABELINI NETO, Antonio (org.). Biodinâmica do movimento humano: respostas e adaptações orgânicas na saúde e no desempenho.

Cornélio Procópio: Editora UENP, 2021. 375 p.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/932>

Baixado de Repositório Institucional UENP

Raphael Gonçalves de Oliveira
Antonio Stabelini Neto
Organizadores

BIODINÂMICA DO MOVIMENTO HUMANO

Respostas e adaptações orgânicas
na saúde e no desempenho



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ

ADMINISTRAÇÃO CENTRAL

Me. Fátima Aparecida da Cruz Padoan – Reitora
Dr. Fabiano Gonçalves Costa – Vice-Reitor
Dra. Vanderléia da Silva Oliveira – Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação
Dr. Thiago Alves Valente – Diretor Geral da Editora UENP

EDITORA UENP

CONSELHO EDITORIAL

Conselho Pleno UENP

Dr. Ilton Garcia da Costa
Dr. Luiz Fabiano Zanatta
Dr. Marcio Luiz Carreri
Dra. Marilúcia dos Santos Domingos Striquer
Dra. Teresinha Esteves da Silveira Reis

Comissão Científico-Editorial

Ma. Danielle Rodrigues Evangelista (FMM)
Ma. Theda Manetta da Cunha Suter (FMJ)
Dr. Ilton Garcia da Costa (UENP)

EQUIPE EDITORIAL

Copidesque, revisão e normatização do texto

Equipe Executiva Editora UENP

Dr. Thiago Alves Valente – Diretor Geral
Dra. Annecy Tojeiro Giordani – Diretora de Produção
Dra. Diná Tereza de Brito – Revisora de Língua Portuguesa
Me. Priscila Aparecida Borges Ferreira Pires – Assistente Editorial

Tradução

Coordenadoria de Relações Internacionais (CRI)

Projeto Gráfico, Diagramação e Capa

Editora CJA LTDA

Raphael Gonçalves de Oliveira
Antonio Stabelini Neto
Organizadores

BIODINÂMICA DO MOVIMENTO HUMANO

Respostas e adaptações orgânicas
na saúde e no desempenho

Ficha catalográfica elaborada por Juliana Jacob de Andrade.
Bibliotecária da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP –
Campus Cornélio Procópio – PR.

B615 Biodinâmica do movimento humano: respostas e adaptações
orgânicas na saúde e no desempenho. / Oliveira, Raphael
Gonçalves de; Stabelini Neto, Antonio. (Organizadores) -
Cornélio Procópio: Editora UENP, 2021.

E-book disponível em: <https://uenp.edu.br/editora>
376 p. il. color.
ISBN: 978-65-87941-24-0

1. Biodinâmica . 2. Adaptações orgânicas . I. Título.

CDD 612.04

SUMÁRIO

9

APRESENTAÇÃO

25

PARTE I

ASPECTOS PREVENTIVOS E TERAPÊUTICOS DA ATIVIDADE FÍSICA NAS DOENÇAS CRÔNICAS

*Part I: Preventive and therapeutic aspects of physical activity
in chronic diseases*

27

DIMENSÕES PREVENTIVAS E TERAPÊUTICAS DA ATIVIDADE FÍSICA E DO EXERCÍCIO FÍSICO

Preventive and therapeutic dimensions of physical activity and exercise

Dartagnan Pinto Guedes

Carlos Eduardo de Araújo

Carlos Samuel Gomes de Araújo

55

DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E EXERCÍCIO FÍSICO

Non-transmissible chronic diseases and physical exercise

Lucas Lopes dos Reis

Rui Gonçalves Marques Elias

83

ATIVIDADE FÍSICA EM PESSOAS VIVENDO COM HIV/AIDS

Physical activity in people living with HIV/AIDS

Débora Alves Guariglia

Geisa Franco Rodrigues

Mariane Lamin Francisquinho

Pedro Gabriel Pito

107

ESTRATÉGIAS PARA CESSAÇÃO TABÁGICA: A ATIVIDADE FÍSICA COMO ALIADA NA MANUTENÇÃO DE ABSTINÊNCIA

Strategies for smoking cessation: physical activity as an ally in the maintenance of abstinence da abstinência

Mahara Proença

Karina Arielle da Silva Souza

Paolla de Oliveira Sanches

Júlia Lopes Pinheiro

Rafaela Maria de Souza

Caroline Pereira Santos

Fábio Antônio Néia Martini

Dionei Ramos

133

EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO CLÍNICO FUNCIONAIS: PRINCÍPIOS E PRÁTICAS APLICADAS À DOR MUSCULOESQUELÉTICA CRÔNICA

Functional and clinical stabilization exercises: principles and practices applied to chronic musculoskeletal pain

Fabício José Jassi

Vanessa Cristina Godoi de Paula

Otávio Henrique Borges Amaral

Giani Alves de Oliveira

Guilherme Luis Santana Luchesi

159

USO DA TECNOLOGIA E APPS DE SERIOUS GAME NA PREVENÇÃO AO SEDENTARISMO E À OBESIDADE EM CRIANÇAS

The use of technology and serious game apps in the prevention of children's sedentarism and obesity

Luciana da Silva Lirani

Matheus de Paula Bandeira e Silva

Caroline Coletti de Camargo

179

ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE MENTAL EM ADOLESCENTES

Physical activity and mental health in teenagers

Antonio Stabelini Neto

Jadson Márcio da Silva

Géssika Castilho dos Santos

Renan Camargo Corrêa

Maria Carolina Juvêncio Francisquini

Lorena Barreto Fonseca da Mata

Rodrigo de Oliveira Barbosa

211

PARTE II

**ASPECTOS FUNCIONAIS
E PSICOFISIOLÓGICOS ASSOCIADOS AO
DESEMPENHO HUMANO**

Part II: Psychophysiological and functional aspects associated with human performance

213

**O USO DA IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA NO
CONTEXTO ESPORTIVO**

The use of bioelectric impedance in sporting context

Ezequiel Moreira Gonçalves

Raquel David Langer

Núbia Maria de Oliveira

Aryanne Hydeko Fukuoka Bueno

239

SUPLEMENTOS ERGOGÊNICOS UTILIZADOS NO CICLISMO

Ergogenic supplement used in cycling

Anibal Pires do Amaral Neto

Eurico Lara de Campos Neto

Claudinei Ferreira dos Santos

269

**IMPACTO DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO
SOBRE ASPECTOS FUNCIONAIS RELACIONADOS AO
DESEMPENHO FÍSICO**

Impacts of photobiomodulation therapy on functional aspects related to physical performance

Andreo Fernando Aguiar

Ana Paula do Nascimento

291

**INTENSIDADE DOS ESFORÇOS NAS AULAS DE EDUCAÇÃO
FÍSICA ESCOLAR: APTIDÃO FÍSICA
E COMPETÊNCIA MOTORA**

Intensity of strains in physical education classes in schools: physical aptitude and motor competence

Carla Cristiane da Silva

Henrique Flore Cavenago

Gabriela de Oliveira

Thais Maria de Souza Silva

313

**EXERCÍCIOS DE PILATES NA APTIDÃO
CARDIORRESPIRATÓRIA E MUSCULOESQUELÉTICA**

Pilates exercises in cardiorespiratory and musculoskeletal aptitude

Raphael Gonçalves de Oliveira

Jorge Furtado de Campos Júnior

Alex Lopes dos Reis

Rafaela Almeida Gonçalves

339

**EXERCÍCIOS DE PILATES E INCONTINÊNCIA URINÁRIA
EM MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA**

Pilates exercises and urinary incontinence in women in postmenopause

Sabrina Gonzaga

Letícia Siqueira Oliveira

Laís Campos de Oliveira

365

SOBRE OS AUTORES

APRESENTAÇÃO

A presente coletânea, organizada pelos professores doutores Raphael Gonçalves de Oliveira e Antonio Stabelini Neto, intitula-se **Biodinâmica do movimento humano: respostas e adaptações orgânicas na saúde e no desempenho**. Editada pela Editora UENP e financiada pela Fundação Araucária, por meio do Convênio 097/2019-FA, insere-se na linha editorial “Programa de Publicações PROPG-Uenp”, com a finalidade de publicar obras (livros) em formato e-book e/ou impressas originadas em pesquisas realizadas em nível de pós-graduação *stricto sensu* dos programas da UENP.

Trata-se, portanto, de produção vinculada ao Programa de Mestrado Ciências do Movimento Humano, da Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, derivada de pesquisas realizadas pelos seus docentes, orientandos e convidados externos. Nesse sentido, apresenta textos que versam a respeito de investigações derivadas das duas linhas de pesquisa que o compõem: “Aspectos funcionais e psicofisiológicos associados ao desempenho humano” e “Aspectos preventivos e terapêuticos da atividade física nas doenças crônicas”.

O Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH, inserido na Área 21 da CAPES (Educação Física, Fisioterapia, Terapia Ocupacional e Fonoaudiologia), foi aprovado no ano de 2019 e iniciou suas atividades em agosto de 2020, a partir da colaboração entre docentes do curso de Educação Física e do curso de Fisioterapia do Centro de Ciências da Saúde da UENP, campus Jacarezinho. Na área de Educação Física, especificamente, a Área 21 reúne até este momento, de acordo com dados da Plataforma Sucupira,¹ 60 cursos, sendo que oito deles, somando-se

1 Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/quantitativos/quantitativoIes.jsf?jsessionid=ABuUCkdy6PlOrLF-EbBBaZLw.sucupira-208?areaAvaliacao=21&areaConhecimento=40900002>. Acesso em: 18 mar. 2022.

Mestrado e Doutorado, pertencem ao Estado do Paraná, distribuídos em Curitiba (UTFPR e UFPR), Londrina (UNOPAR/UEL), Maringá (UEM) e Jacarezinho (UENP).

Único programa na área de Saúde na Universidade, ele está organizado na área de concentração “Biodinâmica do Movimento Humano”, voltada ao estudo e à produção do conhecimento científico relacionado ao desempenho humano, bem como à prevenção e à reabilitação de doenças crônicas, a partir das práticas possibilitadas pelas Ciências do Movimento Humano. Volta-se para a formação de egressos de cursos de saúde, priorizando o desenvolvimento de recursos humanos com elevada capacidade técnico-científica no âmbito da prevenção e reabilitação de doenças crônicas, assim como no aprimoramento de diferentes situações relacionadas ao desempenho esportivo ou em tarefas do cotidiano. Até este momento, o PPGCMH está em fase de qualificação de suas primeiras dissertações, previstas para conclusão no segundo semestre de 2022, mantendo a oferta regular anual de dezoito vagas em seu processo seletivo, com cinco bolsas da CAPES disponíveis do Programa de Demanda Social.

O Programa, ainda jovem, demonstra grande potencial com expectativas positivas para a verticalização na oferta de um futuro Doutorado. Isso porque se a implantação do Mestrado no Norte Pioneiro Paranaense foi de extrema relevância para o desenvolvimento regional, pelo impacto que a UENP proporciona na região, o Doutorado será o caminho para sua consolidação na formação plena do profissional da área de Educação Física/Fisioterapia, oferecendo-lhe aspectos que aliam o perfil de produção acadêmica docente às necessidades regionais, com foco no conhecimento científico inovador.

Para divulgação dos textos, a coletânea está organizada em duas partes, Parte I: **Aspectos preventivos e terapêuticos da atividade física nas doenças crônicas**, com

sete capítulos, e Parte II: **Aspectos funcionais e psicofisiológicos associados ao desempenho humano**, com seis capítulos. A partir do título da obra e de sua organização anuncia-se, desse modo, a intenção de abordar temas relevantes para área em suas grandes frentes de atuação investigativa.

Com efeito, vemos no texto que abre a Parte I, **Dimensões preventivas e terapêuticas da atividade física e do exercício físico**, de autoria de Dartagnan Pinto Guedes, Carlos Eduardo de Araújo e Carlos Samuel Gomes de Araújo, a apresentação de questões relevantes sobre a prática habitual de atividade física, os programas de exercício físico e seus impactos sobre a capacidade funcional do indivíduo. Após significativa revisão de literatura, os autores concluem que o “[...] desafio é transportar o conhecimento científico disponível sobre o tema para o cotidiano dos profissionais de saúde, de forma que os portadores de DCNT possam usufruir dos benefícios da prática de exercício físico em seus programas de reabilitação” (p. 20).

Em **Doenças crônicas não transmissíveis e exercício físico**, Lucas Lopes dos Reis e Rui Gonçalves Marques Elias partem da análise do impacto das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) sobre a saúde mundial e discorrem sobre as relações das DCNT com desenvolvimento social e pobreza, tendo em conta as complexidades dessa vinculação. Nesse sentido, propõem a necessidade de serem priorizadas políticas integradas de prevenção e controle das DCNT, compreendendo-se a etiologia de cada doença e possíveis tratamentos.

Débora Alves Guariglia, Geisa Franco Rodrigues, Mariane Lamin Francisquinho e Pedro Gabriel Pito propõem, em **Atividade física em pessoas vivendo com HIV/AIDS**, apresentar “[...] informações sobre: 1) o vírus e o desenvolvimento da aids; 2) efetividade do tratamento e seus efeitos adversos; 3) benefícios da atividade física como

coadjuvante ao tratamento dessa população; 4) barreiras e facilitadores de atividade física presentes nessa população” (p.42). Na sequência, sob o título **Estratégias para cessação tabágica: a atividade física como aliada na manutenção de abstinência**, Mahara Proença, Karina Arielle da Silva Souza, Paolla de Oliveira Sanches, Júlia Lopes Pinheiro, Rafaela Maria de Souza, Caroline Pereira Santos, Fábio Antônio Néia Martini e Dionei Ramos abordam sobre o tabagismo para apresentarem uma revisão sistemática, considerando o impacto negativo na qualidade de vida tanto de tabagistas quanto de fumantes passivos, dado o desenvolvimento de doenças respiratórias crônicas, doenças cardiovasculares e vários tipos de câncer. Para tanto, discorrem sobre o perfil do tabagista e suas deficiências, estratégias de cessação e atividade física. Concluem que “[...] é importante ressaltar que o incentivo à prática regular de atividade física pode ser facilitador para a manutenção de abstinência durante o processo de cessação do uso do cigarro” (p.70).

Abordando o tópico expresso no título **Exercícios de estabilização clínico funcionais: princípios e práticas aplicadas à dor musculoesquelética crônica** Fabrício José Jassi, Vanessa Cristina Godoi de Paula, Otávio Henrique Borges Amaral, Giani Alves de Oliveira e Guilherme Luis Santana Luchesi afirmam que muitas pessoas são acometidas por dores crônicas o que ocasiona grandes problemas públicos de saúde. Nesse sentido, os autores investigam estratégias que possam educar o paciente em relação a sua dor a partir de modelos biomédicos ou modelos educativos. Para os investigadores, os educativos apresentam bons resultados em quadro de dores crônicas, pois eles “[...] têm os seus resultados potencializados se acrescidos de modalidades de tratamentos físicos, em uma abordagem multimodal” (p. 78). Assim, para abordar as modalidades, destacam aqueles exercícios

ligados à “resistência e força, cardiorrespiratórios, de estabilização com abordagem funcional e de integração sensorial” (p. 79), explorando os subsistemas de estabilização articular, o corporal, de integração sensorial e de capacidades físicas treináveis, finalizando com a apresentação dos princípios do treinamento de estabilização, método Jassi de Estabilização Clínico e Funcional.

No capítulo seis, **Uso da tecnologia e apps de serious game na prevenção ao sedentarismo e à obesidade em crianças**, Luciana da Silva Lirani, Matheus de Paula Bandeira e Silva e Caroline Coletti de Camargo afirmam, após refletirem sobre aspectos relevantes, que os “[...] *serious games* demonstram efeitos positivos no nível de atividade física, comportamento sedentário e obesidade infantil devido a seus recursos tecnológicos e à facilidade do uso por meio da linguagem interativa” (p. 103). Encerrando a primeira parte, com o título **Atividade física e saúde mental em adolescentes**, Antonio, Stabelini Neto, Jadson Márcio da Silva, Géssika Castilho dos Santos, Renan Camargo Corrêa, Maria Carolina Juvêncio Francisquini, Lorena Barreto Fonseca da Mata e Rodrigo de Oliveira Barbosa apresentam “[...] informações sobre as inter-relações entre a prática de atividade física e a saúde mental, bem como mecanismos envolvidos na melhora dos indicadores de saúde mental em virtude da prática regular de atividade física em adolescentes” (p. 108).

Abrindo os capítulos que compõem a Parte II, o texto **O uso da impedância bioelétrica no contexto esportivo**, Ezequiel Moreira Gonçalves, Raquel David Langer, Núbia Maria de Oliveira, Aryanne Hydeko Fukuoka Bueno, registra que “O uso da BIA pode ser uma ferramenta importante para o monitoramento de diversos parâmetros em atletas, esses parâmetros e sua aplicação no contexto esportivo serão discutidos de forma mais detalhada neste capítulo” (p. 132).

Em **Suplementos ergogênicos utilizados no ciclismo**, Anibal Pires do Amaral Neto, Eurico Lara de Campos Neto e Claudinei Ferreira dos Santos oferecem importante contribuição para o campo ao objetivarem abordar “[...] os principais recursos ergogênicos utilizados por ciclistas e seu real efeito no desempenho físico” (p.150), concluindo que “[...] alguns [suplementos] não contam com um respaldo científico que garantam sua efetividade, particularmente devido à grande variedade de modalidades esportivas e protocolos de suplementação empregados”.

Com o capítulo intitulado **Impacto da terapia de fotobiomodulação sobre aspectos funcionais relacionados ao desempenho físico**, Andreo Fernando Aguiar e Ana Paula do Nascimento discorrem sobre a FBM alegando que muitos dos estudos publicados até o momento são inconclusivos, não havendo consenso sobre alguns parâmetros utilizados para avaliar a performance, por exemplo. Por isso, os autores recomendam “[...] que a terapia de FBM seja utilizada com cautela no cenário real do desempenho físico e que novos estudos sejam realizados para confirmar a sua real eficácia antes de considerá-la como potencial estratégia ergogênica” (p. 177).

Carla Cristiane da Silva, Henrique Flore Cavenago, Gabriela de Oliveira, Thais Maria de Souza Silva, em **Intensidade dos esforços nas aulas de educação física escolar: aptidão física e competência motora**, propõem “[...] mostrar, a partir de uma revisão narrativa da literatura, a relação entre intensidade das aulas de EF escolar e suas repercussões na aptidão física e competência motora de escolares (p. 185)”. Como resultado indicam que “[...] é urgente e relevante que estudos futuros sejam direcionados para diferentes métodos de intervenção durante as aulas de EF e/ou durante o período escolar global” (p.191).

Em seguida, considerando a popularização dos exercícios de Pilates em todo o mundo, os autores Raphael Gonçalves de Oliveira, Jorge Furtado de Campos Júnior, Alex Lopes dos Reis e Rafaela Almeida Gonçalves, sob o título **Exercícios de Pilates na aptidão cardiorrespiratória e musculoesquelética**, analisam “[...] desfechos ligados aos seguintes componentes da aptidão física: aptidão cardiorrespiratória (ACR) e aptidão musculoesquelética” (p.197). O que os autores apresentam é o estado da arte sobre o tema para “[...] indicar possibilidades metodológicas para estudos futuros, [...] levando em consideração o que a literatura já evidenciou sobre o assunto, assim como recentes investigações do Grupo de Pesquisa em Aptidão Física Relacionada à Saúde e ao Desempenho Humano, ligado ao Programa” (p.197-8).

Por fim, ainda a partir das investigações sobre Pilates, o capítulo 13, intitulado **Exercícios de Pilates e incontinência urinária em mulheres na pós-menopausa**, de autoria de Sabrina Gonzaga, Letícia Siqueira Oliveira e Laís Campos de Oliveira, aborda a seguinte questão: “Mulheres na pós-menopausa com incontinência urinária podem ser tratadas utilizando exercícios de Pilates?” (p.215). As autoras consideram a necessidade de mais ensaios clínicos tendo em conta que há lacunas na literatura sobre o assunto, “[...] poucos estudos voltados especificamente para mulheres na pós-menopausa, a contradição dos estudos existentes e as sugestões dos pesquisadores” consultados (p. 221).

Finalmente, cabe salientar que esta obra reúne uma diversidade de estudos, não apenas pelas linhas de investigação, mas, também, porque congrega textos acadêmicos de estudiosos da área de Fisioterapia e de Educação Física, envolvidos com o Programa. Nesse sentido, em nome da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, convidamos à leitura desta obra, propondo que ela seja compreendida como um

meio para se conhecer as pesquisas inseridas no âmbito do PPGCMH/UENP e, ao mesmo tempo, como oportunidade de comprovar os resultados da articulação entre seus docentes e alunos. Certamente, tal relação contribui para ampliar o campo investigativo da área de Educação Física e Fisioterapia e seus impactos sobre a formação de profissionais comprometidos com o desenvolvimento humano.

Que seja a primeira de outras coletâneas!

Jacarezinho, março de 2022.

Vanderléia da Silva Oliveira

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

PRESENTATION

The present collection, organized by professors Dr. Raphael Gonçalves de Oliveira and Dr. Antonio Stabelini Neto, is named Biodynamic of human movement: organic responses and adaptation in health and performance. Edited by UENP Publishing House and financed by Araucária Foundation for Support to Scientific and Technological Development of the State of Paraná, through the grant agreement 097/2019-FA, integrates the editorial line “PROPG-UENP Program of Publications”, aiming at the publication of works (books), in e-book and/or printed format, originated from studies conducted in *stricto sensu* post-graduation level programs from UENP.

It is, therefore, a production linked to the Master's Program in Human Movement Sciences, from the State University of Northern Paraná - UENP (in Portuguese), derived from research carried out by its professors, advisees and external guests. In this sense, it presents texts that deal with investigations derived from the two lines of research that compose it: “Functional and psychophysiological aspects associated with human performance” and “Preventive and therapeutic aspects of physical activity in chronic diseases”.

The Graduate Program in Human Movement Sciences - PPGCMH (in Portuguese), inserted in Area 21 of CAPES (Physical Education, Physiotherapy, Occupational Therapy and Speech Therapy), was approved in 2019 and started its activities in August 2020, from collaboration between professors of the Physical Education course and the Physical Therapy course of the Health Sciences Center of UENP, Jacarezinho campus. In the area of Physical Education, specifically, Area 21 has so far, according to data from the Sucupira Platform, 60 courses, eight of which, including Masters and Doctorates, belong to the State of Paraná, distributed in Curitiba (UTFPR

and UFPR), Londrina (UNOPAR/UEL), Maringá (UEM) and Jacarezinho (UENP).

The only program in the area of Health at the University, it is organized in the area of concentration “Biodynamics of Human Movement”, focused on the study and production of scientific knowledge related to human performance, as well as the prevention and rehabilitation of chronic diseases, based on the practices made possible by the Sciences of Human Movement. It focuses on the training of graduates of health courses, prioritizing the development of human resources with high technical-scientific capacity in the scope of prevention and rehabilitation of chronic diseases, as well as in the improvement of different situations related to sports performance or in tasks of the daily. So far, PPGCMH is in the qualification phase of its first dissertations, scheduled for completion in the second half of 2022, maintaining the regular annual offer of eighteen vacancies in its selection process, with five CAPES scholarships available from the Social Demand Program.

The program, still young, demonstrates great potential and positive expectations for the verticalization in the offering of a future Doctoral program. This is because, if the implementation of the Masters program in the pioneer North of Paraná was of extremely relevance for its regional development, due to the impact of UENP on the region, the Doctoral program will be the way for its consolidation in the full development of the professionals in the area of Physical Education/Physiotherapy, offering them aspects that ally the profile of academic and teaching production to the regional needs, focusing on innovative scientific knowledge.

For the presentation of the texts, the collection is organized in two parts, Part I: Preventive and therapeutic aspects of physical activity in chronic diseases, composed of seven chapters, and Part II: Psychophysiological and functional

aspects associated with human performance, composed of six chapters. Starting from the title of the book and from its organization, it is announced, in this way, the intention of approaching relevant themes for the area in its great fronts of research practice.

To this effect, we see in the text that opens Part I, **Preventive and therapeutic dimensions of physical activity and of physical exercise**, by Dartagnan Pinto Guedes, Carlos Eduardo de Araújo and Carlos Samuel Gomes de Araújo, the presentation of significant issues about the regular practice of physical activity, the programs of physical exercise and their impacts on the functional capacity of the individual. After meaningful review of literature, the authors conclude that the “[...] challenge is to transfer the scientific knowledge available about the theme to the quotidian of health professionals, so that people affected by any NTCD can benefit from the practice of physical exercise in their rehabilitation programs” (p. 20).

In **Non-transmissible chronic diseases and physical exercise**, Lucas Lopes dos Reis and Rui Gonçalves Marques Elias start from the analysis of the impacts of non-transmissible chronic diseases (NTCD) on world health and discuss the relation between NTCD and social development and poverty, considering the complexities of this entailment. In this sense, they posit the necessity of integrated policies of prevention and control of NTCD to be prioritized, comprehending the etiology of each disease and possible treatments.

Débora Alves Guariglia, Geisa Franco Rodrigues, Mariane Lamin Francisquinho and Pedro Gabriel Pito, in **Physical activity in people living with HIV/AIDS**, aim at presenting “[...] information about: 1) the virus and development of aids; 2) effectivity of the treatment and its side effects; 3) benefits of physical activity in supporting the treatment of this population; 4) barriers and facilitators of physical

activity present in this population” (p. 42). In the sequence, under the title **Strategies for smoking cessation: physical activity as an ally in the maintenance of abstinence**, Mahara Proença, Karina Arielle da Silva Souza, Paolla de Oliveira Sanches, Júlia Lopes Pinheiro, Rafaela Maria de Souza, Caroline Pereira Santos, Fábio Antônio Néia Martini and Dionei Ramos approach the tobacco smoking to present a systematic review, considering the negative impacts on the quality of life of both active and passive tobacco smokers, given the development of chronic respiratory diseases, cardiovascular diseases and various types of cancer. For this purpose, they discuss the profile of the smoker and his/her deficiencies, cessation strategies and physical activity. They conclude that “[...] it is important to highlight that the incentive to regular physical activity practice can be a facilitator for the maintenance of abstinence during the smoking cessation process” (p. 70)

Approaching the topic presented in the title **Functional and clinical stabilization exercises: principles and practices applied to chronic musculoskeletal pain**, Fabrício José Jassi, Vanessa Cristina Godoi de Paula, Otávio Henrique Borges Amaral, Giani Alves de Oliveira and Guilherme Luis Santana Luchesi affirm that many people are stricken with chronic pain, what causes great problems for public health. In this respect, the authors investigate strategies that can educate the patient in relation to his/her pain, based on biomedical or educational models. For the researchers, the educational ones present good results in chronic pain, because they “[...] have their results potentiated if accompanied by physical treatment modalities, in a multimodal approach” (p. 78). Then, to approach the modalities, they highlight those exercises connected with “resistance and strength, cardiorespiratory, of stabilization with functional approach and

of sensorial integration” (p. 79), exploring the subsystems of joint stabilization, corporal, of sensorial integration and of trainable physical capacities, concluding with the presentation of the principles of stabilization training, Jassi’s method of Clinical and Functional Stabilization.

In chapter six, **The use of technology and serious game apps in the prevention of children’s sedentarism and obesity**, Luciana da Silva Lirani, Matheus de Paula Bandeira e Silva and Caroline Coletti de Camargo affirm, after reflecting on important aspects, that the “[...] *serious games* demonstrate positive effects on the level of physical activity, sedentary behavior, and child obesity, due to their technological resources and facility of use through interactive language” (p. 103). Concluding the first part, in the chapter **Physical activity and mental health in teenagers**, Antonio Stabelini Neto, Jadson Márcio da Silva, Géssika Castilho dos Santos, Renan Camargo Corrêa Maria Carolina Juvêncio Francisquini Lorena Barreto Fonseca da Mata and Rodrigo de Oliveira Barbosa present “[...] information about the interrelationship between the practice of physical activity and mental health, as well as mechanisms involved in the improvement of mental health indicators resulted from regular practice of physical activities in teenagers” (p. 108)

Opening the chapters that compose Part II, in the text **The use of bioelectric impedance in sporting context**, Ezequiel Moreira Gonçalves, Raquel David Langer, Núbia Maria de Oliveira, Aryanne Hydeko Fukuoka Bueno register that “The use of BIA can be an important tool for the monitoring of several parameters in athletes, and these parameters and their application will be discussed in more details in this chapter” (p. 132). In **Ergogenic supplement used in cycling**, Anibal Pires do Amaral Neto, Eurico Lara de Campos and Claudinei Ferreira dos Santos offer important contribution

to the field by aiming to approach “[...] the main ergogenic resources used by cyclists and their real effect on physical development” (p. 150), concluding that “[...] some [supplements] do not have scientific support that guarantees their effectiveness, particularly due to the great varieties of sporting modalities and protocols of supplementation implemented”.

In the chapter **Impacts of photobiomodulation therapy on functional aspects related to physical performance**, Andreo Fernando Aguiar and Ana Paula do Nascimento discuss about the PBM, claiming that many of the studies that have been produced until now are inclusive, without consensus about some parameters used to evaluate performance, for example. For this reason, the authors recommend “[...] that the PBM therapy be used cautiously in the real scenarios of physical performance and that new studies are conducted to confirm its real efficacy before considering it as potential ergogenic strategy” (p. 177).

Carla Cristiane da Silva, Henrique Flore Cavenago, Gabriela de Oliveira, Thais Maria de Souza Silva, in **Intensity of strains in physical education classes in schools: physical aptitude and motor competence**, propose “to show, starting from a literature review, the relationship between intensity of school physical education classes and its repercussions on students’ physical aptitude and motor competence (p. 185)”. As a result, they indicate that “[...] it is urgent and relevant that future studies are directed to different methods of intervention during the physical education classes and/or during the global school period” (p. 191).

Next, considering the popularization of pilates exercises around the world, the authors Raphael Gonçalves de Oliveira, Jorge Furtado de Campos Júnior, Alex Lopes dos Reis and Rafaela Almeida Gonçalves, in the chapter **Pilates exercises in cardiorespiratory and musculoskeletal aptitude**,

analyze “[...] outcomes linked to the following physical aptitude components: cardiorespiratory aptitude (CRA) and musculoskeletal aptitude” (p. 197). What the authors present is the state-of-the-art about the theme “[...] to indicate methodological possibilities for future studies, [...] taking into consideration what the literature has already highlighted about the subject, as well as recent investigations conducted by the Research Group in Physical Aptitude Related to Health and to Human Performance, linked to the Program” (p. 197-8)

Finally, still related to studies about Pilates, the chapter 13, titled **Pilates exercises and urinary incontinence in women in postmenopause**, by Sabrina Gonzaga, Letícia Siqueira Oliveira and Laís Campos de Oliveira, approaches the following question: “Can women in postmenopause with urinary incontinence be treated through the use of Pilates exercises?” (p. 215). The authors consider the necessity of more clinical trials, since there are gaps in the literature on the theme, “[...] few studies directed specifically to women in postmenopause, contradictions in the existing studies and the researchers’ suggestions” consulted (p. 221).

To conclude, it is worth to highlight that this book brings together a variety of studies, not only related through the lines of investigations, but also, because it reunites academic texts produced by scholars from the areas of Physiotherapy and of Physical Education, involved with the Program. In this sense, on behalf of the Pro-Rectorate for Research and Graduate Studies, we invite everyone to read this work, proposing that it is comprehended as a way of becoming familiar with the research produced within the Graduate Program in Human Movement Sciences (PPGCMH/UENP) and, at the same time, as an opportunity to evidence the results of the articulation between the professors and students from the Program. Certainly, this relationship contributes to expanding the research

field of the Physical Education and Physiotherapy areas and their impacts on the education of professionals committed to human development.

We wish this is the first of many other collections!

Graduate Program in Human Movement Sciences
(PPGCMH/UENP)

Jacarezinho, March 2022.

Vanderléia da Silva Oliveira
Dean of Research and Graduation

PARTE I
ASPECTOS PREVENTIVOS
E TERAPÊUTICOS DA ATIVIDADE
FÍSICA NAS DOENÇAS CRÔNICAS

*Part I: Preventive and therapeutic aspects of
physical activity in chronic diseases*

DIMENSÕES PREVENTIVAS E TERAPÊUTICAS DA ATIVIDADE FÍSICA E DO EXERCÍCIO FÍSICO

*Preventive and therapeutic dimensions
of physical activity and exercise*

Dartagnan Pinto Guedes

Carlos Eduardo de Araújo

Carlos Samuel Gomes de Araújo

A busca por informações sobre as implicações biológicas, psicológicas e culturais que envolvem a atividade física e o exercício físico vem se constituindo, nas últimas décadas, em uma das principais preocupações dos especialistas na área de saúde pública. Esse interesse se justifica pelo fato de que a prática habitual de atividade física e os programas de exercício físico, desde que adequadamente orientados e prescritos, podem desempenhar importante papel no aprimoramento e na preservação da capacidade funcional do indivíduo, por consequência, repercutir positivamente em sua saúde.

A ausência de prática adequada de esforço físico está diretamente associada à ocorrência de uma série de distúrbios orgânicos, comumente denominados de distúrbios hipocinéticos, que contribuem decisivamente para o aparecimento e o desenvolvimento das chamadas doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT), (PEDERSEN; SALTIN, 2015). Nesse particular, a classificação das DCNT inclui doenças cardiovasculares, metabólicas, respiratórias, musculoesqueléticas, oncológicas, neurodegenerativas e mentais.

Muito similar ao que ocorre em países considerados de primeiro mundo, no Brasil, as DCNT têm representado a primeira causa de morbidade e mortalidade na população adulta, superando com larga vantagem os demais tipos de doenças. Como ilustração desse fato, o Ministério da Saúde (MS)

apresenta estatística que revela ter sido de 40% o índice de mortalidade de indivíduos com mais de 45 anos por doenças do aparelho cardiovascular, em 2010. Essas mesmas doenças causam por volta de 15% das mortes na faixa etária de 15 a 44 anos, atingindo precocemente indivíduos em plena fase produtiva. Além disso, estima-se que no Brasil 15% das pessoas com mais de 20 anos são hipertensas, 7,6% são diabéticas e 32% apresentam algum grau de excesso de peso corporal (REZENDE *et al.*, 2015).

Para alguns estudiosos, a maior incidência de DCNT observada nos últimos anos tem muito a ver com o estilo de vida cada vez mais sedentário e com menor prática de atividade física e de exercício físico, o que acarreta importante redução da demanda energética na sociedade moderna [3]. A maior mecanização do trabalho e a introdução da robótica e da informática no controle dos sistemas têm reduzido a necessidade do homem moderno de se expor a esforço físico de algum significado a fim de realizar suas tarefas profissionais. O hábito de assistir à televisão por várias horas ao dia, associado aos inúmeros dispositivos que facilitam a execução dos afazeres domésticos, tem limitado ao extremo a realização de movimentos em casa. A necessidade de locomoção atualmente é atendida por eficiente sistema de transporte, em que a demanda energética é minimizada para a maioria das pessoas. A difusão de atividades de lazer que envolve prioritariamente diversões eletrônicas e as intensas campanhas publicitárias de estímulo à ocupação do tempo livre com atividades sedentárias são fatores contribuintes para o abandono de práticas lúdicas que exigem esforço físico mais intenso.

Com isso, por incrível que possa parecer, cria-se uma situação paradoxal, ou seja, as facilidades criadas com a modernização voltada à melhoria da qualidade de vida têm levado a população em geral a conviver com forte tendência

à hipocinesia e a absorver, dessa forma, todo o impacto negativo à saúde pelo sedentarismo e pela prática insuficiente de atividade física, o que, por sua vez, favorece o aparecimento e o desenvolvimento de distúrbios crônico-degenerativos que dificultam buscar essa mesma melhoria da qualidade de vida.

Se, por um lado, nos dias atuais, o interesse pelos espetáculos esportivos de rendimento tornou-se cada vez mais exacerbado, provavelmente na busca de notoriedade e de vantagens econômicas, por outro, a sociedade contemporânea demonstra dificuldade de se conscientizar da necessidade da prática efetiva de atividade física e de exercício físico.

O papel intervencionista da atividade física e do exercício físico relacionado à saúde pode ser interpretado de acordo com suas dimensões preventivas e terapêuticas. Na dimensão preventiva, o esforço físico é prescrito e orientado com a finalidade de promover adaptações fisiológicas que venham a diminuir a probabilidade de ocorrerem distúrbios orgânicos capazes de levar ao aparecimento de disfunções crônico-degenerativas.

Na dimensão terapêutica a atividade física e o exercício físico apresentam dois objetivos básicos: atenuar eventuais distúrbios e incapacidades orgânicas que possam contribuir para o aparecimento de disfunções crônico-degenerativas; e promover melhorias das funções afetadas e dificultar o surgimento de novas complicações que podem comprometer indivíduos portadores de DCNT já clinicamente manifestadas, na tentativa de reverter o quadro patológico.

Desse modo, em geral, três categorias de indivíduos podem se distinguir no que se refere à prática de atividade física e de exercício físico. Em um extremo se encontram aqueles considerados aparentemente saudáveis; noutro aqueles que são portadores de DCNT clinicamente manifestadas, e, em uma posição intermediária, aqueles que apresentam

fatores de risco predisponentes que podem, na sequência, contribuir para o aparecimento das DCNT. Assim, fica claro que, no primeiro caso, a atividade física e o exercício físico deverão assumir postura preventiva, enquanto nas outras duas situações a atividade física e o exercício físico deverão visar à ação terapêutica.

Ações preventivas da atividade física e do exercício físico

Nos últimos anos, tem surgido grande quantidade de evidências que associam o comportamento sedentário e a prática insuficiente de atividade física ao aparecimento e ao desenvolvimento de diversos distúrbios crônico-degenerativos que são, muitas vezes, a causa principal de limitações e incapacidades importantes capazes de comprometer melhor qualidade de vida. Nesse sentido, as evidências mais claras que apontam relação de causa e efeito são identificadas nas doenças cardiovasculares, metabólicas, respiratórias, oncológicas, entre outras (PEDERSEN; SALTIN, 2015). Menores riscos de morte prematura e aumento da longevidade também podem acompanhar estilos de vida fisicamente ativo (AREM *et al.*, 2015).

Estudos que procuram estabelecer associações entre nível de prática de atividade física e morbidade/mortalidade relacionada às doenças cardiovasculares tiveram origem na Inglaterra. Como pioneiros nessa linha de pesquisa nos anos 1950, epidemiologistas britânicos procuraram acompanhar prospectivamente por volta de 100 mil funcionários dos serviços de correio e de transporte coletivo na cidade de Londres (MORRIS *et al.*, 1953).

O delineamento do estudo envolveu comparações referentes à incidência e ao grau de severidade de doenças cardiovasculares entre carteiros que desempenhavam função de

entrega de correspondência e, por isso, deviam, obrigatoriamente, apresentar maiores níveis de prática de atividade física no trabalho pela necessidade de caminhar longas distâncias, em contraste com aqueles funcionários que desempenhavam funções burocráticas. Com relação aos funcionários dos serviços de transporte coletivo, comparações foram realizadas entre cobradores, que se movimentavam entre os dois andares dos ônibus londrinos recolhendo bilhetes dos passageiros, e motoristas, que permaneciam sentados dirigindo os veículos ao longo de todo o período de trabalho.

Resultados dos estudos indicaram diferenças significativas na morbidade/mortalidade provocada por doenças cardiovasculares entre os grupos. Aqueles funcionários que necessitavam ser mais ativos no trabalho demonstravam também maior aptidão física e, concomitantemente, menor incidência de doenças cardiovasculares do que os funcionários menos ativos. Apesar de limitações metodológicas importantes observadas no delineamento desses estudos (não houve preocupação em controlar outras variáveis associadas às doenças cardiovasculares, por exemplo, peso corporal, hábitos alimentares, uso de tabaco e hereditariedade), justificáveis em razão da sua menor experiência nas décadas de 1950 e 1960, em estudos epidemiológicos, a partir de então, passou-se a admitir a hipótese de que níveis mais elevados de atividade física ocupacional podem inibir o aparecimento de doenças cardiovasculares, e, quando eventualmente venham a surgir, os mais ativos comparativamente aos que desempenham funções laborais que exigem menor nível de atividade física são afetados com menor gravidade.

Na sequência, vários outros estudos, com delineamentos mais aprimorados, reforçaram a associação entre atividade física ocupacional e menor incidência de doenças cardiovasculares. Entre os mais importantes, destaca-se estudo realizado

com estivadores do Porto de São Francisco – Estados Unidos, por tornar possível classificar os trabalhadores em diferentes grupos de acordo com a prática de atividade física exigida na sua função laboral (PAFFENBARGER *et al.*, 1975). Dentre os achados mais importantes observados no estudo, enfatiza-se que os riscos relativos predisponentes às doenças cardiovasculares foram mais significativos entre trabalhadores que desempenhavam suas funções sentados. Entre aqueles trabalhados cuja atividade laboral exigiam níveis elevados e moderados de esforço físico não se observou diferenças quanto aos riscos de doenças cardiovasculares. Em vista disso, iniciou-se discussão com o objetivo de verificar se a prática de atividade física que envolve esforço físico de moderada a elevada intensidade pode oferecer proteção de idêntica magnitude contra o aparecimento e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Estudos que envolvem opções de ocupação de tempo livre também confirmam as associações significativas entre atividade física e doenças cardiovasculares. Nesses casos, mede-se a quantidade de tempo dedicada semanalmente à prática de atividade física mais intensa durante o tempo livre. Os delineamentos empregados nesses estudos são mais sofisticados e seguros que os utilizados nos estudos anteriores relacionados à atividade física ocupacional. Nesse aspecto, o mais comum é classificar os sujeitos do estudo de acordo com a intensidade da atividade física em distribuição de quartis, comparando-se o grupo de elevada intensidade com o de intensidade baixa e moderada.

Analisando-se os resultados encontrados nesses estudos, nota-se ser possível inferir que a prática de atividade física no tempo livre torna-se importante fator de proteção contra o aparecimento e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Evidências mais convincentes são obtidas avaliando-se indivíduos que praticam atividade física mais

intensa no tempo livre, ao menos duas horas semanais, em comparação com aqueles que desfrutam seu tempo livre sentados. Nessa condição, a probabilidade dos indivíduos que permanecem sentados, durante o tempo livre, apresentarem infarto de miocárdio é duas vezes maior se comparados com aqueles que são mais ativos, independentemente de estarem sujeitos a qualquer outro fator de risco. Verificou-se, também, que o risco de morte por eventos cardiovasculares é 70% maior entre aqueles indivíduos que declararam não estar envolvidos em atividade física de intensidade moderada no tempo livre.

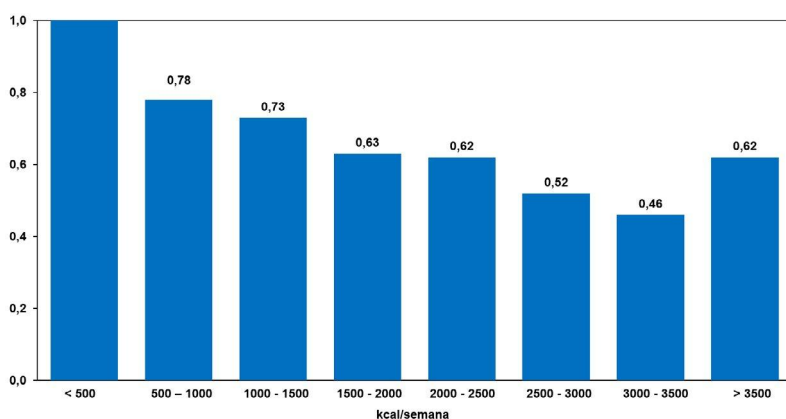
Talvez os estudos mais significativos relacionados à prática de atividade física para promoção da saúde se devam à equipe de pesquisadores liderada pelo epidemiologista (PAFFENBARGER *et al.*, 1986). Nesses estudos, procurou-se analisar relações entre modificações nos hábitos de prática da atividade física e incidência de mortes prematuras ocorridas em consequência de doenças cardiovasculares, metabólicas e respiratórias.

Para tanto, foram acompanhados por volta de 17 mil ex-estudantes da Universidade de Harvard, com idade entre 35 e 74 anos. Mediante instrumento recordatório, os participantes do estudo foram interrogados a respeito da estimativa do dispêndio energético semanal envolvido na prática habitual de atividade física, em um primeiro momento, em 1962/66, e novamente em 1977. Dessa forma, com maior segurança, foi possível obter informações sobre as modificações ocorridas nessas características ao longo de um período de 11-15 anos, as quais foram analisadas em relação aos eventuais casos de mortes de indivíduos desse mesmo grupo ocorridas entre os anos de 1977 e 1985.

Os resultados obtidos demonstraram que o índice de mortalidade, principalmente por eventos cardiovasculares, metabólicos e respiratórios, independentemente de outros

fatores intervenientes como hipertensão, tabagismo, sobrepeso, consumo de álcool e antecedentes familiares, foram significativamente menores quando comparados com indivíduos que despendiam mais energia na prática habitual de atividade física. A quantidade de anos de vida atribuída à prática adequada de atividade física foi de mais de dois anos – figura 1.

Figura 1: Associação entre dispêndio energético adicional e risco relativo de morte.



Fonte: Adaptação de Paffenbarger *et al.*, (1995)

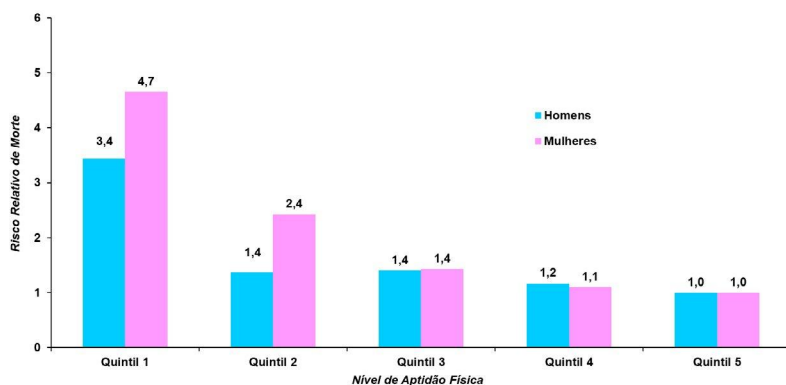
Indivíduos inicialmente sedentários, mas que em 1977 haviam adquirido hábito de prática adicional de atividade física com dispêndio energético entre 500 e 1000 kcal/semana, apresentaram risco de morte 22% menor do que os que continuavam sedentários. Se, por um lado, os benefícios cardiovasculares, metabólicos e respiratórios foram diretamente relacionados ao maior dispêndio energético proveniente da prática de atividade física, por outro, aqueles indivíduos que elevaram o dispêndio energético acima de 3500 kcal/semana não apresentaram qualquer vantagem na diminuição do risco de morte. Logo, passou-se a admitir que a otimização dos benefícios à saúde ocorre com prática

de atividade física que ocasiona dispêndio energético entre 1000 e 3500 kcal/semana.

O Instituto de Pesquisa Aeróbia em Dallas, Estados Unidos, também se preocupou em buscar subsídios científicos para avaliar a relação entre as modificações nos hábitos de prática de atividade física e os índices de morbidade/mortalidade (BLAIR *et al.*, 1995). Apesar de algumas diferenças quanto aos delineamentos dos estudos, os resultados encontrados se mostraram bastante similares aos obtidos anteriormente.

Os estudos basearam-se no acompanhamento, por um período de 8 anos, de aproximadamente 13 mil participantes de ambos os sexos, classificados de acordo com o nível de aptidão física: nível 1, menos apto, e nível 5, mais apto fisicamente, mediante teste de esforço em esteira rolante. Após controle de outros fatores de risco como idade, tabaco, níveis de lipídios-lipoproteínas plasmáticas, pressão arterial e histórico familiar de doenças cardiovasculares, os resultados encontrados revelaram significativa relação inversa entre níveis de aptidão física e índices de morbidade/mortalidade. A figura 2 resume os achados. Maior redução no risco relativo de morte foi verificada entre indivíduos que apresentaram muito baixo nível (nível 1) até moderado nível (nível 3) de aptidão física. Os benefícios adicionais constatados entre indivíduos extremamente bem condicionados fisicamente (nível 5) e indivíduos moderadamente condicionados (nível 4) foram inexpressivos.

Figura 2: Relação entre os níveis de aptidão física e o risco relativo de morte.



Fonte: Adaptado de Blair *et al.*, (1995)

Os resultados apresentados por esses estudos, e confirmados por vários outros realizados na última década, têm oferecido subsídios para desmistificar a ideia de que é necessário praticar atividade física e exercício físico de intensidades elevadas para obter alguma vantagem para a saúde. Esse fato é particularmente importante para indivíduos menos condicionados fisicamente e/ou com sobrepeso, ou para quem prefere esforço físico de baixa a moderada intensidade. Baseando-se nessas evidências, algumas instituições relacionadas à saúde e ao controle de doenças têm procurado propor recomendações quanto ao tipo, à intensidade e à quantidade de esforço físico necessário para a promoção da saúde (BULL *et al.*, 2020).

Outra informação observada nos estudos a ser destacada é a influência que a idade de início dos programas de exercício físico e a prática suficiente e adequada de atividade física podem apresentar para redução dos riscos de morbidade/mortalidade. De acordo com os resultados encontrados, a redução dos riscos de morbidade/mortalidade é tanto menor quanto mais tardiamente o indivíduo se torna suficientemente ativo,

apresentando variações entre 75%, em idades entre 20 e 39 anos, e 16% em idades acima de 60 anos. Desse modo, pode-se inferir que os hábitos sedentários aumentam o risco de morte prematura, e que quanto mais precocemente se iniciar a prática de atividade física bem como os programas de exercício físico, maior deverá ser a proteção contra disfunções crônico-degenerativas e, por sua vez, o risco de morte prematura.

De outro modo, vem se firmando a hipótese não só de que o comportamento sedentário e a prática insuficiente de atividade física possam redundar no aparecimento de sobrepeso e obesidade, mas também de que indivíduos mais ativos fisicamente estão menos susceptíveis ao maior acúmulo de gordura e peso corporal. Com base nas informações de que indivíduos que acumulam maior quantidade de gordura e peso corporal tendem a despendar maiores valores energéticos com a prática de atividade física do que os mais magros, e nem sempre apresentam ingestão energética maior, ultimamente, tem apontado o comportamento sedentário e a prática insuficiente de atividade física como causa mais importante de sobrepeso e obesidade do que o excesso de calorias ingeridas (BELLICHA *et al.*, 2021).

Salvo em situações patológicas, o desequilíbrio entre ingestão e dispêndio energético é tido como principal fator do sobrepeso e da obesidade. Entre especialistas existe o consenso de que o excesso de gordura e peso corporal pode ser prevenido por meio de programas de exercício físico adequadamente prescritos ou pela prática suficiente de atividade física, desde que a ingestão energética não exceda à quantidade de calorias utilizadas no esforço físico somada à demanda energética que o metabolismo corporal necessita para atender às atividades de repouso (BELLICHA *et al.*, 2021).

As condições propiciadoras de menor quantidade de gordura e de peso corporal que podem resultar da prática

de esforço físico se tornam bem visíveis quando se compara a composição corporal de indivíduos que são habitualmente mais ativos com aqueles que são menos ativos. Em aspectos epidemiológicos, o risco relativo de maior aumento do peso corporal por alterações nos depósitos de gordura, em homens e mulheres que optam por adotar, na idade adulta, um estilo de vida sedentário e de menor prática de atividade física, pode alcançar proporções por volta de 2,3 e 7,1 respectivamente.

Com relação às outras manifestações crônico-degenerativas, programas de exercício físico postos em prática podem proporcionar efeito benéfico, por exemplo, no metabolismo dos carboidratos, interferindo positivamente no controle dos níveis de glicose sanguínea e no aumento da sensibilidade insulínica, para prevenir o desenvolvimento da diabetes mellitus. Indivíduos mais ativos fisicamente tendem a apresentar importantes adaptações hormonal e cardiovascular, responsáveis por significativas reduções do débito cardíaco e da resistência vascular periférica, que favorecem a regulação da pressão arterial.

A prática de atividade física e de exercício físico propicia adaptações do tecido esquelético favoráveis a um maior desenvolvimento da massa óssea. Logo, a adoção de um estilo de vida suficientemente ativo pode retardar o processo degenerativo desse tecido e, com isso, proteger indivíduos com mais idade contra a osteoporose, especialmente de mulheres pós-menopausa (MA; WU; HE, 2013). Embora os mecanismos fisiológicos ainda não estejam totalmente esclarecidos, mulheres mais ativas fisicamente apresentam menor probabilidade de serem acometidas por câncer no seio e no sistema reprodutor do que as menos ativas e sedentárias (FRIEDENREICH; RYDER-BURBIGDE; McNEIL, 2021).

Como se percebe, existem consideráveis evidências que demonstram os efeitos protetores da prática de atividade física

e de exercício físico contra inúmeras DCNT. Portanto, nos últimos anos, a promoção de um estilo de vida fisicamente ativo, incluindo programas de exercício físico, vem-se tornando prioridade na área de saúde pública. O aumento da quantidade de indivíduos adequadamente ativos representa forte impacto na prevenção de doenças e diminuição dos custos nos serviços de atendimento de saúde e reduzindo estatísticas de morbidade e mortalidade por disfunções crônico-degenerativas.

Atividade física, exercício físico e fatores de risco predisponentes às DCNT

Existe consenso entre especialistas de que as DCNT têm origem multifatorial e participam de sua gênese os chamados fatores de risco, considerados como agentes causais que predis põem o indivíduo a desfechos crônico-degenerativos. A monitoração desses fatores de risco pode auxiliar na identificação de sinais antecessores que, ao serem modificados, podem atenuar ou até mesmo reverter o processo evolutivo das disfunções.

Tradicionalmente, os fatores de risco têm sido classificados em primários e secundários. Fatores de risco primários definem-se como aqueles que estão altamente associadas às disfunções orgânicas específicas, independentemente de outras variáveis. Elevados níveis de pressão arterial, taxas de lipídios/lipoproteínas plasmáticas comprometedoras e tabagismo são considerados os três fatores de risco primários de maior significado que se associam às DCNT.

Estudos demonstram que o indivíduo ao fumar dois pacotes de cigarro/dia, ou ao demonstrar colesterolemia acima de 260 mg/dl, ou, ainda, ao apresentar pressão arterial maior que 90/140 mmHg, aumenta por volta de três vezes a probabilidade de ser acometido por eventos cardiovasculares (SCHUNACHER; RUCKER; SCHWARZER, 2014).

Fatores de risco secundários, por outro lado, são aqueles que se associam com as disfunções orgânicas específicas somente quando outros fatores de risco estão presentes. Sexo, idade, história familiar, estresse emocional e excesso de gordura e peso corporal são identificados como os principais fatores de risco secundários predisponentes às DCNT.

Especificamente com relação aos indicadores de prática de atividade física e de exercício físico, torna-se cada vez mais difícil classificá-los como fator de risco primário ou secundário. Até pouco tempo, provavelmente em razão das dificuldades metodológicas que estudos com essas características apresentam, apontavam-se o comportamento sedentário e a prática insuficiente de atividade física como fatores de risco secundário, e a aptidão cardiorrespiratória não era classificada em nenhuma categoria de risco. Contudo, resultados apresentados por estudos epidemiológicos e experimentais, realizados mais recentemente, têm sugerido que tanto o comportamento sedentário quanto a prática insuficiente de atividade física e os baixos níveis de aptidão cardiorrespiratória podem expor os indivíduos a uma situação de alto risco de aparecimento e desenvolvimento de DCNT, mesmo se nenhum outro fator de risco esteja presente (PEDERSEN; SALTIN, 2015).

Na maioria das vezes, os fatores de risco não agem isoladamente, mas sim em conjunto, fazendo com que, na presença de dois ou mais fatores de risco, a possibilidade de ocorrência das DCNT aumente em proporção exponencial. Em vista disso, deve-se destacar a importância da prática adequada de atividade física e exercício físico não apenas pela sua ação direta na redução dos riscos prospectivos das DCNT, mas, sobretudo, pela sua interferência na magnitude de alguns outros fatores de risco.

Quanto às ações intervencionistas, existem aqueles fatores de risco que são fixos, ou seja, aqueles sobre os quais não

se pode agir e, portanto, em princípio não são sujeitos à modificação. Outra modalidade de fator de risco são os adquiridos pela adoção de comportamentos não-saudáveis, podendo, portanto, ser removidos. Sexo, idade e histórico familiar são fatores de risco imodificáveis, enquanto os demais fatores de risco são considerados modificáveis e demonstram forte associação com o estilo de vida.

Sexo e idade

No que se refere ao sexo, mulheres tendem a estar mais protegidas que homens. Essa proteção, sobretudo com relação aos eventos cardiovasculares, pode ser atribuída a presença dos hormônios estrogênicos, que auxiliam no aumento dos níveis de HDL-c. No entanto, em razão das alterações hormonais característica do sexo feminino, parte dessa proteção tende a diminuir após o fenômeno da menopausa. Mesmo assim, risco de eventos cardiovasculares entre as mulheres é sempre menor que entre os homens.

Quanto à idade, em razão dos desfechos crônico-degenerativos estarem associados ao processo de envelhecimento natural e, portanto, se instalarem mediante processo lento e gradativo, manifestando-se clinicamente quase sempre décadas após seu início, homens e mulheres, ao apresentarem idade mais avançada, demonstram risco mais elevado em comparação com os mais jovens. Evidências clínicas apontam que os riscos associados às doenças cardiovasculares aumentam drasticamente após os 45 anos entre os homens e após os 55 anos entre as mulheres.

Obviamente, a prática de atividade física e de exercício físico não exerce qualquer influência direta na idade e no sexo. Contudo, adaptações metabólicas, funcionais e morfológicas induzidas pelo esforço físico adequadamente orientado e prescrito podem constituir-se em maior proteção, pela

redução dos efeitos do envelhecimento com o avanço da idade e ação minimizadora frente a maior aceleração do processo degenerativo nos homens em consequência do estado hormonal típico do sexo masculino.

Histórico familiar

Com relação ao histórico familiar, embora possam existir escassas informações acerca da hereditariedade das DCNT, repetição de eventos com essas características em um mesmo núcleo familiar pode aumentar a vulnerabilidade dos indivíduos em consequência de atributos provenientes da interação entre herança genética e atitudes culturais entre seus pares.

Se, por um lado, a transmissibilidade genética não pode ser modificada, por outro, esforços devem ser direcionados no sentido de afastar os comportamentos de risco que eventualmente possam ser cultivados em família. Por exemplo, dietas hipercalóricas e ricas em gorduras, estilo de vida sedentário, tabagismo, ingestão de bebidas alcoólicas e comportamentos insatisfatórios para lidar com estresse emocional que tendem a ser transmitidos de pais para filhos. Evidências apontam que, se em uma família existe histórico de ocorrência de cardiopatias em um de seus integrantes com menos de 60 anos de idade, os demais integrantes apresentam risco elevado de também serem acometidos por eventos cardiovasculares.

Pressão arterial

Níveis mais elevados de pressão arterial são poderosos predisponentes ao surgimento e ao desenvolvimento de DCNT. Em indivíduos adultos de ambos os sexos valores ótimos de pressão arterial giram por volta de 120 e 80 mmHg para pressão arterial sistólica e diastólica respectivamente. A pressão arterial em níveis comprometedores pode afetar o melhor funcionamento de vários órgãos vitais. No âmbito

cardiovascular provoca dilatação do ventrículo esquerdo, diminuindo a efetividade da ação de bombeamento do sangue. Ainda, pressão arterial mais elevada pode danificar os vasos sanguíneos, devido à constante pressão em suas paredes internas, contribuindo para o desenvolvimento de processos ateroscleróticos.

Pesquisas têm demonstrado que a prática de atividade física e de exercício físico age discretamente nos níveis de pressão arterial de indivíduos normotensos; no entanto, promove reduções significativas em indivíduos com leve e moderada hipertensão. Esforço físico predominantemente cardiorrespiratório, de intensidade moderada e de longa duração, é o mais eficiente na diminuição ou na regularização da pressão arterial, particularmente quando associado à redução do peso corporal e da ingestão de sal (LEE *et al.*, 2021).

Os mecanismos responsáveis pela redução da pressão arterial em virtude da prática de atividade física e de exercício físico ainda não estão totalmente esclarecidos. No entanto, acredita-se que a diminuição do tônus simpático e do débito cardíaco em condição de repouso, associada à diminuição da sensibilidade barorreceptora, sejam as mais significativas.

Lipídios/lipoproteínas plasmáticas

Hiperlipidemia talvez seja o único fator de risco direto associado aos desfechos cardiovasculares e metabólicos. Distúrbios no perfil dos lipídios sanguíneos podem elevar os níveis de LDL-c e de triglicerídeos plasmáticos, com simultânea redução nos níveis de HDL-c, contribuindo para o processo de estreitamento das artérias pela formação de placas adiposas em suas paredes internas. Em consequência disso, a circulação do sangue é dificultada e, por essa razão, faz surgirem acidentes cardiovasculares, principalmente a aterosclerose.

Importantes estudos experimentais têm demonstrado que aqueles indivíduos submetidos a programas específicos de exercício físico apresentam alterações favoráveis nos níveis de lipídios plasmáticos. Quanto às lipoproteínas, nos homens, o exercício físico de longa duração e de baixa a moderada intensidade está associado à diminuição na concentração plasmática de LDL-c e aumento na concentração de HDL-c. Todavia, entre mulheres, apesar das concentrações de LDL-c responderem de forma similar aos homens, talvez por influência hormonal, as concentrações de HDL-c tendem a não apresentarem mudanças significativas (DURSTINE *et al.*, 2002).

Existem poucas informações a respeito dos mecanismos responsáveis pela redução nos níveis de LDL-c; contudo, a principal razão para a elevação do HDL-c é a maior ação da lipoproteína lipase em resposta ao exercício físico. A lipoproteína lipase acelera a decomposição dos triglicerídeos, originando transferência do colesterol e de outras substâncias para o HDL-c, e dessa forma aumenta sua concentração.

Com relação aos triglicérides, o exercício físico com essas características também leva à diminuição consistente de seus níveis de concentração. Essa redução pode ser atribuída ao aumento de seu consumo nos músculos e a maior ação da lipoproteína lipase. A longo prazo, o decréscimo da quantidade de gordura corporal, que geralmente acompanha os exercícios cardiorrespiratórios, também pode ser fator de contribuição para a diminuição nos níveis de triglicérides plasmáticos.

Gordura e peso corporal

O excesso de gordura e de peso corporal é ressaltado como fator de risco predisponente às DCNT não apenas pela sua ação deletéria isolada, mas, sobretudo, por atuar como importante participante no desenvolvimento de perfis adversos de outros fatores de risco. Indivíduos com excesso

de gordura corporal também apresentam, com frequência, níveis de pressão arterial e de lipídios/lipoproteínas plasmáticas mais elevados. Desse modo, redução na concentração de gordura corporal deverá auxiliar tanto para minorar sua própria participação como para induzir alterações desejáveis em outros fatores de risco.

Além da quantidade de gordura em excesso, sua distribuição pelo corpo também desempenha papel importante como fator de risco. Concentração de gordura predominantemente nas regiões do tronco, principalmente no abdome, apresenta associação mais elevada com alterações metabólicas, que podem elevar o risco de doenças isquêmicas cardíacas, hipertensão e diabetes mellitus, do que maior concentração de gordura nas regiões periféricas. Portanto, o subtipo androide mais do que unicamente o excesso de gordura corporal deve ser levado em consideração no concernente à predisposição para eventuais disfunções degenerativas.

Quanto à prática de atividade física e de exercício físico direcionada à redução da quantidade de gordura corporal, evidências apontam claramente para a excelência de esforços físicos predominantemente aeróbios de longa duração e de baixa a moderada intensidade (BELLICHA *et al.*, 2021).

Tabagismo

Tabagismo é um dos principais prognosticadores de DCNT, independentemente de outros fatores de risco. Todavia, quando associado à hiperlipidemia, à hipertensão e ao estresse emocional, sua influência se acentua extraordinariamente. Os riscos para a saúde associados ao tabagismo dependem do tempo, da intensidade e da forma de inalação das substâncias que acompanham o tabaco.

Ao interromper ou abandonar definitivamente o uso do tabaco verifica-se de imediato o início de um processo de

reversão das agressões instaladas no organismo dos ex-fumantes. Significativa reversão dos efeitos adversos provocados pela exposição ao tabaco é observada já nas primeiras semanas de privação; contudo, são necessários meses ou anos para que o organismo venha a se restabelecer totalmente das consequências maléficas associadas ao tabaco. Chama a atenção também os denominados “fumantes passivos”, ou seja, aqueles indivíduos não-fumantes que convivem dia a dia com fumantes, portanto expostos a um meio ambiente contaminado pelo tabaco. Nesse caso, paradoxalmente, as agressões ao sistema orgânico podem ser maiores entre os não-fumantes que entre os fumantes; a razão dessa suposição é o nível de adaptabilidade dos fumantes habituais aos efeitos adversos associados ao uso do tabaco.

Com relação à prática de atividade física e de exercício físico, muito pouco, senão nada, pode ser feito para minimizar os efeitos deletérios do tabaco. Soma-se a isso o achado de alguns estudos os quais revelam que as vantagens proporcionadas pela prática de atividade física e de exercício físico são atenuadas e enfraquecidas em indivíduos fumantes de forma proporcional ao tempo e à intensidade de exposição ao tabaco (O'DONOVAN; HAMER; STAMATAKIS, 2017).

Estresse emocional

O estresse emocional pode se originar de conflitos familiares, insatisfações profissionais e dificuldades pessoais, algumas vezes sem causa aparente. Estados emocionais intensos liberam várias aminas biogênicas que exercem influência extremamente maléfica sobre o sistema cardiovascular.

Em alguns casos, a liberação de catecolaminas e de corticosteróides pode acarretar hipoxemia miocárdica, por aumento do consumo de oxigênio. Em situação de estresse intenso, é possível que ocorra até mesmo necrose miocárdica

metabólica, sem alterações vasculares. As catecolaminas liberadas no sistema vascular podem ainda produzir microlesões nas arteríolas e provocar a trombose.

Prática de atividade física e de exercício físico com predomínio aeróbico pode atenuar ou regular o estado de estresse em consequência dos benefícios psicológicos. Muitas vezes, uma prática em intensidade e volume adequados de atividade física e de exercício físico tem sido comparada favoravelmente a tranquilizantes medicamentosos, à meditação e a várias técnicas de relaxamento como meio para reduzir a tensão emocional (MASTORAKOS *et al.*, 2005).

Os efeitos psicológicos da prática de atividade física e de exercício físico se resumem, basicamente, à redução de ansiedade e depressão, à regularização do sono e à promoção do autoconceito, da autoestima e da autoconfiança. Ademais, programas adequadamente prescritos de exercício físico podem descarregar frustrações reprimidas e, quando praticados em grupo em que a interação social está presente, favorecer o combate ao isolamento social.

Em síntese, a prática de atividade física e de exercício físico podem condicionar alterações positivas com relação aos fatores de risco prospectivos associados às DCNT, com isso, reduzir a probabilidade de surgirem anomalias capazes de, por sua vez, na sequência, limitar a capacidade funcional do indivíduo ou até mesmo levá-lo à morte prematuramente. A esmagadora maioria das informações disponíveis na literatura demonstra que esforços físicos de longa duração e de baixa a moderada intensidade são os que promovem os benefícios profiláticos mais significativos na redução dos fatores de risco.

Mesmo considerando que a relação entre a prática de atividade física e de exercício físico e os fatores de risco voltados à melhor perspectiva de saúde têm menor significado para crianças e adolescentes do que para pessoas adultas,

alguns estudos têm demonstrado que jovens mais ativos fisicamente são menos vulneráveis ao aparecimento de eventos que possam comprometer o melhor estado de saúde, como, por exemplo, elevação da pressão arterial, hiperlipidemia, excesso de gordura e peso corporal e estresse emocional (GUTHOLD *et al.*, 2020).

Essas observações são tidas como de particular importância porquanto as evidências têm demonstrado que as DCNT que aparecem na idade adulta com frequência têm origem na infância e na adolescência. Portanto, parece que o agravamento dos fatores de risco motivados pelo comportamento sedentário e pela prática insuficiente de atividade física deverá acompanhar também o adulto. Desse modo, semelhante a outros comportamentos de promoção da saúde, como hábitos alimentares saudáveis, abstinência do fumo, controle da ingestão de álcool, níveis satisfatórios de prática de atividade física e exercício físico deverão ser cultivados desde as idades mais precoces e persistir, necessariamente, ao longo de toda a vida.

Atividade física e exercício físico no controle das DCNT

No tratamento e na reabilitação das DCNT, tradicionalmente vinha-se recomendando repouso absoluto ou, na melhor das hipóteses, níveis de esforço físico extremamente limitados. Esse procedimento terapêutico estava alicerçado na falsa ideia de que, com esse procedimento, se poderia preservar melhor as condições metabólicas e funcionais já comprometidas pelo quadro clínico apresentado. Contudo, mais recentemente, grande quantidade de pesquisas científicas tem evidenciado as repercussões negativas que o comportamento sedentário e a inatividade física podem ocasionar em indivíduos nessas condições.

Consequentemente, passou a haver unanimidade entre os especialistas quanto ao fato de que a prática de atividade física nos momentos de lazer e nos programas específicos de exercício físico pode reverter sintomas adversos associados ao comportamento sedentário e à inatividade física ocasionados por convalescências consequentes a determinadas enfermidades, ou mesmo como procedimento auxiliar bastante útil no tratamento e na reabilitação de várias disfunções crônico-degenerativas.

Com relação à efetividade da prática de atividade física nos momentos de lazer e dos programas específicos de exercício físico em portadores de alguma DCNT, na tentativa de alcançar o máximo de benefícios e minimizar os riscos derivados das limitações orgânicas apresentadas, sugere-se que as orientações e as prescrições dos esforços físicos sejam acompanhadas pela equipe médica conjuntamente com os profissionais de exercício físico. Esforço físico incompatível com o estado clínico do indivíduo pode gerar sobrecarga física e psíquica acarretando adaptações orgânicas desfavoráveis ao tratamento e à reabilitação das disfunções provocadas.

Sem dúvida, a relação entre prática de atividade física nos momentos de lazer e programas específicos de exercício físico e doenças cardiovasculares, metabólicas e respiratórias tem sido o aspecto mais estudado. Contudo, a contribuição que a atividade física e o exercício físico podem oferecer ao tratamento e à reabilitação de outras DCNT, como as doenças musculoesqueléticas, oncológicas, neurodegenerativas e mentais, é indiscutível.

Em períodos de convalescência, quando é necessário permanecer em repouso absoluto por várias semanas ou meses para recuperação, como é o caso, por exemplo, dos indivíduos que apresentam múltiplas fraturas ou que tenham sido submetidos a intervenção cirúrgica impeditiva da realização de

movimentos, um dos maiores problemas a serem enfrentados é a chamada degeneração hipocinética.

Degeneração hipocinética é uma disfunção caracterizada pela diminuição da capacidade funcional de vários órgãos e sistemas e que acarreta graves complicações cardiovasculares, metabólicas, respiratórias e musculoesqueléticas em razão da carência extrema de movimentos.

Concluindo, apesar de todos os benefícios do exercício físico já comprovados, infelizmente os encaminhamentos para os programas de reabilitação ainda são bastante tímidos. Acredita-se que não existam estatísticas mais precisas para a realidade brasileira; porém, dados provenientes dos Estados Unidos e de países europeus sugerem que não mais de 20% de candidatos com indicação apropriada são encaminhados para os programas de reabilitação (WORKING GROUP ON CARDIAC REHABILITATION & EXERCISE PHYSIOLOGY AND WORKING GROUP ON HEART FAILURE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, 2011). Podem-se apontar diversas razões para a baixa taxa de encaminhamento para os programas de reabilitação mediante a prática exercício físico, desde a precária formação dos profissionais de saúde na área do exercício físico, passando pela menor disponibilidade de serviços especializados com essas características, culminando em eventuais falhas nas abordagens e nos procedimentos médicos. Logo, o grande desafio é transportar o conhecimento científico disponível sobre o tema para o cotidiano dos profissionais de saúde, de forma que os portadores de DCNT possam usufruir dos benefícios da prática de exercício físico em seus programas de reabilitação.

Referências

AREM, H., *et al.* Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. **JAMA Internal Medicine**, v.175, n.6, p.959-967, 2015.

BELLICHA, A., *et al.* Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. **Obesity Reviews**, v.22, Supplement 4, p.e13256, 2021.

Blair, S.N., *et al.* Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. **Journal of the American Medical Association**, v.273, n.14, p.1093-1098, 1995.

BULL, F.C., *et al.* World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v.54, n.24, p.1451-1462, 2020.

DURSTINE, J.L., *et al.* Lipids, lipoproteins, and exercise. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v.22, n.6, p.385-398, 2002.

FRIEDENREICH, C. M., RYDER-BURBIDGE, C., McNEIL, J. Physical activity, obesity and sedentary behavior in cancer etiology: epidemiologic evidence and biologic mechanisms. **Molecular Oncology**, v.15, n.3, p.790-800, 2021

GUTHOLD, R., *et al.* Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. **Lancet Child Adolescent Health**, v.4, n.1, p.23-35, 2020.

LEE, L.L., *et al.* Walking for hypertension. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, Issue 2, Art No.: CD008823, 2021.

LEE, I.M., *et al.* Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. **Lancet**, v.380, n.9838, p.219-229, 2012.

MA, D., WU, L., HE, Z. Effects of walking on the preservation of bone mineral density in perimenopausal and postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. **Menopause**, v.20, n.11, p.1216-1226, 2013.

MASTORAKOS, G., *et al.* Exercise and the stress system. **Hormones (Athens)**, v.4, n.2, p.73-89, 2005.

MORRIS, J.N., *et al.* Coronary heart-disease and physical activity of work. **Lancet**, v.265, n.6796, p1111-1120, 1953.

O'DONOVAN, G., HAMER, M., STAMATAKIS, E. Relationships between exercise, smoking habit and mortality in more than 100,000 adults. **International Journal of Cancer**, v.140, n.8, p.1819-1827, 2017.

PAFFENBARGER, R.S. Jr, HALE, W.E. Work activity and coronary heart mortality. **New England Journal of Medicine**, v.292, n.11, p.545-550, 1975.

PAFFENBARGER, R.S. Jr, *et al.* Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. **New England Journal of Medicine**, v.314, n.10, p.605-613, 1986.

PEDERSEN, B.K., SALTIN, B. Exercise as medicine – evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 25, Supplement 3, p.1-72, 2015.

REZENDE, L.F., *et al.* Effect of physical inactivity on major noncommunicable diseases and life expectancy in Brazil. **Journal of Physical Activity and Health**, v.12, n.3, p.299-306, 2015.

SCHUMACHER, M., RUCKER, G., SCHWARZER, G. Meta-analysis and the Surgeon General's report on smoking and health. **New England Journal of Medicine**, v.370, n.2, p.186-188, 2014.

WORKING GROUP ON CARDIAC REHABILITATION & EXERCISE PHYSIOLOGY AND WORKING GROUP ON HEART FAILURE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY. Recommendations for exercise training in chronic heart failure patients. **European Heart Journal**, v.22, n.2, p.125-135, 2011.

DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E EXERCÍCIO FÍSICO

Non-transmissible chronic diseases and physical exercise

Lucas Lopes dos Reis

Rui Gonçalves Marques Elias

Com desenvolvimento da humanidade, ocorreu uma importante transição epidemiológica na instalação de doenças na população mundial (ABDEL, 1971). Esse processo pode ser explicado pela marcante mudança do estilo de vida, o grande consumo de alimentos hipercalóricos e industrializados, a rotina de trabalho exaustiva causando estresse, fadiga mental e comportamento sedentário, características que favorecem o surgimento de comorbidades que são responsáveis por diminuir a qualidade e expectativa de vida. Tais comorbidades têm sua origem nas doenças crônicas não transmissíveis e degenerativas. As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) impactam a saúde mundial, tendo em vista que o aumento da morbimortalidade por essas doenças está relacionado aos feitos da transição epidemiológica, demográfica e nutricional e, também, ao crescimento de fatores de risco modificáveis (WHO, 2020).

Em países em desenvolvimento essa transição epidemiológica acontece de forma diferente que em países desenvolvidos. Países com população pobre sofrem com baixa acessibilidade à saúde pública, assim, se tornam mais expostos a fatores de risco (WHO, 2014; BARROS *et al.*, 2016). A relação das DCNT com desenvolvimento social e pobreza tem sido bastante discutida. Essa complexa relação traz um importante desafio para a saúde mundial, permeando fatores sociais, políticos e econômicos (UNITED NATIONS, 2014; COMMISSION ON SOCIAL DETERMINANTS OF HEALTH, 2008).

Segundo estimativas, acredita-se que as DCNT sejam responsáveis por 41 milhões de óbitos (70% de todas as mortes) por ano em todo mundo (OMS, 2020). No Brasil, a elevada carga das DCNT é similar, apresentando 76% das causas de morte (MALTA, 2017). As DCNT têm consequências devastadoras além de sobrecarregar os sistemas de saúde.

No Brasil, os custos de hospitalizações, procedimentos ambulatoriais e medicamentos distribuídos pelo Sistema Único de Saúde (SUS) para tratamento dessas doenças são exorbitantes. Segundo um estudo de levantamento, os gastos com as principais doenças crônicas (Hipertensão, Diabetes de *Mellitus* e Obesidade) chegaram a 3,45 bilhões de reais em 2018 (NILSON, 2020). Por isso, é necessário priorizar políticas integradas de prevenção e controle das DCNT. É importante também entender a etiologia de cada doença para explorarmos as principais formas de tratamentos.

As principais DCNT

As principais características são que essas doenças apresentam condições crônicas, devido à longa permanência dos agravos da doença. As causas são multifatoriais, abrangendo fatores genéticos e, até mesmo, a forma do comportamento que o paciente assume durante a vida. O processo de instalação da doença é gradual com prognóstico inicial incerto, progressivo. De forma silenciosa os efeitos negativos das doenças crônicas vão sendo diagnosticados. As DCNT possuem implicação sistêmica para o organismo, sobrecarregando as funções de órgãos vitais e, com passar dos anos, tais comorbidades oferecem um elevado risco para a saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

Dentre as doenças crônicas com maiores prevalências estão: doenças cardiovasculares, hipertensão arterial, arteriosclerose, diabetes *mellitus*, dislipidemia, obesidade e câncer.

Doenças cardiovasculares

As doenças cardiovasculares (DCV) envolvem o coração, vasos sanguíneos e agravos advindos de um suprimento sanguíneo inadequado (DEVAUX *et al.*, 2019) e estão entre as principais causas de incapacidade (ROTH, 2017). Os eventos cardiovasculares são responsáveis por mais de 18 milhões de mortes a cada ano, o que equivale a cerca de um terço de todas as mortes globais (HAN, 2019; HARIKRISHNAN, 2018). As doenças isquêmicas coronarianas correspondem ao maior índice de morte por doenças cardiovasculares no mundo, tanto entre os homens (46%) como entre as mulheres (38%) (MENDIS, 2011). Atualmente elas ocupam a quarta posição nas causas de internação hospitalar, sendo a primeira causa de mortalidade no Brasil. No ano de 2018 foram registradas 6.217.525 internações em adultos com idade entre 20 e 59 anos, e destas, 441.725 corresponderam às DCV (MINISTÉRIO DA SAÚDE BRASIL, 2017).

A etiologia desta doença, está relacionada à desproporção do fluxo sanguíneo e do consumo de oxigênio pelo coração. A redução do fluxo pode ser causada por inúmeros fatores, como, aterosclerose e trombos, que obstruem a passagem de sangue parcial ou total por determinada artéria, limitando e privando o tecido cardíaco do aporte de sangue e nutrientes, desencadeando vários processos que podem sinalizar a morte celular (ALTAMIRANO *et al.*, 2015). Um dos fatores agravantes para o surgimento das doenças cardiovasculares é o indivíduo apresentar obesidade. o que prediz um fator de risco para outras patologias como câncer, diabetes, síndrome metabólica e hipertensão arterial (CHOI; HONG; LIM, 2013; OTA, 2014). A pressão alta é um fator de risco remediado bem reconhecido para eventos cardiovasculares.

Hipertensão arterial

A hipertensão é um fator de risco para vários problemas de saúde, como enfarte do miocárdio, insuficiência cardíaca, doença renal crônica, acidente vascular cerebral, doença arterial periférica e fibrilação atrial (QAMAR, 2018). A hipertensão estágio I (pressão arterial sistólica (PAS) 130 a 139 mmHg ou pressão arterial diastólica (PAD) 80 a 89 mmHg) se associa a doenças cardiovasculares, morbidade e mortalidade (HAN, 2020).

A pressão arterial sistólica (PAS) aumenta de maneira progressiva com a idade, o que resulta um risco de 90% estimado ao longo da vida de desenvolver hipertensão arterial, levando a uma teoria que aumentar a pressão arterial acelera alterações nas estruturas de grandes artérias relacionadas com o avançar da idade (SUN, 2015; ZHANG *et al.*, 2014; KEARNEY *et al.*, 2005; CHOBANIAN *et al.*, 2003).

Com o processo do envelhecimento, ocorre a rigidez arterial, podendo aumentar o risco de desenvolvimento de obstruções arteriais como resultado do estresse hemodinâmico e das alterações no padrão de fluxo, em particular, do aumento da pressão sistólica de pico e da redução do fluxo diastólico (TOWNSEND *et al.*, 2015). Dessa forma a rigidez arterial elevada está em primeiro plano em estudos de doenças cardiovasculares por ser um preditor precoce de hipertensão arterial e aterosclerose (MENDES-PINTO; RODRIGUES-MACHADO, 2019). Tanto a rigidez arterial como a remodelagem vascular dos vasos sanguíneos são marcadores bem específicos para o desenvolvimento da hipertensão arterial.

Na hipertensão, a remodelagem vascular envolve alterações das células musculares lisas vasculares na parede do vaso de artérias grandes e pequenas, bem como outros componentes celulares da parede vascular, incluindo células endoteliais. A remodelagem vascular é um processo heterogêneo e difere

dependendo do tipo de vaso e estado ou progressão específica da doença (SAVOIA *et al.*, 2011; WONG *et al.*, 2010; DUCA *et al.*, 2016; WAGENSEIL, 2012). A remodelagem vascular, particularmente nas pequenas artérias, é um indício da progressão da hipertensão e está altamente correlacionada com a gravidade da doença (MULVANY, 2002; MULVANY, 2012). Por isso, é mais que necessário manter os níveis de pressão arterial reduzido para evitar o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Arteriosclerose

A rigidez arterial permite que o vaso perca algumas características fisiológicas como a elasticidade, complacência e distensibilidade. Essas alterações acometem a forma que os vasos vão responder a pressão exercida pelo sangue na parede vascular a cada batimento cardíaco (TOWNSEND *et al.*, 2015). Outro mecanismo que leva a rigidez arterial é a arteriosclerose que é considerada um potencial risco cardiovascular (FAN *et al.*, 2017).

A etiologia da arteriosclerose se baseia na instalação inflamatória crônica da parede do vaso, diminuindo a elasticidade e levando à formações de placas de aterosclerose. Uma vez formada essa placa, irá ocorrer uma série de cascatas pró inflamatórias, que vai permitindo a agregação de citocinas, cálcio e outras substâncias na parede do vaso, o que acarreta o estreitamento do lúmen. Essas alterações promovem severas mudanças hemodinâmicas, principalmente nas grandes artérias como aorta e carótidas. A aterosclerose representa o principal mecanismo na gênese da maioria das patologias isquêmicas, como infarto do miocárdio e acidente vascular encefálico isquêmico (LAURENT *et al.*, 2006; FAN *et al.*, 2017; MOZOS *et al.*, 2017).

Além das cardiopatias, as doenças que acometem as artérias (arteriosclerose e aterosclerose) também estão classificadas entre as DCV. Apesar da diminuição da mortalidade por cardiopatia isquêmica e doença cerebrovascular entre os brasileiros, de 1990 a 2015, houve uma elevação da mortalidade por doença vascular periférica em ambos os sexos, indo de 0,9 para 1,6, a cada 100 mil habitantes, o que representa um aumento de 82,1% (BRANT *et al.*, 2017).

Diabetes Mellitus

Diabetes Mellitus (DM) é um importante e crescente problema de saúde para todos os países. A Federação Internacional de Diabetes (IDF) estimou em 2015 que cerca de 415 milhões de pessoas da população mundial com 20 a 79 anos de idade vivia com diabetes. Estima-se que em 2040 esse número seja superior a 642 milhões de pessoas acometidas pela doença. Além disso, a diabetes é considerada um fator de risco para a doença neurovascular, uma vez que grande parte dos pacientes internados por acidente vascular cerebral apresenta diabetes *mellitus* (ATLAS, 2015; CAVENDER *et al.*, 2016; O'DONNELL *et al.*, 2016; HU, 2006).

O Brasil está em quarto lugar entre os países com maior número de indivíduos acometidos pela doença. A prevalência de diabetes é de 8% entre os adultos e 19,5% entre os idosos brasileiros (SOEIRO, 2014; FLOR, 2015). Especifica-se que o Brasil tem 16,7 milhões de diabéticos, sendo 11,4% adultos. Calcula-se, para o ano de 2045, o número de casos chegará a 49 milhões no país (IDF, 2019). Além disso, Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de países com maior número de crianças e adolescentes com DM tipo 1 (0 a 14 anos), atrás somente da Índia e dos Estados Unidos (ELY, 2021).

Esta doença endócrino-metabólica de etiologia heterogênea, caracterizada por hiperglicemia crônica, resultante de

defeitos da secreção ou da ação da insulina, é extremamente danosa a vasos sanguíneos e nervos e, em longo prazo, pode ocasionar complicações micro e macrovasculares (MOREIRA; BARRETO; DEMPSTER, 2015). As DM podem ser diagnosticadas quando os exames laboratoriais de uma pessoa apresentam valores elevados da glicemia em jejum ($>126\text{mg/dL}$); do teste de tolerância à glicose oral ($>200\text{mg/dL}$) e da glicemia ao acaso ($>200\text{mg/dL}$), o que deve servir de alerta para o profissional de saúde e para o paciente (SILVA; SOUZA; OLIVEIRA, 2020).

As complicações da DM podem ser apresentadas de maneira agudas (hipoglicemia/hiperglicemia, cetoacidose diabética e coma hiperosmolar) e crônicas (retinopatia, neuropatia, nefropatia e doenças cardiovasculares), as quais repercutem de modo sistêmico sobre a saúde e representam sérios riscos de morte e de sequelas permanentes (SBD, 2020).

Por sua característica sistêmica, o indivíduo que possui diabetes deverá contar com muitos cuidados a respeito da saúde de maneira dinâmica, alterando de maneira considerável todo comportamento alimentar, apresentar controle glicêmico rotineiro, entender como funciona o metabolismo energético quando inserido em algum tipo de prática de atividade física e exercício físico. Todas essas mudanças permitem que os danos da diabetes sejam minimizados e o paciente possa ter maior autonomia e corresponsabilidade em seu próprio tratamento (SILVA, 2018).

Os principais tipos de DM são diabetes mellitus tipo 1 (DM1), diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e diabetes mellitus gestacional (DMG).

O DM1 é o distúrbio endócrino crônico mais comum na infância, relacionado à alta morbimortalidade e redução da expectativa de vida. Nas DM1 ocorre uma destruição gradual e progressiva de células betapancreáticas por um processo

autoimune, essa doença gera redução na produção de insulina, com necessidade do uso de insulina exógena (COSTA, 2015).

O DM2 apresenta a maior prevalência dentre as DM, cerca de 90 a 95% de todos os casos. Possui uma etiologia multifatorial, envolvendo herança genética e fatores ambientais, como hábitos alimentares, sedentarismo, obesidade e idade avançada. DM2 podem levar o indivíduo a apresentar complicações crônicas, como infarto agudo do miocárdio, acidente vascular encefálico, doença renal crônica, amaurose, neuropatias, problemas vasculares e amputações (CORREA *et al.*, 2017; FRASSATTO *et al.*, 2021).

Dislipidemias

A origem da dislipidemia apresenta múltiplas causas, porém a dieta rica em gorduras é geralmente o fator mais significativo. Além do mais, o componente genético também se destaca para as alterações no metabolismo das lipoproteínas e colesterol. Algumas variáveis como sexo, idade, genética, atividade física e obesidade estão correlacionadas com a disfunção dislipidêmica (VOIGHT *et al.*, 2012; SNEHALATHA, 2011).

A dislipidemia é considerada como o principal fator de risco para a doença coronária, e uma das principais causas para desenvolvimento da doença vascular cerebral, por isso tem de ser encarada no contexto do risco cardiovascular global (RCV).

O controle da dislipidemia abrange necessariamente o aumento da lipoproteína de alta densidade (c-HDL) e o controle do Colesterol Não HDL que causam DCV aterosclerótica que compreende as seguintes lipoproteínas: c-LDL lipoproteína de baixa densidade (c-LDL), lipoproteínas de densidade intermédia (IDL), lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL); além do controle dos triglicerídeos e ApoB (Apoproteína B). Acredita-se que c-LDL está associado ao risco de DCV aterosclerótica, e que a redução do risco

cardiovascular é proporcional à redução absoluta alcançada no c-LDL (FERENCE *et al.*, 2017; MACH *et al.*, 2019).

O risco cardiovascular pode ser subestimado avaliando apenas os parâmetros lipídicos convencionais, que geralmente incluem o c-LDL, o colesterol total, os triglicerídeos e o c-HDL (MADANELO, 2021).

Existem valores normativos para controle da gravidade do conteúdo lipídico de cada lipoproteína: alto risco C-LDL < a 70 mg/dl; C não HDL: < a 85, 100 e 130 mg/dl nos casos de risco muito alto, alto e moderado; triglicerídeos: Níveis < a 150 mg/dl associam-se a um risco cardiovascular mais baixo; ApoB: < a 65, 80 e 100 mg/dl nos casos de risco muito alto, alto e moderado (MOURA, 2019).

Obesidade

A obesidade é um grande problema de saúde pública. Quanto à classificação da obesidade, ela foi definida por um índice de massa corporal (IMC) igual ou superior a 30. Obesidade é considerada uma patologia grave devido à sua associação com várias doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, alguns tipos de câncer e limitações das condições musculoesqueléticas (MUST, 1999). Além disso, a obesidade é um dos principais fatores de risco para a mortalidade por todas as causas, por uma série de doenças não transmissíveis e pela redução da qualidade de vida (FLEGAL *et al.*, 2013; STURM, 2001).

Acredita-se que o número de sobrepeso e obeso aumentou de maneira exponencial em todo mundo em todas faixas de idade, principalmente na Europa e nos Estados Unidos (CHOOI, 2019; MICHALAKIS, 2013). Em 2016, mais de 381 milhões de crianças e adolescentes estavam acima do peso ou obesos. No mesmo ano, mais de 650 milhões (13% da população mundial nessa faixa etária) eram obesos (OMS, 2018).

No Brasil, os dados são também assustadores, a prevalência de obesos com 20 anos ou mais de idade mais que dobrou no país entre 2003 e 2019, passando de 12,2% para 26,8%. Nesse período, a obesidade feminina subiu de 14,5% para 30,2%, enquanto a obesidade masculina passou de 9,6% para 22,8% (IBGE, 2020).

O IMC é usado para classificar a obesidade. Ele é calculado como a razão de peso em quilogramas para o quadrado de altura em metros, expresso em unidades de kg/m^2 . Segundo a OMS, o IMC foi classificado em seis grupos: baixo peso ($< 18,5 \text{ kg}/\text{m}^2$), normal ($18,5\text{-}24,9 \text{ kg}/\text{m}^2$), pré-obesidade ($25\text{-}29,9 \text{ kg}/\text{m}^2$), classe I de obesidade ($30\text{-}34,9 \text{ kg}/\text{m}^2$), classe obesidade II ($35\text{-}39,9 \text{ kg}/\text{m}^2$), e classe obesidade III ($>40 \text{ kg}/\text{m}^2$) (QUETELET, 1871).

Essa patologia apresenta uma característica multifatorial, sistêmica, incapacitante, crônica, inflamatória que oferece risco de mortalidade prematura. Devido à complexidade etiológica dessa patologia, é necessário um programa generalizado de medidas para controle do peso corporal. Uma das principais intervenções é a mudança do estilo de vida que envolve uma combinação de dieta, atividade física e estratégias de tratamento comportamentais (BURGESS, 2017).

A obesidade oferece o aumento do tecido adiposo, com o aumento do volume e multiplicação de adipócitos, além da função de armazenar energia, os adipócitos são responsáveis pela excreção de substâncias denominadas de citocinas que são precursoras pró inflamatórias. Essa inflamação desempenha um papel crucial no desenvolvimento de várias anormalidades metabólicas relacionadas à obesidade. Nesse sentido, o controle da obesidade pode ajudar a reduzir o risco de doenças cardiovasculares e outras complicações metabólicas pela inibição de mecanismos inflamatórios (HAMJANE, 2020).

Ao aprofundar mais este tópico, percebemos diferenciações nas características dos adipócitos distribuídos no corpo. Dessa forma, pode-se dizer que o desenvolvimento da obesidade não depende apenas do equilíbrio entre a ingestão de alimentos e a utilização calórica, mas também do equilíbrio entre o tecido adiposo branco, que é o local principal de armazenamento de energia, e o tecido adiposo marrom, especializado para o gasto energético (GESTA, 2007).

Câncer

O câncer está entre os principais problemas de saúde pública no mundo e entre as quatro principais causas de morte prematura (antes dos 70 anos de idade) na maioria dos países. Em 2017, o câncer foi a segunda principal causa de morte em todo o mundo após doenças cardiovasculares, com um total de 9,6 milhões de mortes (FITZMAURICE *et al.*, 2019). O aumento projetado na carga global de câncer é de 12,7 milhões de novos casos em 2008, para 22,2 milhões em 2030 (BRAY, 2012). Para o Brasil, a estimativa para cada ano do triênio 2020-2022 aponta que ocorrerão 625 mil casos novos de câncer (INCA, 2020).

O câncer é uma doença relacionada com várias doenças metabólicas e sistêmicas que apresentamos até então. O processo de seu desenvolvimento interfere na resistência insulínica, pois a insulina promove o crescimento das células cancerosas, isto porque os tumores diminuem a captação de glicose pelo tecido adiposo e músculos (RAUN *et al.*, 2021).

As células cancerosas se relacionam à hiperlipidemia, pois indivíduos com câncer apresentam níveis de lipídios acima do normal na corrente sanguínea causada pela lipólise acelerada do tecido adiposo. Assim como na obesidade, o câncer promove uma inflamação crônica que associada com a resistência insulínica leva ao catabolismo muscular, podendo

gerar a caquexia que consiste na diminuição abrupta do sistema muscular podendo perder até 5% da massa corporal em seis meses (RAUN *et al.*, 2021).

Fatores de risco não modificáveis e modificáveis

Entre os fatores modificáveis estão a hipertensão arterial, a ingestão de álcool em grandes quantidades, o diabetes mellitus, o tabagismo, o sedentarismo, o estresse, a obesidade e o colesterol elevado. Já entre os fatores não modificáveis, destaca-se a idade, a hereditariedade, o sexo e a raça (CASADO, 2009).

Dentre os fatores de risco modificáveis destaca-se a mudança do estilo de vida, que praticamente permeia todas as DCNT trazendo, assim, mudanças importantes para uma melhoria da qualidade de vida, visto que o exercício físico e a atividade física promovem um efeito protetor para mortalidade, além de outros hábitos como ingestão de alimentos saudáveis.

Visto a importância dos exercícios para o controle e manutenção da saúde, veremos agora recomendações importantes da prática de exercício físico para cada doença crônica apresentada até então.

Exercícios para hipertensão

A redução PAS em 2 mmHg pode atenuar aproximadamente 10% na mortalidade por acidente vascular cerebral (AVC) e diminui 7% as chances de mortalidade por riscos cardiovasculares em adultos (LEWINGTON, 2002). Inúmeros mecanismos estão relacionados com o efeito redutor da pressão arterial, dentre eles estão as alterações e adaptações do sistema nervoso autonômico, que expressam seu potencial inibidor ou excitador nas funções cardiovasculares e hemodinâmicas.

Os exercícios aeróbicos (caminhada, corrida, ciclismo ou natação) podem ser praticados por 30 minutos em 5 a 7

dias por semana. A realização de exercícios resistidos em 2 a 3 dias por semana também pode ser recomendada. O treinamento aeróbico possui comprovado efeito reduzindo a PA de consultório e ambulatorial, enquanto os treinamentos resistidos dinâmico e isométrico de handgrip (preensão manual) reduzem a PA de consultório (BARROSO, 2021).

Segundo Brook (2013), as recomendações do American Heart Association são as seguintes: Frequência: a maioria dos dias da semana; intensidade: Moderada a alta >40-60% de máxima.

Exercícios para Diabetes de Mellitus

A estratégia ideal para a prática de exercícios físicos por pessoas com diabetes deve envolver a combinação de exercício aeróbico (exemplos: caminhada rápida, corrida, bicicleta, natação) com exercício resistido (exemplos: pesos livres, aparelhos de musculação, bandas elásticas ou uso do próprio peso corporal) e aumento progressivo de tempo, frequência, carga e intensidade. Realizar, pelo menos, 150 minutos por semana de exercícios de moderada ou vigorosa intensidade. Não permanecer mais que dois dias consecutivos sem atividade.

Para exercícios aeróbios preconiza-se: Intensidade baixa: < 50% Fcmáx; < 40% VO₂ máx; < 12 escala de Borg; conseguindo cantar e falar no teste de fala; Intensidade moderada: 50-70% Fcmáx; 40-60% VO₂ máx; 12-13 escala de Borg; conseguindo apenas falar no teste de fala; Intensidade vigorosa: > 70% Fcmáx; > 60% VO₂ máx; > 13 escala de Borg; não consegue falar nem cantar no teste de fala (SBD, 2020).

Para exercícios resistidos sugere-se: pelo menos 1 set de 10-15 repetições de 5 ou mais exercícios resistidos, envolvendo os grandes grupos musculares, de 2 a 3 sessões por semana, em dias não consecutivos.

Para os indivíduos jovens bem condicionados é a realização semanal de pelo menos 75 minutos de treinamento intervalado de alta intensidade (HIT - high-intensity interval training), tomando o cuidado de não permanecer mais do que dois dias consecutivos sem atividade (AMERICAN DIABETES, 2019).

Exercícios para dislipidemia

A terapia nutricional deve sempre ser adotada. O alcance das metas de tratamento é variável e depende da adesão à dieta, às correções no estilo de vida – perda de peso, atividade física e cessação do tabagismo – e, principalmente, da influência genética da dislipidemia em questão. A utilização de técnicas adequadas de mudança do comportamento dietético é fundamental (XAVIER, 2013).

Exercícios para obesidade

As recomendações sobre obesidade apresentadas seguem o modelo do recente compilado de sete revisões sistemáticas com meta análises (OPPERT *et al.*, 2021).

PERDA DE PESO E GORDURA: aconselhe preferencialmente um programa de treinamento de exercícios baseado em 150 a 200 min. de exercício aeróbico pelo menos em intensidade moderada. Alerta as pessoas com sobrepeso ou obesidade que a perda de peso esperada não é, em média, superior a 2 a 3 kg.

PRESERVAÇÃO DA MASSA CORPORAL MAGRA DURANTE A PERDA DE PESO: aconselhe um programa de treinamento de exercícios baseado em treinamento de resistência em intensidade moderada.

PERDA DE GORDURA VISCERAL E PERDA DE GORDURA INTRA-HEPÁTICA: recomenda-se preferencialmente um programa de treinamento físico baseado em exercícios aeróbicos de intensidade moderada.

SENSIBILIDADE À INSULINA: aconselhar qualquer tipo de treinamento físico (aeróbio, de resistência e aeróbio combinado ou de resistência) ou HIIT (após exaustiva avaliação do risco cardiovascular e sob supervisão).

PRESSÃO SANGUÍNEA: recomenda-se preferencialmente um programa de treinamento físico baseado em exercícios aeróbicos de intensidade moderada.

APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA: aconselhar qualquer tipo de treinamento físico (aeróbio, de resistência e aeróbio combinado ou de resistência) ou HIIT (após exaustiva avaliação do risco cardiovascular e sob supervisão).

APTIDÃO MUSCULAR: aconselhe um programa de treinamento de exercícios baseado preferencialmente no treinamento de resistência sozinho ou combinado com o treinamento aeróbio.

COMPORTAMENTO ALIMENTAR: informe as pessoas com sobrepeso ou obesidade que um programa de treinamento de exercícios não terá um impacto substancial na ingestão de energia, mas pode melhorar os comportamentos alimentares.

FOME E SACIEDADE: informe as pessoas com sobrepeso ou obesidade que o treinamento físico pode aumentar a fome em jejum, mas melhora a força de saciedade

PESO ADICIONAL E PERDA DE GORDURA COM EXERCÍCIOS APÓS A CIRURGIA: aconselhe um programa de treinamento de exercícios baseado em uma combinação de treinamento aeróbico e de resistência. Informe que o peso adicional esperado e a perda de gordura são em média não mais do que 2 a 3 kg.

Exercícios para câncer

O treinamento para indivíduos com câncer apresenta três etapas: pré-tratamento, tratamento e após o tratamento. Esse protocolo seguiu as recomendações de uma revisão de 2017.

PRÉ-TRATAMENTO: avaliar o nível de atividade física e aptidão física e os exames clínicos. Exercícios aeróbios: 3-5 vezes/ semana. Treinamento com resistências não precisa ser supervisionado. Terapêutico: precisa ser supervisionado. Indica-se que seja baseado na presença de incapacidade ou limitações funcionais. Assoalho pélvico e exercícios respiratórios devem ser prioridade no treinamento.

TRATAMENTO: avaliar o nível de atividade física e aptidão física e os exames clínicos. Manutenção ou melhoria da resistência: moderado a vigoroso de 3-5 vezes/semana. Treinamento com resistências (150 minutos por semana). Exercícios para recondicionamento: progressivos exercícios resistidos; aeróbio moderado a vigoroso, se for seguro. Treino deve ser supervisionado.

TERAPÊUTICOS: deve ser supervisionado. Indica-se que seja baseado na presença de incapacidade ou limitações funcionais: focado nos efeitos tardios do câncer e tratamento.

Referências

ABDEL, O. *et al.* A transição epidemiológica: uma teoria da epidemiologia da mudança populacional. **Milbank Memorial Fund Quarterly**, v. 49, n. 4, p. 509-538, 1971.

ALTAMIRANO, F; WANG, Z.V.; HILL, J.A. Cardioprotection in ischaemia–reperfusion injury: novel mechanisms and clinical translation. **The journal of physiology**, v. 593, n. 17, p. 3773-3788, 2015.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION 5. Lifestyle management: standards of medical care in diabetes—2019. **Diabetes care**, v. 42, n. Supplement 1, p. S46-S60, 2019

ATLAS, Diabetes *et al.* International diabetes federation. **IDF Diabetes Atlas**, 7th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2015.

BARROSO, W. K. S. *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 116, p. 516-658, 2021.

BARROSO, Weimar Kunz Sebba *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 116, p. 516-658, 2021.

BRANT, L.C.C. *et al.* Variations and particularities in cardiovascular disease mortality in Brazil and Brazilian states in 1990 and 2015: estimates from the Global Burden of Disease. **Revista brasileira de epidemiologia**, v. 20, p.116-128, 2017.

BRAY, F. *et al.* Global cancer transitions according to the Human Development Index (2008–2030): a population-based study. **The lancet oncology**, v. 13, n. 8, p. 790-801, 2012.

BURGESS, E; HASSMÉN, P; PUMPA, K.L. Determinants of adherence to lifestyle intervention in adults with obesity: a systematic review. **Clinical obesity**, v. 7, n. 3, p. 123-135, 2017.

BROOK, R.D. *et al.* Beyond medications and diet: alternative approaches to lowering blood pressure: a scientific statement from the American Heart Association. **Hypertension**, v. 61, n. 6, p. 1360-1383, 2013

CASADO, L; VIANNA, L.M; THULER, L.C.S. Fatores de risco para doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 55, n. 4, p. 379-388, 2009.

CAVENDER, M.A. *et al.* Cardiovascular outcomes of patients in SAVOR-TIMI 53 by baseline hemoglobin A1c. **The American journal of medicine**, v. 129, n. 3, p. 340. e1-340. e8, 2016.

CHOBANIAN, A.V. *et al.* Seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. **Hypertension**, v. 42, n. 6, p. 1206-1252, 2003.

CHOI, S.H; HONG, E.S; LIM, S. Clinical implications of adipocytokines and newly emerging metabolic factors with relation to insulin resistance and cardiovascular health. **Frontiers in endocrinology**, v. 4, p. 97, 2013.

CHOOI, Y.C; DING, C; MAGKOS, F. The epidemiology of obesity. **Metabolism**, v. 92, p. 6-10, 2019.

COMMISSION ON SOCIAL DETERMINANTS OF HEALTH *et al.*, **Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health: final report of the commission on social determinants of health.** World Health Organization, 2008.

CORRÊA, K. *et al.* Qualidade de vida e características dos pacientes diabéticos. **Ciência & saúde coletiva**, v. 22, p. 921-930, 2017.

COSTA L.M.F.C., VIEIRA S.E. Qualidade de vida de adolescentes com diabetes tipo 1. **Clinics**, 2015; 70(3): 173-179.

DEVAUX, M *et al.* Assessing the potential outcomes of achieving the World Health Organization global non-communicable diseases targets for risk factors by 2025: is there also an economic dividend? **Public health**, v. 169, p. 173-179, 2019.

DUCA, L. *et al.* Matrix ageing and vascular impacts: focus on elastin fragmentation. **Cardiovascular research**, v. 110, n. 3, p. 298-308, 2016.

ELY, L.S *et al.* Análise da qualidade de vida de diabéticos que utilizam insulina convencionais versus insulinas análogas. **Saúde** (Santa Maria), v. 47, n. 1, 2021.

FAN, X. *et al.* Association of arteriosclerosis and/or atherosclerosis with hypertensive target organ damage in the community-dwelling elderly Chinese: the Northern Shanghai Study. **Clinical interventions in aging**, v. 12, p. 929, 2017.

REFERENCE, B. A. *et al.* A consensus statement from the European Atherosclerosis Society Consensus Panel. **Eur Heart J**, v. 38, p. 2459-2472, 2017.

FITZMAURICE, C. *et al.* Global, regional, and national cancer incidence, mortality, years of life lost, years lived with disability, and disability-adjusted life-years for 29 cancer groups, 1990 to 2017: a systematic analysis for the global burden of disease study. **JAMA oncology**, v. 5, n. 12, p. 1749-1768, 2019.

FLEGAL, K.M. *et al.* Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. **Jama**, v. 309, n. 1, p. 71-82, 2013.

FLOR, L. S. *et al.* Carga de diabetes no Brasil: fração atribuível ao sobrepeso, obesidade e excesso de peso. **Revista de saúde pública**, v. 49, p. 29, 2015.

FRASSATTO, D.C.A. *et al.* Estresse percebido e autocuidado entre pessoas com diabetes e doenças cardiovasculares. **O Mundo da saúde**, v. 1, n. 45, p. 140-151, 2021.

GESTA, S.; TSENG, Y.; KAHN, C. R. Developmental origin of fat: tracking obesity to its source. **Cell**, v. 131, n. 2, p. 242-256, 2007.

HAMJANE, N. *et al.* Cardiovascular diseases and metabolic abnormalities associated with obesity: What is the role of inflammatory responses? A systematic review. **Microvascular Research**, v. 131, p. 104023, 2020.

HAN, M. *et al.* Prehypertension and risk of cardiovascular diseases: a meta-analysis of 47 cohort studies. **Journal of hypertension**, v. 37, n. 12, p. 2325-2332, 2019.

HAN, M. *et al.* Stage 1 hypertension by the 2017 American College of Cardiology/American Heart Association hypertension guidelines and risk of cardiovascular disease events: systematic review, meta-analysis, and estimation of population etiologic fraction of prospective cohort studies. **Journal of hypertension**, v. 38, n. 4, p. 573-578, 2020.

HARIKRISHNAN, S. *et al.* GBD 2017 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 392, n. 10159, p. 1736-1788, 2018.

HU, G. *et al.* The effect of diabetes and stroke at baseline and during follow-up on stroke mortality. **Diabetologia**, v. 49, n. 10, p. 2309-2316, 2006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saúde 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/10/pesquisa-do-ibge-mostra-aumento-da-obesidade-entre-adultos>. Acesso em: 27 jul. 2021.

INCA. INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. Estimativa 2020. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa/introducao>. Acesso em: 27 jul. 2021.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. IDF Diabetes Atlas 9th Edition 2019. 2019.

KEARNEY, P. M. *et al.* Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. **The lancet**, v. 365, n. 9455, p. 217-223, 2005.

LAURENT, S. *et al.* Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. **European heart journal**, v. 27, n. 21, p. 2588-2605, 2006.

LEWINGTON, S. *et al.* Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. **The lancet**, v. 360, n. 9349, p. 1903-1913, 2002.

MACH, F. *et al.* 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. **Atherosclerosis**, v. 290, p. 140-205, 2019.

MADANELO, J.M.A. **Risco cardiovascular residual em dislipidemias: marcadores para além do colesterol LDL**. 2021. Dissertação (Mestrado em Medicina). Universidade do Porto. Portugal, 2021.

MALTA, D. C. *et al.* Mortality due to non communicable diseases in Brazil, 1990 to 2015, according to estimates from the Global Burden of Disease study. **São Paulo medical journal**, v. 135, p. 213-221, 2017.

MENDES-PINTO, D.; RODRIGUES-MACHADO, M. G. Applications of arterial stiffness markers in peripheral arterial disease. **Jornal vascular brasileiro**, v. 18, 2019.

MENDIS, S. *et al.* **Global atlas on cardiovascular disease prevention and control**. World Health Organization, 2011.

MICHALAKIS, K. *et al.* Obesity in the ageing man. **Metabolism**, v. 62, n. 10, p. 1341-1349, 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Departamento de Informática do SUS - DATASUS. Informações de saúde. Epidemiológicas e morbidade. Brasília, 2017. Disponível em <https://datasus.saude.gov.br>. Acesso em 08 mar. 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Diretrizes para o cuidado das pessoas com doenças crônicas nas redes de atenção à saúde e nas linhas de cuidado prioritárias. 2013. Disponível em <https://bvsms.saude.gov.br>. Acesso em 08 mar. 2022.

MOREIRA, C.A.; BARRETO, F.C.; DEMPSTER, D.W. Novos conceitos em diabetes e metabolismo ósseo. **Brazilian journal of nephrology**, v. 37, p. 490-495, 2015.

MOURA, J.P; COUTO, L. Abordagem das Dislipidemias à luz das Guidelines da ESC/EAS 2019. Disponível em: <https://spaterosclerose.org>. Acesso em 08 mar. 2022.

MOZOS, I. *et al.* Inflammatory markers for arterial stiffness in cardiovascular diseases. **Frontiers in immunology**, v. 8, p. 1058, 2017.

MULVANY, M. J. Small artery remodeling and significance in the development of hypertension. **Physiology**, 2002.

MULVANY, M. Small artery remodeling in hypertension. **Basic Clin Pharmacol Toxicol**. 110:49–55, 2012.

MUST, A *et al.*, The disease burden associated with overweight and obesity. **Jama**, v. 282, n. 16, p. 1523-1529, 1999.

NILSON, E.A.F. *et al.* Custos atribuíveis à obesidade, hipertensão e diabetes no Sistema Único de Saúde, Brasil, 2018. **Revista panamericana de salud pública**, v. 44, p. e32, 2020.

O'DONNELL, M. J. *et al.* Global and regional effects of potentially modifiable risk factors associated with acute stroke in 32 countries (INTERSTROKE): a case-control study. **The lancet**, v. 388, n. 10046, p. 761-775, 2016

OPPERT, J. *et al.* Exercise training in the management of overweight and obesity in adults: Synthesis of the evidence and recommendations from the European Association for the Study of Obesity Physical Activity Working Group. **Obesity reviews**, p. 13273, 2021.

OTA, T. Obesity-induced inflammation and insulin resistance. **Frontiers in endocrinology**, v. 5, p. 204, 2014.

QAMAR, A.; BRAUNWALD, E. Treatment of hypertension: addressing a global health problem. **Jama**, v. 320, n. 17, p. 1751-1752, 2018.

QUETELET, A. **Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme**. Muquardt, 1871.

RAUN, S.H. *et al.* Exercise— a panacea of metabolic dysregulation in cancer: physiological and molecular insights. **International journal of molecular sciences**, v. 22, n. 7, p. 3469, 2021.

ROTH, G. A. *et al.* Global, regional, and national burden of cardiovascular diseases for 10 causes, 1990 to 2015. **Journal of the American college of cardiology**, v. 70, n. 1, p. 1-25, 2017.

SAVOIA, C. *et al.* Vascular inflammation and endothelial dysfunction in experimental hypertension. **International journal of hypertension**, v. 2011, 2011.

SILVA, G.A.; SOUZA, C.L.; OLIVEIRA, M.V. Teste oral de tolerância à glicose: solicitações desnecessárias e condições adequadas a realização do teste. **Jornal brasileiro de patologia e medicina laboratorial**, v. 56, 2020.

SILVA, J.A *et al.* Diagnosis of diabetes mellitus and living with a chronic condition: participatory study. **BMC public health**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2018.

SNEHALATHA, C. *et al.* Hypertriglyceridaemia either in isolation or in combination with abdominal obesity is strongly associated with atherogenic dyslipidaemia in Asian Indians. **Diabetes research and clinical practice**, v. 94, n. 1, p. 140-145, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020. 2019. Clannad Editora Científica: São Paulo, 2019.

SOEIRO, A. M. *et al.* I Diretriz sobre aspectos específicos de diabetes (tipo 2) relacionados à cardiologia. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 102, p. 1-41, 2014.

STURM, R.; WELLS, K.B. Does obesity contribute as much to morbidity as poverty or smoking? **Public health**, v. 115, n. 3, p. 229-235, 2001.

SUN, Z. Aging, arterial stiffness, and hypertension. **Hypertension**, v. 65, n. 2, p. 252-256, 2015.

TOWNSEND, R. R. *et al.* Recommendations for improving and standardizing vascular research on arterial stiffness: a scientific statement from the american heart association. **Hypertension**, v. 66, n. 3, p. 698-722, 2015.

UNITED NATIONS. Outcome document of the high-level meeting of the General Assembly on the comprehensive review and assessment of the progress achieved in the prevention and control of non-communicable diseases. A/RES/68/300. 2014.

VOIGHT, B. F. *et al.* Plasma HDL cholesterol and risk of myocardial infarction: a mendelian randomisation study. **The lancet**, v. 380, n. 9841, p. 572-580, 2012.

WAGENSEIL, J. E.; MECHAM, R. P. Elastin in large artery stiffness and hypertension. **Journal of cardiovascular translational research**, v. 5, n. 3, p. 264-273, 2012.

WONG, W. T. *et al.* Endothelial dysfunction: the common consequence in diabetes and hypertension. **Journal of cardiovascular pharmacology**, v. 55, n. 4, p. 300-307, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) *et al.* **Relatório de status global sobre doenças não transmissíveis 2014**. Organização Mundial da Saúde, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity and overweight: Fact sheet; 2018. Disponível em: Obesidade e sobrepeso (who.int). Acesso Jul. 29, 2021. Disponível em: <https://www.who.int>. Acesso em 08 mar. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* **Noncommunicable diseases:** Progress monitor 2020. 2020. Disponível em: <https://www.who.int>. Acesso em 08 mar. 2022.

XAVIER, H.T. *et al.* V Diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 101, n. 4, p. 1-20, 2013.

ZHANG, Y., *et al.* Carotid–femoral pulse wave velocity in the elderly. **Journal of hypertension**, v. 32, n. 8, p. 1572-1576, 2014.

ATIVIDADE FÍSICA EM PESSOAS VIVENDO COM HIV/AIDS

Physical activity in people living with HIV/AIDS

Débora Alves Guariglia

Geisa Franco Rodrigues

Mariane Lamin Francisquinho

Pedro Gabriel Pito

Os benefícios do estilo de vida ativo já estão muito bem estabelecidos para diferentes populações, impactando no aumento da expectativa de vida e a redução da mortalidade e prevalência por doenças crônicas degenerativas (MOK *et al.*, 2019; LEE, 2019). No entanto, algumas populações, sobretudo pessoas com alguma doença, apresentam uma prevalência de inatividade física superior a uma população normal (BRAWNER; CHURILLA; KETAYIAN, 2016).

Pessoas vivendo com HIV/aids (PVHA) fazem parte dessa parcela da população com altas prevalências de inatividade física e sedentarismo (SCHUELTER-TREVISOL *et al.*, 2012), as quais são frequentemente marginalizadas em função de estigmas e preconceitos, apresentando grande dificuldade de engajamento a um programa de atividade física.

Dessa forma, o presente capítulo terá como intuito apresentar informações sobre: 1) o vírus e o desenvolvimento da aids; 2) efetividade do tratamento e seus efeitos adversos; 3) benefícios da atividade física como coadjuvante ao tratamento dessa população; 4) barreiras e facilitadores de atividade física presentes nessa população. Por fim, acreditamos que o entendimento mínimo desses fatores pode auxiliar a todos os profissionais da saúde a melhorar a saúde de pacientes/alunos ou clientes que vivem com HIV/aids na adesão a um programa de atividade física e promoção de sua saúde.

Do HIV ao desenvolvimento da aids

O vírus da imunodeficiência humana (HIV) é um retro-vírus causador da síndrome da imunodeficiência adquirida, a aids (BRASIL, 2013). Acredita-se que alguns chimpanzés na África Ocidental, infectados com o vírus da imunodeficiência símia, contaminaram o homem por volta da década de 40. Esse vírus foi se modificando no organismo humano e se transformou no HIV (UNAIDS-BRASIL 2021; BRASIL, 2002).

Com a contaminação do HIV, algumas células de defesa do corpo humano, chamadas Linfócitos T CD4+, são atingidas e passam a hospedar e integrar em seu núcleo conteúdo genético viral que permite sua replicação, aumentando significativamente as cópias de vírus no hospedeiro, conhecida como aumento da carga viral (RACHID; SCHECHTER, 2017).

O HIV pode ser transmitido por meio de relações sexuais orais, vaginais ou anais, pela mãe para o feto via placenta, no momento do parto com o contato do sangue infectado, ou ao amamentar. Além disso, entre usuários de drogas que compartilham seringas ou em acidentes de trabalho com objetos perfurocortantes que contenham amostras contaminadas (LUCAS; NELSON, 2015). Não existem evidências que o HIV possa ser transmitido por meio de secreções como saliva, suor, lágrimas e urina (RATNAM *et al.*, 2018).

Antes de uma pessoa ser infectada, a contagem de células Linfócitos TCD4+ varia de 800 células/ mm³ a 1200 células/ mm³ de sangue (HOFFMANN; ROCKSTROH, 2015). Após a infecção, esse valor começa a cair. Quando é atingido 200 células/mm³, o sistema imune do indivíduo já está bastante debilitado. Este marcador numérico tornou-se mundialmente conhecido como um dos itens de verificação para o diagnóstico da aids (WHO, 2016). Concomitante a estes valores, existe também a quantificação da carga viral.

A carga viral representa a quantidade de HIV em uma amostra sanguínea, quanto mais alto este valor, maior o nível de transmissibilidade e o impacto negativo no corpo humano (GIV, 2019). Esta carga costuma baixar após o uso correto e contínuo da terapia antirretroviral (TARV), sendo considerada indetectável abaixo de 200 cópias/ml de sangue, desta forma quando uma pessoa diagnosticada com HIV está com carga viral indetectável, as chances de transmitir o vírus durante o ato sexual se tornam baixíssimas (RODGER *et al.*, 2016; BAVINTON *et al.*, 2018).

Quanto mais tarde a pessoa for testada para verificar seu status sorológico, há maior risco de estar com carga viral elevada e com o sistema imunológico já prejudicado. Ou seja, a aids é caracterizada pelo estado mais avançado da ação do HIV, sendo uma doença que compromete o sistema imunológico e expõe o corpo a diversas infecções e tipos de câncer que podem levar ao óbito (USA, 2021).

No Brasil, o MS adota os seguintes critérios para definição e diagnóstico da aids: 1) dois resultados de testes positivos para HIV; 2) os Linfócitos TCD4+ devem estar abaixo de 350 células/mm³ de sangue; 3) ocorrência de doença oportunista (BRASIL, 2004). As doenças oportunistas são mais graves e frequentes devido a imunossupressão que é característica do HIV/aids, normalmente essas doenças não atingem pessoas com imunidade normal (CLINICAL INFO, 2021). Elas são causadas por vírus, bactérias, fungos e neoplasias, com mais comuns na forma de pneumocistose, neurotoxoplasmose, tuberculose, meningite criptocócica, candidíase, herpes, sarcoma de Kaposi, linfoma não Hodgkin e câncer de colo do útero (BRASIL, 2013). Somado a todos os efeitos adversos do vírus ao tratamento, o HIV está atrelado a prejuízos em órgãos e processos inflamatórios, como miocardiopatia, nefropatia e neuropatias (BRASIL, 2013).

Os efeitos do tratamento e os eventos adversos

Desde o início da pandemia de HIV foram registradas 34,7 milhões de mortes no mundo relacionadas à aids (UNAIDS-BRASIL, 2020). Nos últimos dez anos, o número de mortes e novas infecções por HIV diminuiu 43% e 30% respectivamente (UNAIDS-BRASIL, 2020). A descoberta da origem da doença, a compreensão dos mecanismos do vírus e, principalmente, o desenvolvimento da terapia antirretroviral (TARV) proporcionaram às PVHA uma expectativa de vida semelhante á dos não infectados (UNAIDS-BRASIL, 2020).

Por não existir cura para a aids, a TARV tem sido a principal responsável pela diminuição da mortalidade e melhora da qualidade de vida de PVHA. Essa terapia foi capaz de mudar o perfil de uma infecção letal subaguda para crônica (YENI, 2006). Por isso, uma pessoa infectada pelo vírus deverá realizar exames periodicamente e tomar medicações (TARV) até o fim da vida (YENI, 2006). A terapia possui múltiplas classes, no Brasil existem 21 medicamentos disponíveis em 37 representações farmacêuticas que são divididos em seis grupos: Inibidores Nucleosídeos de Transcriptase Reversa (INTR), Inibidores Não Nucleosídeos de Transcriptase Reversa (INNTR), Inibidores de Protease (IP), Inibidores de Fusão (IF), Inibidores de Integrase (IIT), Inibidores de Fusão (IF) e os Inibidores do receptor de quimiocina C-C tipo 5 (CCR5) (BRASIL, 2018).

A expectativa de vida dessa população vem aumentando com o passar dos anos, um paciente entre 20-35 anos pode viver por mais 29-37 anos. Mas em países de baixa renda como Uganda, África do Sul e Rwanda, essa expectativa de vida acaba sendo menor (TEERAANANCHAI *et al.*, 2017). Apesar dos seus benefícios, o uso da TARV a longo prazo pode causar efeitos colaterais indesejados, como a acidose láctica (associada à esteatose hepática), lipodistrofia, neuropatia

periférica, pancreatite, aumento do estresse oxidativo, hipertensão, dislipidemia, diminuição da densidade mineral óssea, resistência à insulina e risco cardiovascular (YENI, 2006; SILVA *et al.*, 2019).

Alguns pacientes sob os efeitos da TARV apresentam redistribuição anormal da gordura corporal (lipodistrofia) que é caracterizada pela perda da gordura nos membros (lipoatrofia) e aumento do acúmulo de gordura visceral (lipohipertrofia) (MASENGA *et al.*, 2020; BALASUBRAMANYAM *et al.*, 2004). Essa disfunção contribui para o aumento da inflamação sistêmica (expressam IL-6 e TNF- α) e risco cardiovascular (MASENGA *et al.*, 2020).

A dislipidemia normalmente é causada pelo uso dos INTR, INNTR e IP (SILVA *et al.*, 2019). Está claro que os IP como Lopinavir/Ritonavir e Indinavir interferem negativamente sobre os triacilgliceróis e transporte de lipídios causando dislipidemias, resistência à insulina, secreção de adipocinas e consequente inflamação vascular e disfunção endotelial (ECHECOPAR-SABOGAL *et al.*, 2018). Esses efeitos subjacentes não são totalmente compreendidos, mas sabe-se que o Indinavir está envolvido no bloqueio do transportador de glicose sensível à insulina (GLUT4) (HRESKO; HRUZ, 2011).

A diminuição da densidade mineral óssea também é um efeito colateral experimentado por PVHA em tratamento (DELPINO; QUARLERI, 2020). Eles têm até três vezes mais chances de possuir osteoporose do que indivíduos HIV- (DELPINO; QUARLERI, 2020). No entanto, a densidade mineral óssea parece diminuir mais no início do tratamento e estabilizar a médio/longo prazo (DELPINO; QUARLERI, 2020). Além disso, mulheres vivendo com HIV/aids apresentam mais riscos comparadas aos homens na mesma situação (DELPINO; QUARLERI, 2020).

Outros efeitos colaterais identificados são mudanças no DNA mitocondrial (diminuição da fosforilação oxidativa) e anemia (SILVA *et al.*, 2019). Os IP e INTR (Zidovudina e a Estavudina), particularmente, causam estresse oxidativo porque depletam o DNA mitocondrial devido sua ação inibitória sobre a subunidade gama da DNA polimerase (WILLIAMS; SITOLE; MEYER, 2017). A disfunção mitocondrial também pode desencadear outras complicações como a neuropatia periférica, que já foi associada ao uso de Zidovudina (INTR), Tenofovir (INTR) e Vitriviroc (Inibidor de fusão) (WINIAS; RADITHIA; ERNAWATI, 2020). Adicionalmente, pacientes que fazem uso combinado de inibidores do receptor da CCR5 parecem ter mais disposição a lesões hepáticas (SILVA *et al.*, 2019).

Na classe dos IIT, o Dolutegravir e Raltegravir também induzem resistência à insulina, adipogênese, lipogênese, estresse oxidativo e fibrose (BELKIN; URIEL, 2018). Por outro lado, pacientes medicados com IIT parecem ganhar mais peso e ter menor incidência de lipodistrofia em comparação aos regimes baseados em inibidores de transcriptase reversa e IP (OLAWIPO *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2019). Adicionalmente, drogas mais atuais como os IIT causam menos efeitos colaterais (SILVA *et al.*, 2019; BELKIN; URIEL, 2018).

Benefícios da atividade física em pessoas vivendo com HIV/aids

Considerando esses efeitos adversos do tratamento, bem como as alterações que o vírus e a aids causam no organismo humano, a atividade física tem sido indicada para melhoria do quadro clínico dessa população (BRASIL, 2012). As complicações decorrentes da TARV podem, além de normalmente agravar o estado geral de saúde do paciente, diminuir a aderência ao tratamento (HORNE *et al.*, 2004). Assim, algumas estratégias como a prática de atividade física e

mudanças na alimentação devem ser recomendadas por proporcionar a diminuição desses efeitos colaterais (CADE *et al.*, 2007; ROUBENOFF *et al.*, 2002; ROUBENOFF *et al.*, 1999; YARASHESKI *et al.*, 2001).

No início da década de 90, mesmo com o recente descobrimento do HIV, foram realizados os primeiros estudos sobre os efeitos da atividade física sistematizada sobre o sistema imune, a função física e a massa muscular em PVHA (SCHLENZIG; JAGER; RIEDER, 1990; LAPERRIERE *et al.*, 1990; LAPERRIERE *et al.*, 1991; SPENCE *et al.*, 1990). Nos anos seguintes os estudos com atividade física sistematizada passaram a ter um caráter terapêutico por proporcionar melhorias em parâmetros como o sistema imune, o grau de inflamação, bem como alterações morfológicas e metabólicas derivadas tanto do vírus quanto dos efeitos colaterais da TARV (DUDGEON *et al.*, 2012; LINDEGAARD *et al.*, 2008).

Atualmente já se têm estabelecidas algumas evidências sobre a segurança da aplicação de programas de atividade física sistematizada em PVHA e seus benefícios sintetizadas em revisões sistemáticas (O' BRIEN *et al.*, 2017; O' BRIEN *et al.*, 2013; GOMES NETO *et al.*, 2013; PEDRO *et al.*, 2016).

O exercício físico aeróbio (contínuo ou intermitente) e/ou o treinamento físico combinado (treinamento físico aeróbio e resistido em uma mesma sessão de exercícios) são capazes de melhorar o VO_{2max} dos pacientes, sem causar prejuízo em indicadores imunes como carga viral e linfócitos T CD4+ (GOMES NETO *et al.*, 2013; O' BRIEN *et al.*, 2013), mesmo naqueles que já desenvolveram a síndrome da Lipodistrofia (PEDRO *et al.*, 2016). Já o treinamento físico resistido apresenta um potencial aumento VO_{2max} bem como melhorias na força, na massa magra e nos desfechos psicológicos nessa população (O' BRIEN *et al.*, 2017).

Em consequência desses benefícios, no Brasil, em 2012, na tentativa de esclarecer dúvidas aos pacientes e profissionais da saúde, foi lançada uma cartilha com recomendações para a prática de atividades físicas para PVHA (BRASIL, 2012), a qual sugere que deve fazer parte do tratamento dessa população o aumento da prática de atividade física de forma genérica ou, ainda, de forma sistematizada, podendo compor o programa sistematizado de treinamento aeróbio, exercícios resistidos ou suas combinações.

Mesmo de forma não sistematizada, a alta prevalência de atividade física apresenta benefícios para essa população, sendo associada a uma progressão mais lenta do HIV, baixos níveis de depressão e melhor adesão ao tratamento (MUSTAFA *et al.*, 1999; BLASHILL *et al.*, 2013).

Mesmo com essas evidências, ainda é muito baixo o envolvimento de PVHA em programas de atividade física. Estudos mostram baixos níveis de atividade física e alta prevalência de sedentarismo em PVHA em diferentes partes do mundo (SCHUELTER-TREVISOL, 2012; MOROWATISHA-RIFABAD, *et al.*, 2019). No Brasil, isso também não é diferente. Investigações em cidades paranaenses e paulistas mostraram índices insuficientes de atividade física nessa população (GUARIGLIA *et al.*, 2007; CORDEIRO *et al.*, 2018).

As barreiras e facilitadores relativos à atividade física para essa população

Para tentar reduzir essa condição de atividade física (AF) insuficiente, o entendimento de barreiras e facilitadores para a prática da AF em PVHA é fundamental (FILIPAS *et al.*, 2008; PETRÓCZI *et al.*, 2010; VANCAMPFORT *et al.*, 2017).

Características como idade, duração da doença, etnia, contagem de linfócitos TCD4+ e carga viral parecem não influenciar a adesão de AF em PVHA (VANCAMPFORT *et al.*,

2017). No entanto, existe uma variedade de fatores que podem ser barreiras ou facilitadores nessa população, esses fatores envolvem questões físicas, psicológicas, pessoais, sociais, ambientais, além das relações com AF.

A condição de viver com HIV e sua morbidade tem relação com questões físicas que surgem pela doença, assim como o tratamento e envelhecimento precoce que podem envolver risco de quedas, esforço intenso e fadiga (MONTGOMERY *et al.*, 2017; MONTOYA *et al.*, 2015; QUIGLEY *et al.*, 2019; SIMONIK *et al.*, 2016).

Essa população pode apresentar diversas disfunções que acabam se tornando barreiras para a prática de AF como neuropatia, lipodistrofia, lipoatrofia, problemas respiratórios, dermatológicos, fraqueza, náusea, tontura, diarreia, baixa aptidão física, excesso de peso e equilíbrio deficiente. Quanto menor a ocorrência desses problemas de saúde, maior é a taxa de adesão à AF (MONTOYA *et al.*, 2015; NGUYEN *et al.*, 2017; QUIGLEY *et al.*, 2019; PAVONE *et al.*, 1998; REHM; KONKLE-PARKER, 2016; ROOS; MYE-ZWAA; ASWEGEN, 2015).

De outro modo, benefícios percebidos da AF como o fortalecimento do sistema imune, a melhora dos efeitos colaterais das TARV, a redução das comorbidades, o desenvolvimento muscular, a redução da dor e lesões, a perda de peso e o controle do colesterol podem facilitar a adesão à AF (NEFF *et al.*, 2019; NGUYEN *et al.*, 2017; QUIGLEY *et al.*, 2019).

Em relação às questões psicológicas, as preocupações e estigmas relacionados à doença como medos de quebra de sigilo, de não conseguir realizar AF, de sentir dor, além da ansiedade, estresse, depressão e falta de motivação, são barreiras prevalentes nessa população (HENRY; MOORE, 2016; LEY *et al.*, 2014; LI *et al.*, 2017; MONTGOMERY *et al.*, 2017;

MONTOYA *et al.*, 2015; NEFF *et al.*, 2019; NGUYEN *et al.*, 2017; QUIGLEY *et al.*, 2019; SIMONIK *et al.*, 2016).

São considerados facilitadores psicológicos para a AF o prazer com exercícios, as recomendações de profissionais de saúde, os relacionamentos melhorados, a definição de metas, o desenvolvimento de rotina e, ainda, desejar ser ativo, ter mais energia, melhorar o humor e a autoestima (HENRY; MOORE, 2016; LI *et al.*, 2017; QUIGLEY *et al.*, 2019; SIMONIK *et al.*, 2016; VANCAMPFORT *et al.*, 2017).

Em relação às questões pessoais, a principal barreira é o desemprego. Mas também, em menor prevalência, a falta de tempo, a responsabilidade familiar, a vontade de experimentar eventos pessoais significativos, as preocupações financeiras, a falta de familiaridade com AF, a rotina diária e outras prioridades (HENRY; MOORE, 2016; LEY *et al.*, 2014; LI *et al.*, 2017; MABWEAZARA *et al.*, 2019; MONTOYA *et al.*, 2015; ROOS; MYEZWAA; ASWEGEN, 2015).

Quanto a questões sociais, são facilitadores ter um local apropriado e um programa específico para PVHA com a presença de instrutores especializados para fornecer orientações que permitam a segurança para realizar AF. Esse contexto tende a ser um motivador para superar o isolamento social e ter liberdade de relatar problemas de saúde física vividos por essa população. Acessibilidade, envolvimento da família e amigos, frequência à igreja e aos ambientes comunitários também se apresentam como motivadores adicionais para aderir um programa ou rotina de AF (HENRY, MOORE, 2016; LI *et al.*, 2017; MONTGOMERY *et al.*, 2017; MONTOYA *et al.*, 2015; NEFF *et al.*, 2019; NGUYEN *et al.*, 2017; SIMONIK *et al.*, 2016).

Quanto às questões ambientais, o clima quente constitui-se em um facilitador que aumenta os níveis de AF e o tempo mais frio como uma barreira. Ambiente de trabalho

sedentário ou que exige esforço foi uma barreira a AF, assim como situações adversas de crime, roubo e agressão. Os indivíduos ainda perceberam a AF como um trabalho adicional em época de férias, feriados e eventos, o que os leva a dar uma pausa (MONTGOMERY *et al.*, 2017; ROOS; MYEZWAA; ASWEGEN, 2015).

Por fim, existem algumas questões com AF que podem contribuir nessa discussão, como por exemplo, ter tido experiência em AF anteriormente, o que pode ser um facilitador ou uma barreira, dependendo se a experiência foi boa ou ruim. Enquanto PVHA envelhecem, esses fatores associados com a experiência em AF devem ser considerados a fim de aumentar adesão e aderência (NEFF *et al.*, 2019; SIMONIK *et al.*, 2016).

Inicialmente PVHA sentem medo e apreensão em relação ao exercício, mas após participarem de um programa de AF, relatam ganhar confiança e conhecimento acerca de como usar com segurança os equipamentos, sobre benefícios físicos e mentais, tendo mais autonomia e realização (MONTGOMERY *et al.*, 2017; NEFF *et al.*, 2019; VANCAMPFORT *et al.*, 2017). Além disso, à medida que o programa de treinamento com PVHA evolui, ocorre gradativamente uma redução das barreiras entre os praticantes (OLIVEIRA JR; GUARIGLIA; LOCH, 2017).

Um item que merece destaque é o estímulo de AF pelo uso de pedômetro e mensagens motivacionais, sendo uma estratégia econômica e motivadora para acomodar PVHA que podem ter restrições socioeconômicas ou de AF e auxiliando na adesão de outros comportamentos saudáveis como alimentação e diminuição do comportamento sedentário (HENRY; MOORE, 2016; HENRY *et al.*, 2019; MONTTOYA *et al.*, 2015). As mensagens devem ser direcionadas ao progresso pessoal, incentivando a chegar ao número de passos desejados de acordo com as necessidades do indivíduo. O

automonitoramento é inerente e a interação entre os participantes como competição pode ajudar, mas também pode causar medo devido às diferenças de aptidão e questões de confidencialidade (HENRY; MOORE, 2016; HENRY *et al.*, 2019; MONTOYA *et al.*, 2015).

Questões comportamentais são utilizadas de forma relevante em vários estudos, elas consistem em intervenções para mudar o comportamento aumentando a participação em atividades que visam os sentimentos de recompensa, prazer e domínio, sendo consideradas úteis em PVHA para integração com outras abordagens de tratamento, aconselhamentos de AF e nutrição, bem como intervenção para adesão à TARV. Deve ser usada também para facilitar o aumento da AF (BLASHILL *et al.*, 2013; BRUIN *et al.*, 2012).

Considerações finais

O vírus da imunodeficiência humana pode causar em pessoas infectadas um prejuízo do sistema imunológico que, sem o tratamento adequado, leva à evolução da aids. Doença que é marcada por infecções oportunistas, podendo levar o indivíduo a óbito (BRASIL, 2013).

Ainda não existe cura para a aids, no entanto a TARV tem sido a principal responsável pela diminuição da mortalidade e melhoria da qualidade de vida dessa população. O tratamento, entretanto, pode causar efeitos colaterais indesejados, como disfunções metabólicas e alterações na composição corporal.

Considerando as particularidades do HIV/aids e dos efeitos indesejados causados pelo tratamento, verifica-se a necessidade de utilizar a atividade física como um coadjuvante no tratamento dessas pessoas, tendo ele como foco de promoção da saúde geral e do combate aos efeitos causados pela doença e terapia. No entanto, a prevalência dessa população em

programas de atividade física ainda é baixa, portanto, a promoção de um estilo de vida saudável deve considerar as barreiras e facilitadores relativos às especificidades dessa população.

Dessa forma, um programa eficaz que permita adesão e aderência em PVHA deve ser acessível, adaptado, em grupo, com exercícios específicos e profissionais devidamente qualificados com conhecimento sobre os processos da doença, fazendo um rastreamento do progresso do indivíduo, assim como do alcance de metas sempre a par de outras estratégias para aumentar a adesão de AF. Questões comportamentais, utilizar pedômetros ou outras ferramentas de monitoramento da AF e auxílio de psicólogo em um trabalho integrado constituem-se ótimos aliados para diminuir barreiras e facilitar a AF nessa população.

Referências

BALASUBRAMANYAM, A. *et al.* Pathophysiology of dyslipidemia and increased cardiovascular risk in HIV lipodystrophy: A model of “systemic steatosis”. **Current opinion in lipidology**, v. 15, n. 1, p. 59–67, 2004.

BAVINTON, B. R. *et al.* Viral suppression and HIV transmission in serodiscordant male couples: an international, prospective, observational, cohort study. **The lancet**, v. 5, n. 8, p. e438-e447, 2018.

BELKIN, M. N.; URIEL, N. Heart health in the age of highly active antiretroviral therapy: a review of HIV cardiomyopathy. **Current opinion in cardiology**, v. 33, n. 3, p. 317–324, 2018.

BLASHILL, A. J. *et al.* Physical activity and health outcomes among HIV-infected men who have sex with men: a longitudinal mediational analysis. **Annals of behavioral medicine**, v. 46, n. 2, p. 149-156, 2013.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Aids: etiologia, clínica, diagnóstico e tratamento**. Brasília, p. 1-17, 2002.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Critérios de definições de casos de aids em adultos e crianças**. Brasília, n. 60, p. 1-55, 2004.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Doenças e condições crônicas e infecções sexualmente transmissíveis**. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/profissionais-de-saude/testes-rapidos>, acesso: 26.06.2021

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **HIV e aids**. Disponível em <https://bvsmms.saude.gov.br/hiv-e-aids/>, acesso: 27.06.2021.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para manejo da infecção pelo HIV em adultos**. Brasília, p.1-217, 2013.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas para manejo da infecção pelo HIV em adultos**. Brasília, p. 1-416, 2018.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Recomendações para terapia anti-retroviral em adultos e adolescentes infectados pelo HIV**. Brasília, p. 1-20, 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Recomendações para a prática de atividades físicas para pessoas vivendo com HIV e aids**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de DST, Aids e Hepatites Virais. Brasília, p. 86, 2012.

BRAWNER, C. A.; CHURILLA, J. R.; KETHEYIAN, S. J. Prevalence of physical activity is lower among individuals with chronic disease. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 48, n. 6, p. 1062-1067, 2016.

BRUIN, M. *et al.* Self-regulatory processes mediate the intention-behavior relation for adherence and exercise behaviors. **Health psychology**, v. 31, n. 6, p. 695–703, 2012.

CADE, W. T. *et al.* Blunted lipolysis and fatty acid oxidation during moderate exercise in HIV-infected subjects taking HAART. **American journal of physiology endocrinology and metabolism**, v. 292, n. 3, p. E812–9, 2007.

CLINICAL INFO. **Guidelines for the prevention and treatment of opportunistic infections in adults and adolescents with HIV**. Disponível em: https://clinicalinfo.hiv.gov/sites/default/files/guidelines/documents/Adult_OI.pdf, acesso: 30.06.2021, p. 1-479, 2021.

CORDEIRO, H. *et al.* Atividade física e indicadores de saúde em pessoas vivendo com HIV/aids. **ABCS health sciences**, v. 43, n. 3, 2018.

DELPINO, M. V.; QUARLERI, J. Influence of HIV infection and antiretroviral therapy on bone homeostasis. **Frontiers in endocrinology**, v. 11, p. 1–9, 2020.

DUDGEON, W. D. *et al.* Moderate-intensity exercise improves body composition and improves physiological markers of stress in HIV-infected men. **International scholarly research notices**, v. 2012, p. 1-15, 2012.

ECHECOPAR-SABOGAL, J. *et al.* Association between the use of protease inhibitors in highly active antiretroviral therapy and incidence of diabetes mellitus and/or metabolic syndrome in HIV-infected patients: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of STD and AIDS**, v. 29, n. 5, p. 443–452, 2018.

FILLIPAS, S. *et al.* Physical activity uptake in patients with HIV: who does how much? **International journal of std & aids**, v. 19, p. 514–518, 2008.

GIV. Indetectável = Intransmissível. **Boletim de vacinas e novas tecnologias de prevenção**. n. 32, p. 1-48, 2019.

GOMES NETO, M. *et al.* A systematic review of effects of concurrent strength and endurance training on the health-related quality of life and cardiopulmonary status in patients with HIV/AIDS. **BioMed research international**, v. 2013, p. 1–8, 2013.

GUARIGLIA, D. A. *et al.* Atividade física habitual em portadores de HIV/AIDS. **Revista educação física/UEM**, v.18, n. Supl 1, p. S260-2, 2007.

HENRY, B. L. *et al.* Focus groups inform a mobile health intervention to promote adherence to a Mediterranean diet and engagement in physical activity among people living with HIV. **BMC public health**, v. 19, n. 1, p. 1-9, 2019.

HENRY, B. L.; MOORE, D. J. Preliminary findings describing participant experience with iSTEP, an mHealth intervention to increase physical activity and improve neurocognitive function in people living with HIV. **Journal of the association of nurses in aids care**, v. 27, n. 4, p. 495-511, 2016.

HOFFMANN, C.; ROCKSTROH, J. K. **HIV 2015/2016**. Hamburg, p. 1-775, 2015.

HORNE, R. *et al.* Doubts about necessity and concerns about adverse effects: identifying the types of beliefs that are associated with non-adherence to HAART. **International journal std aids**, v. 15, n.1, p. 38-44, 2004.

HRESKO, R. C.; HRUZ, P. W. HIV protease inhibitors act as competitive inhibitors of the cytoplasmic glucose binding site of GLUTs with differing affinities for GLUT1 and GLUT4. **PLoS ONE**, v. 6, n. 9, 2011.

LAPERRIERE, A. *et al.* Aerobic exercise training in an AIDS risk group. **International journal sports medicine**, v.12, n.(Suppl 1), p.S53-S57, 1991.

LAPERRIERE, A. *et al.* Exercise intervention attenuates emotional distress and natural killer cell decrements following notification of positive serologic status for HIV-1. **Biofeedback self regulation**, v.15, n.3, p.229-242, 1990.

LEE, JUNG. A meta-analysis of the association between physical activity and breast cancer mortality. **Cancer nursing**, v. 42, n. 4, p. 271-285, 2019.

LEY, C. *et al.* Effects of an exercise programme with people living with HIV: research in a disadvantaged setting. **African journal of aids research**, v. 13, n. 4, p. 313–319, 2014.

LI, A. *et al.* Community-based exercise in the context of hiv: factors to consider when developing and implementing community-based exercise programs for people living with hiv. **journal international association provid aids care**, v. 16, n. 3, p. 267-275, 2017.

LINDEGAARD, B. *et al.* The effect of strength and endurance training on insulin sensitivity and fat distribution in human immunodeficiency virus-infected patients with lipodystrophy. **Jounal clinical endocrinology metabolic**, v. 93, n.10, p.3860–3869, 2008.

LUCAS, S; NELSON, A. M. HIV and the spectrum of human disease. **The journal of pathology**, v. 235, n. 2, p. 229-241, 2015.

MABWEAZARA, S. Z. *et al.* Physical activity behaviours of persons living with HIV of low socioeconomic status: domain, intensity and sociodemographic correlates. **Aids care**, v. 31, n. 2, p. 255-259, 2019.

MASENGA, S. *et al.* Hypertension and metabolic syndrome in HIV infected patients. **Current hypertension reports**, v. 80, n. 5, p. 453–461, 2020.

MOK, A. *et al.* Physical activity trajectories and mortality: population based cohort study. **BMJ**, v. 365, 2019.

MONTGOMERY, C. A. *et al.* Experiences participating in a community-based exercise programme from the perspective of people living with HIV: a qualitative study. **BMJ open**, v. 7, n. 4, p. e 015861, 2017.

MONTOYA, J. L. *et al.* Development of an mHealth intervention (iSTEP) to promote physical activity among people living with HIV. **Journal international association provid aids care**, v. 14, n. 6, p. 471-475, 2015.

MOROWATISHARIFABAD, M. *et al.* Adherence to medication and physical activity among people living with HIV/aids. **Iranian journal of nursing and midwifery research**, v. 24, n. 5, p. 397-399, 2019.

MUSTAFA, T. *et al.* Association between exercise and HIV disease progression in a cohort of homosexual men. **Annals of epidemiology**, v. 9, n. 2, p. 127-131, 1999.

NEFF, H. A. *et al.* Turning disability into ability: barriers and facilitators to initiating and maintaining exercise among older men living with HIV. **Aids care**, v. 31, n. 2, p. 260-264, 2019.

NGUYEN, L. A. *et al.* Attitudes towards exercise among substance using older adults living with HIV and chronic pain. **Aids care**, v. 29, n. 9, p. 1149-1152, 2017.

O' BRIEN, K. *et al.* Aerobic exercise interventions for adults living with HIV/AIDS (Review). **Cochrane database systematic review**, v.8, p.1-72, 2013.

O'BRIEN, K. *et al.* Effectiveness of progressive resistive exercise (PRE) in the context of HIV: systematic review and meta-analysis using the cochrane collaboration protocol. **BMC infectious diseases**, v. 17, n. 1, p. 1-23, 2017.

OLAWIPO, J. O., *et al.* Changes in body mass index among people living with HIV who are new on highly active antiretroviral therapy: a systematic review and meta-analysis. **AIDS Care – Psychological and socio-medical aspects of aids/HIV**, v. 33, n. 3, p. 326–336, 2021.

OLIVEIRA JR; GUARIGLIA; L. Adesão e aderência a um programa de exercício físico em pessoas vivendo com HIV/AIDS. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 22, n. 6, p. 568-75, 2017.

PALMISANO, L.; VELLA, S. A brief history of antiretroviral therapy of HIV infection: success and challenges. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanità**, v. 47, p. 44-48, 2011.

PAVONE, R. M. *et al.* Social cognitive and physical health determinants of exercise adherence for HIV-1 seropositive, early symptomatic men and women. **International journal of behavioral medicine**, v. 5, n. 3, p. 245-258, 1998.

PEDRO, Rafael E. *et al.* Effects of physical training for people with HIV-associated lipodystrophy syndrome: a systematic review. **The journal of sports medicine and physical fitness**, v. 57, n. 5, p. 685-694, 2016.

PETRÓCZI, A. *et al.* HIV Patient characteristics that affect adherence to exercise programmes: an observational study. **Open aids journal**, v. 4, p. 148–155, 2010.

QUIGLEY, A. *et al.* Using the theoretical domains framework to identify barriers and facilitators to exercise among older adults living with HIV. **Aids care**, v. 31, n. 2, p. 163-168, 2019.

RACHID, M.; SCHECHTER, M. **Manual de HIV/aids**. 10. ed.. Editora Revinter, 2017. p. 1-276. Editora Thieme Revinter: Rio de Janeiro, 2017.

RATNAM, M. V. R. *et al.* CD4 cell counts and oral manifestations in HIV infected and aids patients. **Journal of oral and maxillofacial pathology**, v. 22, n. 2, p. 282, 2018.

REHM, K. E.; KONKLE-PARKER, D. Physical activity levels and perceived benefits and barriers to physical activity in HIV-infected women living in the deep south of the United States. **Psychological and socio-medical aspects of aids/HIV**, v. 28, n. 9, p. 1205-1210, 2016.

RODGER, A. J. *et al.* Sexual activity without condoms and risk of HIV transmission in serodifferent couples when the HIV-positive partner is using suppressive antiretroviral therapy. **JAMA**, v. 316, n. 2, p. 171-181, 2016.

ROOS, R.; MYEZWAA, H.; ASWEGEN, H. V. “Not easy at all but I am trying”: barriers and facilitators to physical activity in a South African cohort of people living with HIV participating in a home-based pedometer walking programme. **Aids care**, v. 27, n. 2, p. 235-239, 2015.

ROUBENOFF, R. *et al.* Reduction of abdominal obesity in lipodystrophy associated with human immunodeficiency virus infection by means of diet and exercise: case report and proof of principle. **Clinical infectious diseases**, v.34, n.3, p.390–393, 2002.

ROUBENOFF, R. *et al.* Short-term progressive resistance training increases strength and lean body mass in adults infected with human immunodeficiency virus. **Aids**, v.13, n.2, p.231–239, 1999.

SCHLENZIG, C.; JÄGER, H.; RIEDER, H. Influence of supervised physical exercise on the cellular immune system and the psychological situation in HIV-infected males. **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin**, v.41, n.5, p.156–60, 1990.

SCHUELTER-TREVISOL, F. *et al.* Physical activity: do patients infected with HIV practice? How much? A systematic review. **Current HIV research**, v. 10, n. 6, p. 487–497, 2012.

SILVA, B. F. *et al.* Adverse effects of chronic treatment with the main subclasses of highly active antiretroviral therapy: a systematic review. **HIV medicine**, v. 20, n. 7, p. 429–438, 2019.

SIMONIK, A. *et al.* Are you ready? Exploring readiness to engage in exercise among people living with HIV and multimorbidity in Toronto, Canada: a qualitative study. **BMJ open**, v. 6, n. 3, p. e010029, 2016.

SPENCE, D. W. *et al.* Progressive resistance exercise: effect on muscle function and anthropometry of a select aids population. **Archives physical medicine rehabilitation**, v.71, n.9, p.644–648, 1990.

TEERAANANCHAI, S. *et al.* Life expectancy of HIV-positive people after starting combination antiretroviral therapy: a meta-analysis. **HIV medicine**, v. 18, n. 4, p. 256–266, 2017.

UNAIDS-BRASIL. **Estatísticas**. Disponível em: <https://unaids.org.br/estatisticas/> Acesso em: 06 jul. 2021.

UNAIDS-BRASIL. **Informações básicas sobre HIV e aids**. Disponível em: <https://unaids.org.br/informacoes-basicas/> Acesso em: 27 jun. 2021.

UNAIDS-BRASIL. **Novo relatório do UNAIDS mostra que podemos acabar com a aids até 2030**. Disponível em: <https://unaids.org.br/2021/06/novo-relatorio-do-unaids-mostra-que-podemos-acabar-com-a-aids-ate-2030/> Acesso em: 06 jul.2021.

UNITED STATES OF AMERICA, DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (HHS). **Glossary of HIV/aids-related terms**. v. 9, p.1-202, 2021.

VANCAMPFORT, D. *et al.* Dropout from physical activity interventions in people living with HIV: a systematic review and meta-analysis. **Aids care**, v. 29, n. 5, p. 636-643, 2017.

WILLIAMS, A. A.; SITOLE, L. J.; MEYER, D. HIV/HAART-associated oxidative stress is detectable by metabonomics. **Molecular biosystems**, v. 13, n. 11, p. 2202–2217, 2017.

WINIAS, S.; RADITHIA, D.; SAVITRI ERNAWATI, D. Neuropathy complication of antiretroviral therapy in HIV/aids patients. **Oral diseases**, v. 26, n. S1, p. 149–152, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Consolidated guidelines on the use of antiretroviral drugs for treating and preventing hiv infection.** p. 1-480, 2016. Disponível em <https://www.who.int>. Acesso em 08.mar. 2022.

YARASHESKI, K. E. *et al.* Resistance exercise training reduces hypertriglyceridemia in HIV-infected men treated with antiviral therapy. **Journal of applied physiology**, v. 90, n. 1, p. 133–8, jan 2001.

YENI, P. Update on HAART in HIV. **Journal of hepatology**, v. 44, n (SUPPL1), p. 100–103, 2006.

ESTRATÉGIAS PARA CESSAÇÃO TABÁGICA: A ATIVIDADE FÍSICA COMO ALIADA NA MANUTENÇÃO DE ABSTINÊNCIA

Strategies for smoking cessation: physical activity as an ally in the maintenance of abstinence da abstinência

Mahara Proença
Karina Arielle da Silva Souza
Paolla de Oliveira Sanches
Júlia Lopes Pinheiro
Rafaela Maria de Souza
Caroline Pereira Santos
Fábio Antônio Néia Martini
Dionei Ramos

A doença tabagismo

O tabagismo é reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma doença crônica (CID-10: F 17.2), causada pela dependência à nicotina presente nos produtos à base de tabaco, recidivante, tratável e evitável. Esta integra o grupo de doenças de transtornos mentais e comportamentais em razão do uso de substância psicoativa (BRASIL, 1997) que causa dependência física, psicológica e comportamental semelhante ao que ocorre com o uso de outras drogas como álcool, cocaína e heroína.

O ato tabágico é considerado a maior causa evitável isolada de adoecimento e mortes precoces em todo o mundo (DROPE *et al.*, 2018), não prejudicando apenas os tabagistas, mas também fumantes passivos. A OMS aponta que o tabaco mata mais de 8 milhões de pessoas por ano, sendo que 7 milhões dessas mortes são decorrentes do uso direto do produto, enquanto cerca de 1,2 milhão é o resultado de não-fumantes expostos ao fumo (WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.*,

2020). No Brasil, em 1989, 34,8% da população acima de 18 anos era fumante, já os dados de 2019 apontam o percentual total de adultos fumantes em 12,6 %, e, considerando o período de 1989 a 2010, a queda do percentual de fumantes no Brasil foi de 46% como consequência das políticas implementadas, estimando-se que um total de cerca de 420.000 mortes evitadas neste período(LEVY; DE ALMEIDA; SZKLO, 2012).

O usuário de produtos de tabaco é exposto continuamente a mais de 8.700(STABBERT *et al.*, 2017) substâncias tóxicas, muitas delas cancerígenas. Esta exposição faz com que o tabagismo tenha um grande impacto negativo na qualidade de vida, sendo vinculado a mais de 20 tipos de câncer (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER - INCA, 2018). Além da alta incidência de câncer em fumantes, o consumo do cigarro também é um dos principais fatores de risco para doenças crônicas.

O tabagismo ativo e a exposição passiva á fumaça do tabaco estão relacionados ao desenvolvimento de aproximadamente 50 enfermidades, dentre as quais várias doenças do sistema respiratório (enfisema pulmonar, bronquite crônica, infecções respiratórias) e doenças cardiovasculares (infarto agudo do miocárdio, hipertensão arterial, aneurismas, acidente vascular encefálico (AVE), trombozes). Há ainda outras doenças tabaco-relacionadas, como a úlcera do aparelho digestivo, osteoporose, patologias buco-dentais, impotência sexual no homem, infertilidade na mulher, menopausa precoce e complicações na gravidez (US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES *et al.*, 2004).

Já é bem estabelecido que fumar é um importante fator de risco para doenças respiratórias crônicas, doenças cardiovasculares e vários tipos de câncer, mas, embora o percentual de adultos fumantes no Brasil apresente expressiva queda nas últimas décadas, em função das inúmeras ações desenvolvidas,

a prevalência e incidência dessa doença ainda é alta, assim como as consequentes comorbidades decorrentes da mesma. Dessa forma, o investimento e a implantação de programas de cessação do tabagismo se torna essencial, pois é capaz de diminuir significativamente o risco de sua incidência, fazendo com que um número cada vez maior de pessoas queira parar de fumar, priorizando **o tratamento do fumante** como uma estratégia fundamental no controle do tabagismo.

O perfil do tabagista e suas deficiências

O tabagismo acarreta inúmeras alterações no organismo, dentre as quais, particularmente, serão abordadas nesse capítulo as características em relação à função respiratória, força muscular periférica, sono, funcionalidade e dor crônica dos tabagistas.

A função respiratória do tabagista

Em relação aos comprometimentos provocados pelo cigarro, as alterações no sistema respiratório podem ser consideradas como a área mais atingida, sendo as substâncias tóxicas contidas no cigarro responsáveis pelo desenvolvimento de doenças relacionadas a esse sistema (DA SILVA *et al.*, 2016). Podemos citar de forma específica os malefícios ao transporte mucociliar, um mecanismo de defesa essencial do sistema respiratório que, quando prejudicado (UZELOTO *et al.*, 2017), pode provocar inflamações recorrentes no trato respiratório, levando a doenças como a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).

Ao verificarmos, por meio da espirometria e o do teste de caminhada de seis minutos, as capacidades pulmonares, força muscular e capacidade funcional, que possuem relação direta com a função respiratória, sugere-se que tabagistas não apresentam reduções em relação a esses quesitos. Tabagistas

não DPOC parecem apresentar resultados semelhantes ao elencado como normalidade para não tabagistas (FREITAS; ARAUJO; ALVES, 2012; SILVA *et al.*, 2018).

As características respiratórias do indivíduo enquanto tabagista nos mostram que o desenvolvimento de doenças tabaco-relacionadas que afetam a função respiratória estão relacionadas a longos períodos de hábito tabágico e que tabagistas jovens ou classificados como tabagistas leves e moderados, e/ou sem comorbidades ainda não apresentam tais alterações (SILVA *et al.*, 2018).

A força muscular periférica do tabagista

A força muscular é um elemento importante na mobilidade e nas atividades de vida diária, sendo indispensável para a independência do indivíduo. Podemos observar a redução ou perda de força muscular esquelética nas doenças crônicas (PASCO *et al.*, 2020), como por exemplo no tabagismo.

Sabe-se que nos tabagistas há alterações musculoesqueléticas mesmo antes do surgimento da patologia pulmonar ocorrer e, conseqüentemente, está associada à redução na tolerância ao exercício, mesmo naqueles sem DPOC. Parte dos efeitos negativos do uso do fumo pode ser causado pelo prejuízo na entrega de oxigênio (O₂) aos tecidos, em que se tratando dos músculos esqueléticos aumenta a intolerância do esforço e diminui a resistência à fadiga (DARABSEH *et al.*, 2021; FONSECA; NELLESSEN; PITTA, 2019). Outra hipótese seria ao fato de que as substâncias tóxicas encontradas no cigarro causam danos oxidativos importantes nas estruturas celulares e que esse estresse atinge as mitocôndrias e proteínas musculares prejudicando a função muscular (AL-BASHAIREH *et al.*, 2018; MULLER *et al.*, 2019). Além disso, há também alterações quanto à massa muscular (MULLER *et al.*, 2019) associada à proteólise mediada pela ubiquitina; inibição das vias

anabólicas e síntese de proteína no músculo (MULLER *et al.*, 2019; NOGUEIRA L, TRISKO BM, LIMA-ROSA FL, 2018).

Vistos os diversos comprometimentos no sistema musculoesquelético, estratégias preventivas e curativas são necessárias para essa população. Estudo prévio demonstrou que, com duas semanas de cessação, houve melhora da resistência à fadiga muscular e da redução na inflamação sistêmica de baixo grau em tabagistas (DARABSEH MZ; MADEN-WILKINSON TM; WELBOURNE G, [s.d.]; SILVA *et al.*, 2019). Com isso, sugere-se eliminar o hábito tabagístico, ou seja, a cessação do uso e da exposição a essas substâncias tóxicas, principalmente à exposição ao CO₂, pois por meio dessas ações é possível reduzir e/ou reverter os danos/efeitos do tabagismo sobre a fadiga musculoesquelética de forma rápida, associada paralelamente à melhora na função do músculo esquelético (AL-BASHAI-REH *et al.*, 2018; MULLER *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2019).

O sono do tabagista

O cigarro pode ser considerado fator de interferência para o sono. A nicotina acarreta sensação de relaxamento após o ato de fumar pela ativação da dopamina, entretanto, essa substância atrapalha a liberação de melatonina, hormônio essencial para o sono, e favorece a excreção de adrenalina, um estimulante, sendo assim, essa cascata de interferências faz com que o sono do tabagista seja superficial e fragmentado (INSTITUTO DO SONO, 2021; PHILIPS; DANNER, 1995).

Visto a relação e mecanismo entre o sono e o tabagismo, as alterações do sono nessa população estão na dificuldade para adormecer e manter o sono (INSTITUTO DO SONO, 2021), insônia (BRESLAU *et al.*, 1996), hipersonia, sonolência diurna (WETTER, D. W. *et al.*, 1994), fragmentação do sono (PHILIPS; DANNER, 1995), aumento da ocorrência de roncos, distúrbios respiratórios do sono como apneia, redução da

concentração de oxigênio no sangue, dificuldade de acordar, sono insatisfatório, mau desempenho diurno (INSTITUTO DO SONO, 2021) e má qualidade do sono noturno (COHRS *et al.*, 2014). Vale ressaltar que esses efeitos são experimentados com maior impacto nos momentos de abstinência da nicotina, sejam esses curtos ou prolongados, os quais motivam os indivíduos a fumar durante a noite após algumas horas de sono, quando os níveis de nicotina diminuem, sendo esse despertar considerado uma intromissão no sono (HU *et al.*, 2019), (ERICA *et al.*, 2008; WETTER *et al.*, 1995).

Além de alterações na qualidade de sono, tabagistas também se mostram menos ativos que não tabagistas, sugerindo que os indivíduos inativos ou que sempre fumaram possuem maiores risco de desenvolver insônia em comparação aos grupos de pessoas ativas fumantes ou não fumantes (CHEN *et al.*, 2017). Por isso estratégias de incentivo à atividade física nessa população foram criadas e mostraram-se benéficas também para cessação tabágica, como, por exemplo, estratégia de prevenção contra a fissura e depressão (BALBANI; MONTOVANI, 2005).

A funcionalidade do tabagista

A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) visando responder às necessidades de se conhecer mais sobre as doenças e fornecer uma estrutura abrangente de definições e condições para reabilitação, apresenta a funcionalidade e a incapacidade de um indivíduo como a interação entre cinco domínios: funções e estruturas corporais, atividades, participação, fatores ambientais e fatores pessoais (FARIAS; BUCHALLA, 2005; RELEVANCE, 2017).

Uma das vertentes que podemos observar sobre medidas de capacidade em indivíduos tabagistas é que essas, aparentemente, tendem a ser reduzidas e relacionadas com o

nível de atividade física dessa população (FURLANETTO *et al.*, 2014; MANTOANI *et al.*, 2014; PROENÇA *et al.*, 2012; ZABATIERO *et al.*, 2014). Fumantes sem limitação do fluxo aéreo tiveram menor capacidade de exercício e piores escores na dimensão saúde mental do SF-36 do que os não fumantes (FURLANETTO *et al.*, 2014; MIRANDA *et al.*, 2016). Como já discutido previamente nesse capítulo, o tabagismo tem efeitos deletérios no sistema músculo esquelético, na capacidade de exercício e estado de saúde, provavelmente devido ao fato da exposição à fumaça de cigarro induzir a disfunção do músculo esquelético. Os fumantes, assim, sofrem de maior fadiga muscular periférica (MIRANDA *et al.*, 2016).

A dor crônica no tabagista

A dor é o fator que tem sido cada vez mais implicado na manutenção e exacerbação da dependência do tabaco, uma vez que as taxas de tabagismo podem ser até duas vezes maiores entre as pessoas com dor crônica em comparação com a população em geral. As crenças de que fumar aumenta o enfrentamento agudo da dor enquanto reduz o sofrimento afetivo relacionado à dor, aparentemente, reforça as maiores taxas de tabagismo entre pessoas com dor (DITRE *et al.*, 2017). Em consonância, fumantes que vivem com dor também possuem mais propensão a consumir mais cigarros por dia e relatam menos confiança na capacidade de parar de fumar, o que torna a presença de dor como uma barreira para a cessação tabágica (ROOKS, M. G. *et al.*, 2017).

A associação entre o tabagismo e a dor parece ser tanto causal quanto recíproca. As evidências apontam que o tabagismo está associado ao desenvolvimento e à progressão de muitas condições dolorosas, como psoríase, artrite reumatoide e dor musculoesquelética (BASTIAN *et al.*, 2015). Além disso, o tabaco está relacionado a um aumento na intensidade

da dor de indivíduos com dores crônicas e consequente interferência nas atividades funcionais, com aumento do consumo de medicamentos analgésicos (MICHAEL HOOTEN *et al.*, 2019). Logo, o tabagismo resulta em maiores níveis de dor e maiores níveis de depressão.

Um dos mecanismos propostos para essa associação, dor e tabagismo, é que a dependência de nicotina culmina em maior sensibilidade à dor, ou seja, limiar de dor diminuído. Outra hipótese seria o efeito da nicotina sobre o sistema adrenal, especificamente sobre o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, o que também resulta em redução da tolerância da dor (BASTIAN *et al.*, 2015). Finalmente, podemos concluir que tabagistas possuem maiores níveis de dor e consomem mais analgésicos do que indivíduos não tabagistas, além disso o tabagismo também é considerado como um fator de risco para o início e progressão de condições dolorosas. Por fim, indivíduos tabagistas com dor crônica tem mais dificuldade para aderir à cessação.

Com as DCNT sendo responsáveis por uma grande porcentagem das mortes em todo o mundo, os fatores associados a essas doenças se tornam um desafio para a saúde global. Dada, ainda, a alta prevalência do tabagismo em muitos países, a redução do uso do tabaco deve ser priorizada como uma estratégia chave para prevenção e controle dessas doenças. A cessação do tabagismo é capaz de diminuir significativamente o risco de incidência de DCNT, portanto, parar de fumar é, sem dúvida, um dos passos mais importantes que um indivíduo pode realizar para melhorar sua saúde.

Estratégias de cessação

O processo de cessação é um ato difícil, visto as diferentes formas de tabagismo que podem desencadear a dependência. Porém, estratégias abrangentes foram criadas a fim de tornar

esse processo possível com o objetivo de manter a cessação de forma permanente (REICHERT *et al.*, 2008). O MS através do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA) junto ao Programa Nacional de Controle do Tabagismo (PNCT), em parceria com estados, municípios e Distrito Federal, garantem o tratamento contra o tabagismo para aqueles que desejam parar de fumar (INCA, 2022) por meio do SUS.

A Terapia Cognitivo Comportamental (TCC) se tornou a estratégia específica voltada aos indivíduos que objetivam a cessação tabágica (RAMOS; FREIRE; UZELOTO, 2018). Esta estratégia baseia-se em sessões individuais ou em grupo, proporcionando ao tabagista aulas educacionais sobre o ato tabágico, para compreender os riscos que o cigarro traz para a saúde e os benefícios em parar de fumar (REICHERT *et al.*, 2008). Além disso, a TCC faz com que o fumante entenda que fumar é um comportamento aprendido, iniciado e mantido por determinadas situações e emoções, o que leva à dependência, principalmente, pela ação da nicotina. O processo faz com que o tabagista, então, tenha a aprendizagem de novo comportamento e hábitos de vida (NUNES, 2017; REICHERT *et al.*, 2008).

Outras estratégias de tratamento, também seguras e eficazes, podem ser associadas ao TCC, como o uso de fármacos. Dentre eles, deve-se considerar a terapia de reposição de nicotina, por meio de adesivos transdérmicos (INCA, 2022), que têm como objetivo a reposição de nicotina inibindo o ato tabágico associado à dependência química e comportamental. O uso do adesivo é iniciado com doses semelhantes aos encontrados no consumo do tabagista, sendo diminuída sua miligrama de forma gradativa até que se pare por completo o uso (INCA, 2022). Ademais, antidepressivos também podem ser associados, sendo os mais comumente usados o cloridrato de bupropiona, ou também nortriptilina, e vareniclina,

com o objetivo de atingir a abstinência e a sua manutenção (HOLLANDS *et al.*, 2019).

O uso do tratamento farmacológico possui função muito importante, e bem difundido na cessação do tabaco, que é reduzir os sintomas desagradáveis da síndrome da abstinência (HOLLANDS *et al.*, 2019). Assim, ressalta-se que os medicamentos sejam usados em associação para uma abordagem mais abrangente, como suporte para que o indivíduo consiga se sentir confiante no processo de cessação e manutenção da abstinência (INCA, 2022).

Adjunto às estratégias citadas acima, as mídias sociais e as intervenções à distância via plataformas são um campo crescente para auxílio nos processos de cessação (NASLUND *et al.*, 2018). Aplicativos de celular podem ser utilizados para aumentar a autoeficácia nesse processo, ajudando os participantes a gerenciar situações tentadoras (DALLERY *et al.*, 2015) ou para facilitar a persuasão verbal ou social, enviando incentivos personalizados ou avisos para ajudar os indivíduos a se sentirem confiantes para que possam continuar com sucesso o programa (GLANZ *et al.*, 2008). Há também um crescente corpo de literatura para apoiar intervenções de saúde móvel baseadas em mensagens de texto para o tabaco (HALL *et al.*, 2019; JAMISON *et al.*, 2013; KEOLEIAN; POLCIN; GALLOWAY, 2015; WHITTAKER *et al.*, 2016) que mostraram melhorar o envolvimento do usuário com programas de cessação, expandindo a comunicação por meio de mensagens em tempo real com redes de apoio.

O aconselhamento por telefone também é uma importante estratégia, sendo seus benefícios evidentes quando fornecidos como um complemento, assim como as estratégias à distância. Estudos mostram que pessoas que ligaram para linhas de apoio e receberam aconselhamento adicional aumentaram suas chances de parar de fumar de 7% para 10%,

e pessoas que receberam telefonemas de profissionais de saúde, as chances de parar de fumar aumentaram de 11% para 14% (MATKIN *et al.*, 2019).

Dessa forma, inserir estratégias complementares como mídias sociais, reuniões à distância e/ou contato por telefone, pode ser uma forma de potencializar o sucesso dos programas de cessação ao tabagismo, com chances de atingir um número maior de participantes.

Cessação do tabagismo e atividade física

Sabe-se que os hábitos de vida não saudáveis influenciam para uma qualidade de vida ruim e isso pode levar à morte. Dito isso, associar os comportamentos de inatividade física com tabagismo pode ser um agravante à vida das pessoas (RAMOS *et al.*, 2018). Evidências de que as taxas de mortalidade de pessoas tabagistas são iguais a taxas de mortalidade dos ex-tabagistas inativos, demonstram que a falta de atividade física regular é tão ruim quanto o uso do cigarro (RAMOS *et al.*, 2018).

Além disso, a combinação entre tabagismo e inatividade física aumentam o risco do desenvolvimento de vários tipos de doenças crônicas, entre elas, doenças cardiovasculares, cânceres, acidente vascular cerebral e doença pulmonar obstrutiva crônica (DA SILVA *et al.*, 2016). No entanto, de acordo com Garcia-Aymerich *et al.* (2007), ao alterar pelo menos um desses comportamentos pode-se reduzir significativamente as chances de tais doenças, como por exemplo, com a prática de exercícios físicos regulares há diminuição dos riscos de desenvolver disfunção pulmonar na maioria dos fumantes a médio e longo prazo (FURLANETTO *et al.* 2014; HAASOVA *et al.*, 2014).

Dentre as mudanças de hábitos e/ou comportamentos, encontramos a atividade física regular utilizada também como estratégia para a cessação. As estratégias de cessação podem ser complementadas com a atividade física, sendo sugeridas

combinações para uma maior efetividade. Diante disso, há um grande interesse em investigar qual prática de atividade física seria benéfica aos tabagistas que desejam cessar o uso do cigarro e se manter em abstinência.

Ussher *et al.* (2019), entretanto, em sua revisão sistemática sobre o tema, encontrou apenas um estudo que propusesse um programa de exercício físico bem-sucedido no processo de cessação e da manutenção da abstinência por pelo menos 6 meses. Apesar de avaliar 24 ensaios clínicos sobre estratégias para promover a cessação do tabagismo com auxílio do exercício, essas não apresentaram padronização de protocolos quanto ao tipo, intensidade e duração.

Os mecanismos de associação da prática de atividade física em fumantes ainda não estão bem estabelecidos e/ou esclarecidos. O que vemos é que altos níveis de atividade física são inversos ao consumo tabágico, assim, o incentivo ao fumante de se tornar mais ativo como estratégia durante a cessação pode ser considerado efetivo (ROBERTS *et al.*, 2012; WILLIAMS *et al.*, 2011). Uma hipótese para tal sucesso seria que o exercício estimula o sistema nervoso central e os processos neurobiológicos no cérebro, sendo a estimulação parecida a do cigarro (DISHMAN; O'CONNOR, 2009; LOPRINZI *et al.*, 2015). Além disso, estudos anteriores descobriram que alguns tipos de atividade física em fumantes, podem reduzir o desejo de fumar, o ganho de peso (FARLEY *et al.*, 2012; HAASOVA *et al.*, 2014), a presença de sintomas de ansiedade, depressão e da abstinência (ROBERTS *et al.*, 2012; SMITS *et al.*, 2016; WILLIAMS *et al.*, 2011).

Exercício aeróbico e tabagismo

Dentre as estratégias da utilização do exercício, o treino aeróbico pode ser usado. O exercício aeróbico já foi associado à maior duração do intervalo de tempo para acender o próximo

cigarro (após a abstinência) (MASIERO *et al.*, 2020), ou seja, a realização de exercício pode reduzir a necessidade de fumar em homens e mulheres durante a abstinência.

Outra vertente encontrada é a de que o exercício aeróbico seria o mais indicado para esta população devido à maior liberação de hormônios no organismo, o que o torna semelhante ao prazer que o cigarro proporciona aos fumantes (USSHER *et al.*, 2014). No entanto, ainda é inconclusivo qual tipo de treino aeróbico seria mais benéfico no processo de manutenção como relatado na revisão de Ussher *et al.*, (2019) em que, dos 20 estudos inclusos, somente 13 utilizaram os exercícios aeróbicos (cardiovasculares), e os outros 7 estudos realizaram yoga, exercício combinado, exercícios de força e aconselhamento físico.

Adicionalmente a isso, com relação à intensidade do exercício há relatos que indicam que o exercício aeróbico de intensidade moderada à vigorosa parece ser o mais apropriado. Como os fumantes têm níveis elevados de cortisol plasmático, após a prática de um exercício intenso há uma redução significativa desses níveis, o que implica em melhor controle dos sintomas relacionados à síndrome de abstinência, como por exemplo, fissura e estresse (HAASOVA *et al.*, 2014; ROBERTS *et al.*, 2015; USSHER *et al.*, 2014). Além disso, o treinamento aeróbico tem a vantagem de que sua prática pode ser realizada em qualquer lugar, sem qualquer equipamento, sendo de fácil realização e de baixo custo (ABRANTES *et al.*, 2014), ou seja, permite maior aderência.

Em uma revisão sistemática publicada em 2021 (SANTOS *et al.*, 2021) que teve como objetivo avaliar a eficácia do exercício de caráter aeróbico durante o processo de cessação, pode-se observar que esse tipo de treino é um auxílio aos tabagistas que estejam em processo de cessação apenas em curto prazo, ou seja, apenas até os três meses de tratamento para parar de fumar. Este resultado pode ser justificado pelo

fato de que o exercício aeróbico funciona como um facilitador e motivador apenas até os três meses iniciais do processo de cessação do tabagismo, tempo médio de duração dos programas para parar de fumar, portanto permanece a dúvida de sua efetividade para manutenção da abstinência além desse período.

Exercício resistido na cessação do tabagismo

São poucas, ainda, as evidências a respeito da eficácia do exercício resistido durante o processo de cessação e manutenção da abstinência. Este tipo de exercício, além de propor o aumento de força muscular, redução ou manutenção do peso e sensação de bem-estar, pode oferecer aos fumantes uma estratégia útil para parar de fumar (CICCOLO *et al.*, 2011). Em um estudo piloto realizado em 2011, foi aplicado treino resistido associado ao programa de cessação e ao final do tratamento, 46% do grupo intervenção mantiveram-se abstinentes comparado com 17% do grupo controle (CICCOLO *et al.*, 2011). Infelizmente este estudo apresentou limitações importantes, principalmente com relação ao tamanho da amostra, e até o momento não foi publicado.

Ademais, o treinamento resistido pode ser benéfico para manutenção da abstinência em vários aspectos. Como visto no início desse capítulo, aqueles que estão em processo de cessação podem apresentar alterações no sono, na função pulmonar, na função muscular, principalmente. O exercício resistido pode melhorar a qualidade do sono dos indivíduos sem ou com esses problemas, visto que na abstinência de nicotina o sono é um sintoma primário e pode acabar prejudicando na cessação ou na manutenção da abstinência a longo prazo (CICCOLO *et al.*, 2014; PURANI *et al.*, 2019).

Com relação à força muscular, a cessação por si só do cigarro já se mostrou benéfica. Darabseh *et al* verificaram que,

se tabagistas se mantivessem em abstinência por um período curto de 14 dias, já seria suficiente para reduzir o estado de inflamação sistêmica de baixo grau e induzir a resistência muscular à fadiga, estimulando a manutenção da abstinência nos indivíduos em tentativas de cessação (DARABSEH *et al.*, 2021). Já no que se refere à função pulmonar, devido ao alto risco de desenvolvimento de disfunção pulmonar, e mesmo quando esta já está estabelecida, a utilização de treino resistido é sugerida para melhorar a função pulmonar dos tabagistas, por tentar reduzir os riscos de disfunção (CICCOLO *et al.*, 2014).

Dentre outros, mas não menos importantes, apesar de não serem tratados no início do capítulo, temos outros benefícios associados ao uso do exercício físico do tipo resistido. Em relação ao aspecto sanguíneo, o treino resistido tem efeitos, por exemplo, na redução da hemoglobina glicosada (marcador do controle de glicose no sangue), sendo importante nesta população uma vez que o tabagista tem alto risco de desenvolver resistência à insulina pulmonar (CICCOLO *et al.*, 2014).

Por fim, todo e qualquer tabagista que tenha o desejo de iniciar a prática de bons comportamentos, principalmente a de atividade física, estando dentro do processo de cessação ou não, deve ter um acompanhamento de um profissional para realizar testes pulmonares e funcionais, sempre com uma supervisão capacitada. Além disso, deve ser constantemente estimulada a realização de prática regular e/ou aumento de nível de atividade física, visto que pode ser um enorme facilitador durante o processo de manutenção da abstinência.

Considerações finais

Podemos concluir que tanto a prática de atividade física quanto a cessação tabágica devem ser estimuladas. Isso porque a mudança de comportamentos nocivos com o início à atividade física regular e o abandono ao tabagismo podem trazer

importantes modificações no perfil do tabagista e, consequentemente, redução dos riscos do surgimento de outras comorbidades associadas, de suas deficiências. Por fim, é importante ressaltar que o incentivo à prática regular de atividade física pode ser facilitador para a manutenção de abstinência durante o processo de cessação do uso do cigarro.

Referências

AL-BASHAIREH, A. M. *et al.* The Effect of Tobacco Smoking on Musculoskeletal Health: A Systematic Review. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2018, 2018.

HALL A. K.; COLE-LEWIS H. Mobile text messaging for health: a systematic review of reviews. **Physiology & behavior**, v. 176, n. 3, p. 139–148, 2019.

ABRANTES, A. M. *et al.* A preliminary randomized controlled trial of a behavioral exercise intervention for smoking cessation. **Nicotine and Tobacco Research**, v. 16, n. 8, p. 1094–1103, 2014.

BALBANI, A. P. S.; MONTOVANI, J. C. Methods for smoking cessation and treatment of nicotine dependence. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 71, n. 6, p. 820–826, 2005.

BASTIAN, L. A. *et al.* Impact of Smoking Cessation on Subsequent Pain Intensity among Chronically Ill Veterans Enrolled in a Smoking Cessation Trial. **Journal of Pain and Symptom Management**, v. 50, n. 6, p. 822–829, 2015.

WETTER, David W. *et al.* Smoking as a risk factor for sleep-disordered breathing. **Archives of internal medicine**, v. 154, n. 19, p. 2219-2224, 1994.

BRASIL. **Décima Revisão da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde** (CID-10 - 1997).

BRESLAU, N. *et al.* Sleep disturbance and psychiatric disorders: A longitudinal epidemiological study of young adults. **Biological Psychiatry**, v. 39, n. 6, p. 411-418, 1996.

CHEN, L. J. *et al.* Physical activity, smoking, and the incidence of clinically diagnosed insomnia. **Sleep Medicine**, v. 30, p. 189-194, 2017.

CICCOLO, J. T. *et al.* Resistance training as an aid to standard smoking cessation treatment: A pilot study. **Nicotine and Tobacco Research**, v. 13, n. 8, p. 756-760, 2011.

CICCOLO, J. T. *et al.* Efficacy of resistance training as an aid to smoking cessation: Rationale and design of the Strength To Quit study. **Mental health and physical activity**, v. 7, n. 2, p. 95-103, 2014.

COHRS, S. *et al.* Impaired sleep quality and sleep duration in smokers - Results from the German Multicenter Study on Nicotine Dependence. **Addiction Biology**, v. 19, n. 3, p. 486-496, 2014.

DA SILVA, L. C. C. *et al.* Smoking control: Challenges and achievements. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 42, n. 4, p. 290-298, 2016.

DALLERY, J. *et al.* Interventions for Substance Use. **Drug and Alcohol Dependence**, v. 150, p. 1–10, 2015.

DARABSEH, M. Z. *et al.* Fourteen days of smoking cessation improves muscle fatigue resistance and reverses markers of systemic inflammation. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1–11, 2021.

DARABSEH MZ, MADEN-WILKINSON TM, WELBOURNE G, E. A. Quatorze dias após a cessação do tabagismo, melhora a resistência à fadiga muscular e reverte os marcadores de inflamação sistêmica. [s.d.].

DISHMAN, R. K.; O'CONNOR, P. J. Lessons in exercise neurobiology: The case of endorphins. **Mental Health and Physical Activity**, v. 2, n. 1, p. 4–9, 2009.

DITRE, J. W. *et al.* A measure of perceived pain and tobacco smoking interrelations: pilot validation of the pain and smoking inventory. **Cognitive Behaviour Therapy**, v. 46, n. 4, p. 339–351, 2017.

DROPE, J *et al.*. Who's still smoking? Disparities in adult cigarette smoking prevalence in the United States. **CA: a cancer journal for clinicians**, v. v. 68, n. n. 2, p. 106–115, 2018.

ERICA N. P.; LISA M. F.; CLAIRE. N.; BENJAMIN A. T. Effect of Night Smoking, Sleep Disturbance, and Their CoOccurrence on Smoking Outcomes. **Bone**, v. 23, n. 1, p. 1–7, 2008.

FARIAS, N.; BUCHALLA, C. M. A Classificação Internacional de Funcionalidade , Incapacidade e Saúde da Organização Mundial da Saúde : Conceitos , Usos e Perspectivas The International Classification of. **Rev Bras Epidemiol**, v. 8, n. 2, p. 187–193, 2005.

FARLEY, A. C. *et al.* Interventions for preventing weight gain after smoking cessation. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 1, 2012.

FONSECA, J.; NELLESSEN, A. G.; PITTA, F. Muscle Dysfunction in Smokers and Patients With Mild COPD: A SYSTEMATIC REVIEW. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v. 39, n. 4, p. 241–252, 2019.

FREITAS, E. R. F. S. DE; ARAUJO, E. C. L. DA S.; ALVES, K. DA S. Influência do tabagismo na força muscular respiratória em idosos. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 19, n. 4, p. 326–331, 2012.

FURLANETTO, K. C. *et al.* Reduction of physical activity in daily life and its determinants in smokers without airflow obstruction. **Respirology**, v. 19, n. 3, p. 369–375, 2014.

GARCIA-AYMERICH, J. *et al.* Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease: A population-based cohort study. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 175, n. 5, p. 458–463, 2007.

GLANZ, K., RIMER, B. K.; VISWANATH, K. (Ed.). **Health behavior and health education: theory, research, and practice**. John Wiley & Sons, 2008.

HAASOVA, Marcela *et al.* The acute effects of physical activity on cigarette cravings: exploration of potential moderators, mediators and physical activity attributes using individual participant data (IPD) meta-analyses. **Psychopharmacology**, v. 231, n. 7, p. 1267-1275, 2014.

HOLLANDS, G. J. *et al.* Interventions to increase adherence to medications for tobacco dependence. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2019, n. 8, 2019.

HU, M. *et al.* Multi-angles of smoking and mild cognitive impairment: is the association mediated by sleep duration? **Neurological Sciences**, v. 40, n. 5, p. 1019–1027, 2019.

INSTITUTO DO SONO. **Fumar antes de dormir ajuda ou prejudica o sono? Entenda essa relação**, 2021. Disponível em: <<https://institutodosono.com/artigos-noticias/fumar-fumar-antes-de-dormir-ajuda-ojudica-o-sono-antes-de-dormir-ajuda-ojudica-o-sono/>>. Acesso em 10 de agosto de 2021.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA), 2022. **Tabagismo**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tabagismo>. Acesso em 11 de maio de 2022.

JAMISON, J. *et al.* Delivering Smoking Cessation Support by Mobile Phone Text Message: What Information do Smokers Want? A Focus Group Study. **Journal of Applied Biobehavioral Research**, v. 18, n. 1, p. 1–23, 2013.

KEOLEIAN, V.; POLCIN, D.; GALLOWAY, G. P. Text Messaging for Addiction: A Review. **Journal of Psychoactive Drugs**, v. 47, n. 2, p. 158–176, 2015.

KINNUNEN, T. H. *et al.* Treating tobacco dependence in women with exercise: Review on effectiveness and mechanisms. **International Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 8, n. 1, p. 48–60, 2010.

LEVY, D.; DE ALMEIDA, L. M.; SZKLO, A. The Brazil SimSmoke Policy Simulation Model: The Effect of Strong Tobacco Control Policies on Smoking Prevalence and Smoking-Attributable Deaths in a Middle Income Nation. **PLoS Medicine**, v. 9, n. 11, 2012.

LOPRINZI, P. D.; WOLFE, C. D.; WALKER, J. F. Exercise facilitates smoking cessation indirectly via improvements in smoking-specific self-efficacy: Prospective cohort study among a national sample of young smokers. **Preventive Medicine**, v. 81, p. 63–66, 2015.

MANTOANI, L. C. *et al.* Long-term Effects of a Program to Increase Physical Activity in Smokers. **CHEST**, v. 146, n. 6, p. 1627–1632, 2014.

MASIERO, M. *et al.* Short bouts of physical activity are associated with reduced smoking withdrawal symptoms, but perceptions of intensity may be the key. **Healthcare (Switzerland)**, v. 8, n. 4, 2020.

MATKIN, W.; ORDÓÑEZ-MENA, J. M.; HARTMANN-BOYCE, J. Telephone counselling for smoking cessation. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2019, n. 5, 2019.

MICHAEL HOOTEN, W. *et al.* Effects of a brief pain and smoking cessation intervention in adults with chronic pain: A randomized controlled trial. **Addictive Behaviors**, v. 92, n. November 2018, p. 173–179, 2019.

MIRANDA, L. *et al.* Smoking and Early COPD as Independent Predictors of Body Composition , Exercise Capacity , and Health Status. **PLoS ONE**, v. 11, n. 10, p. 1–12, 2016.

MULLER, P. D. T. *et al.* Cardiopulmonary and Muscular Interactions : Potential Implications for Exercise (In) tolerance in Symptomatic Smokers Without Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **frontiers in Physiology**, v. 10, n. July, 2019.

NASLUND, J. A. *et al.* Systematic review of social media interventions for smoking cessation. p. 81–93, 2018.

NOGUEIRA L, TRISKO BM, LIMA-ROSA FL, E. A. A fumaça do cigarro prejudica diretamente a função do músculo esquelético por meio da regressão capilar e alteração da cinética do cálcio da miofibra em camundongos. **J Physiol**, v. 596 (14):, 2018.

NUNES E, M. L. Programa Nacional para a prevenção e controle do tabagismo. **Programa Nac Para a Prevenção E Control Do Tabagismo**, v. 2017:26., 2017.

PASCO, J. A. *et al.* Lower-limb muscle strength: Normative data from an observational population-based study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 21, n. 1, p. 4–11, 2020.

PHILIPS, B. A.; DANNER, F. J. Cigarette Smoking and Sleep Disturbance. **Arch Intern Med.**, v. 155, p. 734–737, 1995.

PROENÇA, M. *et al.* Mucociliary clearance and its relation with the level of physical activity in daily life in healthy smokers and nonsmokers. **Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition)**, v. 18, n. 5, p. 233-238, 2012.

PURANI, H.; FRIEDRICHSEN, S.; ALLEN, A. M. Sleep quality in cigarette smokers: Associations with smoking-related outcomes and exercise. **Addictive Behaviors**, v. 90, n. September 2018, p. 71–76, 2019.

RAMOS E. M. C., FREIRE A. P. C. F., UZELOTO, R. D. **O papel do fisioterapeuta na cessação do tabagismo**. [s.l: s.n.], 2018.

REICHERT, J. *et al.* Smoking cessation guidelines - 2008. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 34, n. 10, p. 845–880, 2008.

RELEVANCE, C. Functional Tests in Chronic Obstructive Pulmonary Disease , Part 1 : **Annals American Thoracic Society**, v. 14, n. 5, p. 778–784, 2017.

ROBERTS, V. *et al.* The acute effects of exercise on cigarette cravings, withdrawal symptoms, affect, and smoking behaviour: systematic review update and meta-analysis. **Psychopharmacology**, v. 222, n. 1, p. 1-15, 2012.

ROBERTS, V. *et al.* Effects of exercise on the desire to smoke and physiological responses to temporary smoking abstinence: A crossover trial. **Psychopharmacology**, v. 232, n. 6, p. 1071–1081, 2015.

ROOKS, M.G. *et al.* Pain characteristics and nicotine deprivation as predictors of performance during a laboratory paradigm of smoking cessation. **Physiology & behavior**, v. 176, n. 3, p. 139–148, 2017.

SANTOS, C. P. *et al.* Effectiveness of Aerobic Exercise on Smoking Cessation in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 18, n. 2, p. 230–242, 2021.

SILVA, B. S. A. *et al.* Resistance training with elastic tubing improves muscle strength, exercise capacity, and post-exercise creatine kinase clearance in subjects with COPD. **Respiratory Care**, v. 64, n. 7, p. 835–843, 2019.

SILVA, I. G. *et al.* Influência de variáveis espirométricas e transporte mucociliar na funcionalidade de tabagistas leves. **ConScientiae Saúde**, v. 17, n. 1, p. 3–10, 2018.

SMITS, J. A. J. *et al.* The Efficacy of Vigorous-Intensity Exercise as an Aid to Smoking Cessation in Adults With High Anxiety Sensitivity. **Psychosomatic Medicine**, v. 78, n. 3, p. 354–364, 2016.

STABBERT, R. *et al.* Studies on the contributions of smoke constituents, individually and in mixtures, in a range of in vitro bioactivity assays. **Toxicology in Vitro**, v. 42, n. November 2016, p. 222–246, 2017.

US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES *et al.* The health consequences of smoking: a report of the Surgeon General. 2004.

USSHER, M. H. *et al.* Exercise interventions for smoking cessation. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2019, n. 10, 2019.

USSHER, M. H.; TAYLOR, A. H.; FAULKNER, G. E. J. Exercise interventions for smoking cessation. **The Cochrane database of systematic reviews**, v. 8, n. 8, p. CD002295, 2014.

UZELOTO J. S. *et al.* Relationships between physical activity, smoking, nasal mucociliary transportability and pulmonary function. **Sci Med.**, v. 27, n. 3, p. ID26920, 2017.

WETTER, D. W. *et al.* Tobacco Withdrawal and Nicotine Replacement Influence Objective Measures of Sleep. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v. 63, n. 4, p. 658–667, 1994.

WHITTAKER R. *et al.* Mobile phone-based interventions for smoking cessation. **Cochrane database of systematic reviews**. v. 4, 2016.

WILLIAMS, D. M. *et al.* Acute effects of moderate intensity aerobic exercise on affective withdrawal symptoms and cravings among women smokers. **Addictive Behaviors**, v. 36, n. 8, p. 894–897, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* **Tobacco**, 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>>. Acesso em 9 de agosto de 2021.

ZABATIERO, J. *et al.* Comparison of two strategies using pedometers to counteract physical inactivity in smokers. **nicotine & tobacco research**, v. 16, n. 5, p. 562–568, 2014.

**EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO CLÍNICO
FUNCIONAIS: PRINCÍPIOS
E PRÁTICAS APLICADAS À DOR
MUSCULOESQUELÉTICA CRÔNICA**

*Functional and clinical stabilization exercises: principles
and practices applied to chronic musculoskeletal pain*

Fabício José Jassi

Vanessa Cristina Godoi de Paula

Otávio Henrique Borges Amaral

Giani Alves de Oliveira

Guilherme Luis Santana Luchesi

A dor crônica no sistema musculoesquelético é o principal fator que resulta nas incapacidades em todo o mundo, sendo o seu manejo e gerenciamento um enfrentamento desafiador para pesquisadores, clínicos e pacientes (JAMES et al., 2017). Segundo dados de 2020 da OMS, 1,75 bilhões de pessoas são acometidas por alguma forma de dor crônica musculoesquelética, ou seja, 20-33% da população mundial padecem dessa condição. Esses números alarmantes, por conseguinte, representam um grande problema público de saúde, acarretando gastos exorbitantes para os sistemas públicos e privados (JAMES et al., 2017).

A definição de dor crônica tornou-se mais aceita e clara pela caracterização temporal, no qual as dores crônicas são quadro algícos que persistem ou recorrem por mais de 3 meses. Essa nova classificação foi criada por uma força tarefa da Associação Internacional para o Estudo da Dor – IASP, em conjunto com a OMS para a nova Classificação Internacional de Doenças (CID-11) que entrará em vigor a partir de janeiro de 2022. Decidiu-se dar prioridade para a etiologia da dor, os efeitos fisiopatológicos subjacentes e, por fim, ao local da

dor para sua caracterização. O termo “dor crônica” pode ser dividido e caracterizado em 7 categorias: (1) dor primária crônica; (2) dor crônica do câncer; (3) dor pós-cirúrgica e pós-traumática crônica; (4) dor neuropática crônica; (5) dor de cabeça crônica e dor orofacial; (6) dor visceral crônica; (7) dor musculoesquelética crônica (TREEDE, 2019).

Fatores físicos, psicológicos e sociais podem contribuir para o desenvolvimento das dores crônicas. Em relação aos aspectos demográficos, verificamos que pacientes mais velhos têm uma tendência maior que os mais novos a experimentar dores crônicas (FAYAZ, 2016), em relação ao gênero, as mulheres reportam mais dores que os homens (GREENSPAN, 2007) e pacientes caucasianos relatam menos dores e incapacidades que os negros (JANEVIC, 2017). A literatura também associa o hábito de fumar em pacientes com dores crônicas, se comparados a pacientes não fumantes (ORHURHU, 2015); climas mais frios também se relacionam com as dores crônicas, mostrando uma relação que sugere maiores níveis de dor e menores níveis de vitamina D em pacientes acometidos (SHIPTON, 2015).

As formas mais prevalentes de dor musculoesqueléticas que buscam consultórios de médicos e fisioterapeutas são as dores crônicas inespecíficas na coluna lombar, dores crônicas na cervical e condições dolorosas associadas a diagnósticos como osteoartrite e artrite reumatoide. Podem também estar associadas a queixas musculares, entorses, dores associadas a fraturas ou traumas nos membros (OMS, 2020; BABATUNDE, 2017). Essas condições resultam em grande impacto na qualidade de vida (JAMES *et al.*, 2017), levando os acometidos a comportamentos de ansiedade/depressão, pensamentos catastróficos em relação à dor, comportamentos de evitação em relação aos movimentos por medo da dor e distúrbios autonômicos (EL-BADAWY; MIKKAWY, 2016; NIJS, 2015).

Esse quadro resulta em dificuldades para o seu gerenciamento e contribuem para o crescimento e cronificação das dores. Medidas como o uso excessivo de exames radiológicos, opióides e cirurgias associados à falta de educação e aconselhamentos aos pacientes com dores crônicas são falhas evidenciadas por pesquisadores (BUCHBINDER, 2018). Frente ao complexo e abrangente quadro, estratégias que visam educar o paciente em relação a sua dor têm sido utilizadas para ajudar no tratamento das dores crônicas e incapacidades, utilizando modelos biomédicos com ênfase na anatomia e biomecânicas das lesões (BROEX, 2008) ou modelos baseados na biologia e fisiologia da dor, a conhecida educação em neurociência da dor. Ambos os modelos de educação têm prós e contras. O modelo biomédico apresenta melhores resultados em pacientes com quadros agudos, enquanto que, a educação em neurociência da dor apresenta bons resultados em quadro de dores crônicas (LOUW, 2016).

Os modelos educativos têm os seus resultados potencializados se acrescidos de modalidades de tratamentos físicos, em uma abordagem multimodal. As terapias manuais têm sido utilizadas para o tratamento da dor, no qual o profissional aplica forças mecânicas sobre as estruturas musculoesqueléticas para produzir alterações físicas e neurofisiológicas (CORONADO, 2017). Outra terapia física amplamente utilizada e estudada em pacientes com dores crônicas são os exercícios físicos. Nesse sentido, existem diferentes modalidades de exercícios disponíveis para prevenção, tratamento e acompanhamento de pacientes com dor crônica musculoesquelética. Dentre elas destacam-se exercícios de resistência e força, cardiorrespiratórios, de estabilização com abordagem funcional e de integração sensorial, o que discutiremos nos próximos tópicos.

Subsistemas de estabilização articular

Para o entendimento dos mecanismos do treinamento de estabilização clínico funcional e integração sensorial, é necessário que se compreenda os elementos que conferem estabilidade articular. Para Panjabia (2003), a estabilidade articular funciona a partir da interação de três subsistemas: passivo, ativo e neural. Estes três subsistemas interagem durante as atividades funcionais diárias para garantir estabilidade com qualidade, controle e precisão.

Sistema passivo

O sistema passivo é composto pelas vértebras, discos intervertebrais, articulações, cápsula articular, ligamentos e propriedades passivas dos músculos que, juntos, fornecem a maior parte da estabilidade ao final das amplitudes de movimento.

Sistema ativo

O sistema ativo é constituído pelos músculos e pelos tendões que, juntos, fornecem suporte e rigidez em nível articular e global, gerando a estabilidade necessária para a articulação. Além disso, apresentam braço de alavanca e área total maiores do que os componentes do sistema passivo. É importante ressaltar que Comerford e Mottram (2001) apresentam outra classificação do sistema ativo, em que caracterizam e definem o sistema muscular em três grupos: estabilizadores locais, estabilizadores globais e mobilizadores globais.

Sistema neural

O sistema neural, é constituído pelos sistemas nervosos central e periférico, que coordenam a atividade muscular em resposta a forças esperadas ou não, fornecendo assim estabilidade estática e dinâmica. Esse sistema é responsável por ativar os músculos específicos em determinado tempo,

para proteger a articulação de possíveis lesões e permitir o movimento. O sistema neural central está constantemente recebendo informações do sistema nervoso periférico em relação ao posicionamento articular e força das estruturas ativas e passivas para manter a ativação muscular adequada em resposta a mudanças nestas estruturas (*feedback*), contribuindo, assim, para a estabilidade das articulações (PAN-JABI, 2003; MARSHAL, 2006). Ele também realiza ajustes posturais antecipatórios a perturbações causadas por forças internas e externas ao corpo para garantir a estabilidade das articulações frente a distúrbios da postura e equilíbrio (TSAO, 2008; FUJIWARA, 2009). Esse tipo de controle postural é conhecido como ajuste postural antecipatório ou *feedforward*. Por meio desse mecanismo, músculos das pernas e do tronco são pré-ativados para garantir o controle da postura vertical (XIAOYAN, 2008; FUJIWARA, 2009).

Para estabilidade postural e funcional adequada, estes três subsistemas devem interagir de forma orquestrada. Uma gama de fatores pode alterar ou danificar os elementos que compõem estes subsistemas, prejudicando seu funcionamento: postura inadequada, dor aguda e crônica, exercícios realizados de forma inadequada, sedentarismo, lesões, menor resistência e força muscular, doenças neurológicas e reumatologias, excesso de treinamento, sobrepeso, déficit de coordenação e equilíbrio e, também, as alterações óculomotoras.

Sistema de estabilização corporal e integração sensorial na dor crônica

Quando se fala em controle postural, nota-se que este resulta da interação sensório-motora (CARVALHO *et al.*, 2009; HORAK *et al.*, 2006) de vários sistemas, sendo eles os sistemas: visual, vestibular, proprioceptores sensitivos e musculoesquelético no sistema nervoso central, que atribui

a manutenção do equilíbrio corporal por meio de respostas neuromusculares (DUARTE; FREITAS, 2010).

Sistema visual

Exerce muitas funções importantes no aspecto focal e ambiental para identificar objetos e detectar aspectos espaciais e temporais de nossos próprios movimentos, o que auxilia na antecipação de eventos e nas respostas neuromusculares (SCHMIDT *et.al.*, 2010).

Sistema vestibular

Está presente no ouvido interno, onde detecta movimentos da cabeça e é sensível a sua orientação em relação à gravidade. Dessa forma, exerce papel importante para a postura e o equilíbrio (SCHMIDT *et al.*, 2010).

Propriocepção

Esta é de suma importância para o controle postural (SCHMIDT *et.al.*, 2010), sendo cada tipo de receptor altamente sensível a um tipo de estímulo para o qual ele é especializado. Cada trato nervoso termina em uma área específica do sistema nervoso central. O tipo de sensação percebida, quando uma fibra nervosa é estimulada, é determinada pela região para a qual as fibras se dirigem (GUYTON; HALL 2017).

Estudos mostram que os indivíduos com dor crônica apresentam alterações nesse sistema sensório-motor (MADELEINE *et al.*, 2004) pelo alto limiar de aferências nociceptivas, além de maior instabilidade postural, com importante envolvimento das regiões cerebrais associadas a esses sistemas e suas interações. Um sistema sensorial influencia a percepção, as respostas comportamentais ou o processamento neural de um estímulo apresentado em outra modalidade sensorial (CAVANNA; TRIMBLE, 2006).

A frequência dos potenciais de ação repetitivos transmitidos pelos receptores sensoriais aumenta quase que proporcionalmente ao aumento no potencial receptor. Este princípio permite que o receptor seja sensível a uma experiência sensorial muito fraca e, ainda assim, seja capaz de não atingir a frequência máxima de disparo até que a experiência sensorial seja extrema. Isto possibilita que o receptor tenha uma gama ampla de respostas, de muito fracas até muito intensas.

O receptor de adaptação lenta continua a transmitir impulsos para o sistema nervoso central durante todo o tempo em que o estímulo estiver presente (ou pelo menos por minutos ou horas). Assim, eles mantêm o sistema nervoso central informado constantemente sobre o estado do corpo e sua relação com o meio ambiente. Esses receptores de adaptação lenta incluem (1) receptores da mácula – no aparelho vestibular e os (2) receptores da dor. A sensibilidade das sinapses, a longo prazo, pode ser alterada pelo aumento do número de proteínas receptoras nos sítios sinápticos, quando houver hiperatividade; e pela redução do número de receptores, quando houver hiperatividade. (GUYTON; HALL, 2017). Essas alterações, por sua vez, podem alterar o controle postural por meio da adaptação do sistema sensório-motor e ressaltar o padrão de dor persistente (SHEN *et al.*, 2019)

O sistema de estabilização e as capacidades físicas treináveis

A avaliação dos componentes físicos é um dos cuidados básicos mais importantes para a análise da capacidade funcional de uma pessoa, principalmente em indivíduos que apresentam dor crônica. Esta avaliação permite a identificação de possíveis disfunções musculoesqueléticas e também a limitação funcional do paciente (JÚNIOR; NETO, 2020). Desta forma, surgem as capacidades físicas, associadas à

estabilização clínico funcional, que podem ser definidas como um conjunto de capacidades treináveis que abrangem resistência, força, velocidade, agilidade, flexibilidade, potência, equilíbrio e coordenação (MEZCUA-HIDALGO, 2019). São considerados parâmetros fisiológicos diretamente relacionados com a saúde, aptidão física e reabilitação do indivíduo.

Resistência

Quando falamos em resistência, nos referimos à capacidade muscular de exercer repetidamente a força contra determinada resistência. Logo, para exercitá-la, é necessário que os músculos gerem força de forma ativa, pois as forças que atuam sobre determinado músculo estimulam processos fisiológicos que provocam certas adaptações. Essas adaptações incluem aumentos no tamanho da fibra muscular, nas enzimas metabólicas, nas concentrações e nas atividades de substrato neural, provocando aumento na capacidade do músculo de gerar força, bem como, na capacidade de gerar força de forma repetitiva ou por período sustentado (CHIU, 2018).

Força

A força pode ser definida como a quantidade de tensão que um músculo, ou grupo muscular, pode fazer para gerar certo movimento, o que envolve a contração muscular, que é a capacidade do músculo em gerar encurtamento de suas unidades contráteis, aproximando suas inserções. A força muscular pode ser gerada por três formas diferentes de contração: isotônica, isométrica e isocinética (JÚNIOR NETO, 2020). Com isso, o treinamento de força ocorre a partir de um programa de exercícios destinados a aumentar a capacidade de um indivíduo de exercer ou resistir a força, e tem como objetivo otimizar a função muscular e prevenir atrofia (VOET *et al.*, 2019).

Velocidade e agilidade

A velocidade é definida como a capacidade de realizar ações motoras em um curto período de tempo, enquanto que a agilidade é considerada a habilidade de acelerar, desacelerar e mudar de direção de forma rápida (ALMAS, WERNECK & COELHO, 2012).

Flexibilidade

Essa é considerada a habilidade de mover uma ou várias articulações de maneira confortável por meio de uma amplitude de movimento irrestrita na ausência de dor. Estudos apontam que uma boa flexibilidade está associada à melhora da qualidade de vida, pois promove auxílio à reeducação postural e pode prevenir lesões musculoesqueléticas (JUNIOR & SILVA, 2020). A amplitude de movimento articular é uma característica física importante e que influencia a capacidade de realizar atividades funcionais (KIM *et al.*, 2019). Logo, níveis reduzidos de flexibilidade estão diretamente relacionados ao encurtamento muscular, citado como um dos fatores que pode gerar desequilíbrio postural, bem como, dores musculares e problemas posturais (TORRES-PAREJA *et al.*, 2019; BARONI; FLÉZ; DANIEL, 2020). Quando se busca aprimorá-la, os exercícios de flexibilidade são considerados primordiais, pois se concentram na melhora e na manutenção da quantidade de movimento disponível nos músculos e estruturas articulares, segurando ou alongando o corpo em posições específicas (KIM *et al.*, 2019).

Potência

A potência é considerada a taxa de realização de trabalho do músculo, ou trabalho dividido pelo tempo, ou seja, é a contração muscular influenciada pelo tempo, onde se combina força, velocidade e coordenação dos movimentos

(FLECK & KRAEMER, 2017). Exercícios que envolvem alta potência, necessitam de contrações explosivas e força exercida em velocidades elevadas. Os exercícios pliométricos, que envolvem saltos e arremessos, são indicados para trabalhar a capacidade de potência muscular, pois eles geram adaptações no sistema neuromuscular que passa a ser condicionado a agir mais rapidamente (KOBAL *et al.*, 2017; BEHM *et al.*, 2017).

Coordenação e equilíbrio

A coordenação pode ser definida como a habilidade de controlar a ampla gama do grau de liberdade e manter relações entre o funcional, temporal e espacial entre segmentos corporais, ambiente e eventos para alcançar movimentos orientados. Estudos afirmam que a coordenação motora sustenta todas as formas de movimento neuromuscular, que são considerados padrões de movimento observáveis e que envolvem a combinação de duas ou mais partes do corpo em locomoção (por exemplo, correr, pular, pular) ou controle de objeto (por exemplo, lançar, pegar, mover objetos) (HAN *et al.*, 2017).

Já o equilíbrio é considerado um complexo fenômeno sensório-motor, gerado pela integração de informações advindas de três sistemas sensoriais (visual, proprioceptivo e vestibular) e que são processadas no sistema nervoso central (ROMERO *et al.*, 2021). Sabe-se que as habilidades proprioceptivas são uma parte importante do equilíbrio corporal (DURAY *et al.*, 2018).

A coordenação e equilíbrio têm como objetivo avaliar as repostas reflexas rápidas dos músculos estabilizadores do tronco e membros inferiores (COX, 2002).

Princípios do treinamento de estabilização, método Jassi de Estabilização Clínico e Funcional

1. É primordial explicar ao paciente quais serão as condutas e determinar seus desequilíbrios, bem como, estabelecer metas com o tratamento (para isso, é necessário que o terapeuta faça uma boa avaliação).

2. O terapeuta não deve reforçar padrões anormais de movimento que o paciente apresente, deve evitar compensações e corrigir as hipomobilidades presentes.

3. O paciente deve ser instruído para que execute uma contração de baixa intensidade, sendo necessário 25% da contração voluntária máxima.

4. O foco deve ser flexibilizar os músculos que se encontram inelásticos e reequilibrar o tônus dos músculos hiperativos.

5. São necessárias repetições para que ocorra a automização do movimento.

6. O treino funcional deve ser priorizado.

7. É muito importante que, durante a execução dos exercícios, não tenha presença de dor (já que a dor desliga os estabilizadores e hiperativa os mobilizadores).

8. Para treinamento de estabilização clínico funcional, o comando verbal e a motivação do terapeuta são fatores importantes.

9. O posicionamento do paciente para a realização dos exercícios deve estar embasado na biomecânica funcional e nas neutralidades (exercícios realizados de forma inadequada são extremamente prejudiciais).

10. Muitas vezes o paciente precisa ser apresentado ao próprio corpo, portanto, é importante que o terapeuta mostre figuras a ele e o toque, já que os exercícios de estabilização são exercícios ricos em propriocepção.

11. O terapeuta precisa de comando verbal, posicionar-se adequadamente, vestir-se bem e sentir-se bem (deve haver uma aliança terapêutica).

Quando é a hora de evoluir com o paciente?

O método Jassi de Estabilização Clínico e Funcional indica que a evolução deve acontecer quando o paciente estiver realizando o exercício de forma correta, sem compensações e com facilidade. No início do tratamento, o paciente pode acabar realizando os exercícios com uma amplitude de movimento menor do que o ideal, com isso é necessário o entendimento de que, se a prescrição do terapeuta foi de 5 a 12 repetições, mas o paciente só consegue fazer 5 de forma correta, é hora de parar. Porém, se ele conseguir fazer as 12 repetições corretamente, é hora de evoluir.

Como evoluir com o paciente?

1. O ideal é começar com superfícies estáveis e evoluir para superfícies instáveis.

2. Fazer exercícios estáticos, dinâmicos, em cadeira cinética aberta e em cadeira cinética fechada, além dos exercícios pliométricos.

3. É importante que o paciente trabalhe os exercícios com os olhos abertos e com os olhos fechados.

4. Utilizar diferentes fontes de informação sensorial (exemplo: audição), pois todos os exercícios são ricos em informações sensoriais provindas dos diferentes sistemas, como a propriocepção, audição e visão.

5. É interessante que o terapeuta trabalhe em cadeia integrada (exercícios que exigem coordenação e controle de todos os estabilizadores) com o paciente, além de trabalhar as

capacidades físicas motoras associadas aos componentes da aptidão física.

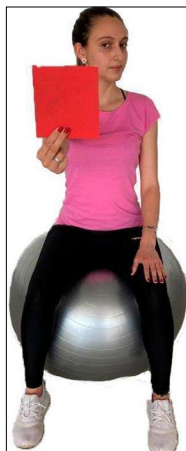
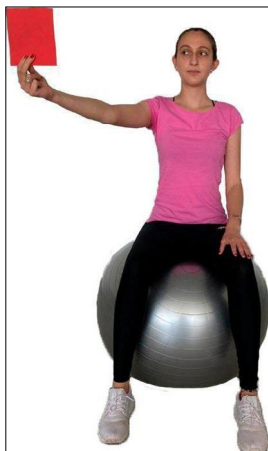
6. Os mesmos músculos devem ser trabalhados em diferentes posições, como, por exemplo, em decúbito dorsal e ventral, em quatro apoios, sentado ou em pé.

A chave para um bom tratamento utilizando os exercícios de estabilização é não trabalhar os músculos estabilizadores e mobilizadores apenas em uma determinada postura, já que em várias situações do nosso dia a dia precisamos do recrutamento coordenado e adequado dos músculos estabilizadores, portanto, precisamos trabalhá-los em diferentes posições. Enfatizar as posturas e atividades funcionais do paciente é de suma importância, porque quanto mais funcionais os exercícios, mais preparado estará o corpo do paciente para enfrentar os desafios do meio.

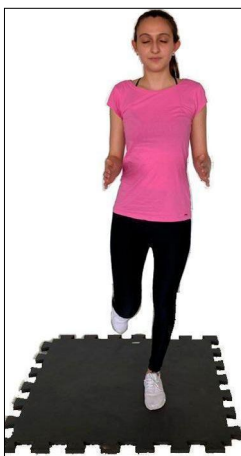
EXEMPLOS DE EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO CLÍNICOS FUNCIONAIS

1) EXERCÍCIO DE CONTROLE DINÂMICO DOS MÚSCULOS ESTABILIZADORES COM ESTÍMULO:

A) DE FIXAÇÃO VISUAL: B) DE PERSEGUIÇÃO VISUAL:



C) VESTIBULAR:



2) PRANCHA LATERAL:



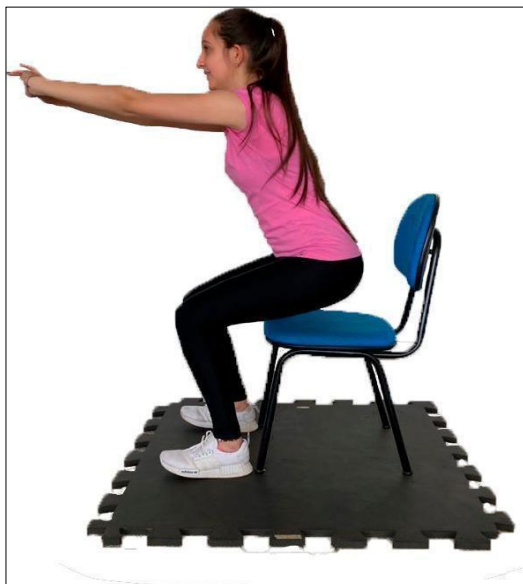
4) PONTE COSTAS:



5) PONTE FRONTAL:



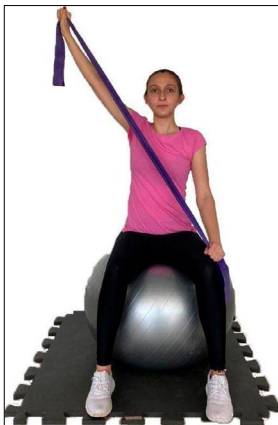
6) SENTAR E LEVANTAR:



**7) CONTRAÇÃO DOS MÚSCULOS DA CAIXA DE FORÇA
EM DECÚBITO DORSAL ALTERNADO:**



8) CONTRAÇÃO DOS MÚSCULOS DA CAIXA DE FORÇA
SENTADO ASSOCIADO À ESTABILIZAÇÃO ESCAPULAR
COM FAIXA ELÁSTICA:



Referências

ALMAS, S. P.; WERNECK, F. Z.; COELHO, E. F. Influência da posse de bola na velocidade e na agilidade de jogadores de Football. **Motricidade**, vol. 8, n. s2, pp. 682-688, 2012.

BABATUNDE, O. O.; JORDAN, J. L.; VANDER-WINDT D. A.; HILL, J. C.; FOSTER, N. E.; PROTHEROE, J. Effective treatment options for musculoskeletal pain in primary care: a systematic overview of current evidence. **PLoS One**. 2017 Jun 22;12(6):e0178621. doi: 10.1371/journal.pone.0178621. PMID: 28640822; PMCID: PMC5480856.

BARONI, M. P.; FRÉZ, A. R.; DANIEL, C. R. Relação entre flexibilidade muscular da cadeia posterior e alteração postural em escolares. **Brazilian journal of development**. 2020; v.6, n.8, p.61511-61520, doi:10.34117/bjdv6n8-542.

BEHM, D. G.; YOUNG, J. D.; WHITTEN, J. H. D.; REID, J. C.; QUIGLEY, P. J.; LOW, J.; LI, Y.; LIMA, C. D.; HODGSON, D. D.; CHAOUACHI, A.; PRIESKE, O.; GRANACHER, U. Effectiveness of traditional strength vs. power training on muscle strength, power and speed with youth: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in physiology**. 2017; 30; 8:423. doi: 10.3389/fphys.2017.00423.

BROX, J. I.; STORHEIM, K.; GROTE, M.; TVEITO, T.H.; INDAHL, A.; ERIKSEN, H. R. Systematic review of back schools, brief education, and fear-avoidance training for chronic low back pain. **Spine J**. 2008 Nov-Dec;8(6):948-58. doi: 10.1016/j.spinee.2007.07.389. Epub 2007 Nov 19. PMID: 18024224.

BUCHBINDER, R.; VAN TULDER, M.; ÖBERG, B.; COSTA, L. M.; WOOLF, A.; SCHOENE, M.; CROFT, P. Lancet low back pain series working group. Low back pain: a call for action. **Lancet**, 2018 Jun 9;391(10137):2384-2388. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30488-4. Epub 2018 Mar 21. PMID: 29573871.

CARVALHO, R. L.; ALMEIDA, G. L. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. **Revista neurociências**, v. 17, n. 2, p. 156-160, 30 jun. 2009. DOI:https://doi.org/10.34024/rnc.2009.v17.8576. Acesso em 31, jul. 2021.

CAVANNA, A. E; TRIMBLE, M. R. The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. **Brain**, 2006 Mar;129(Pt 3):564-83. doi: 10.1093/brain/awl004. Epub 2006 Jan 6. PMID: 16399806.

CHIU, L. Z. F. Métodos biomecânicos para quantificar o esforço muscular durante exercícios de resistência. **Journal of strength and conditioning**, 2018; v.32, n.2; p.502-513; doi: 10.1519 / JSC.0000000000002330

COMERFORD, M.; MOTTRAM, S. L. Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. **Manual therapy**, 2001. 6(1):3- 14.

CORONADO; R. A.; BIALOSKY, J. E. Manual physical therapy for chronic pain: the complex whole is greater than the sum of its parts. **J Man ManipTher**, 2017, Jul. 25(3):115-117. doi: 10.1080/10669817.2017.1309344. Epub 2017 Jun 12. PMID: 28694673; PMCID: PMC5498791.

COX, J. M. **Dor lombar: mecanismo, diagnóstico e tratamento**. 6. ed. São Paulo: Manole; 2002.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 14, n. 3, p. 183-192, June 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003>. Acesso em 31, jul. 2021.

DURAY, M.; SIMSEK, S.; ALTUG, F.; CAVLAK, U. Effect of proprioceptive training on balance in patients with chronic neck pain. **Agri**. 2018; 30(3):130-137; doi: 10.5505/agri.2018.61214.

EL-BADAWY, M. A. E. L.; MIKKAWY, D. M. Sympathetic Dysfunction in Patients With Chronic Low Back Pain and Failed Back Surgery Syndrome. **Clin J Pain**. 2016 Mar;32(3):226-31. doi: 10.1097/AJP.0000000000000250. PMID: 25968450.

FAYAZ, A.; CROFT, P.; LANGFORD, R. M.; DONALDSON, L. J.; JONES, G. T. Prevalence of chronic pain in the UK: a systematic review and meta-analysis of population studies. **BMJ Open**. 2016 Jun 20;6(6):e010364. doi: 10.1136/bmjopen-2015-010364. PMID: 27324708; PMCID: PMC4932255.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 4. ed. Porto Alegre – RS: Artmed. 2017.

FUJIWARA, K.; TOMITA, H.; MAEDA, K.; KUNITA, K. Effects of neck flexion on contingent negative variation and anticipatory postural control during arm movement while standing. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. 2009. 19:113-121. 95

GREENSPAN, J. D.; CRAFT, R. M.; LERESCHE, L.; ARENDT-NIELSEN, L.; BERKLEY, K. J.; FILLINGIM, R. B.; GOLD, M. S.; HOLDCROFT, A.; LAUTENBACHER, S.; MAYER, E. A.; MOGIL, J. S.; MURPHY, A. Z.; TRAUB, R. J.; Consensus Working Group of the Sex, Gender, and Pain SIG of the IASP. Studying sex and gender differences in pain and analgesia: a consensus report. **Pain**. 2007 Nov;132 Suppl 1(Suppl 1):S26-S45. doi: 10.1016/j.pain.2007.10.014. Epub 2007 Oct 25. PMID: 17964077; PMCID: PMC2823483.

GUYTON, A.C., HALL, J.E.– **Tratado de Fisiologia Médica**. Editora Elsevier. 13^a ed., 2017.

HAN, A.; FU, A.; COBLEY, S. ROSS, H. Effectiveness of exercise intervention on improving fundamental movement skills and motor coordination in overweight/obese children and

adolescents: A systematic Review. **Journal of Science and Medicine in Sport**. 2017; doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2017.07.001>. Acesso em 31, jul. 2021.

HORAK, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? **Age Ageing**. 2006 Sep;35 Suppl 2:ii7-ii11. doi: 10.1093/ageing/aflo77. PMID: 16926210.

JAMES, S. L.; et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 Diseases and Injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 392, n. 10159, p. 1789–1858, 2018.

JANEVIC, M. R.; MCLAUGHLIN, S. J.; HEAPY, A. A.; THACKER, C.; PIETTE, J. D. Racial and Socioeconomic Disparities in Disabling Chronic Pain: Findings From the Health and Retirement Study. **J Pain**. 2017 Dec;18(12):1459-1467. doi: 10.1016/j.jpain.2017.07.005. Epub 2017 Jul 29. PMID: 28760648; PMCID: PMC5682226.

JUNIOR, A. A. P.; SILVA, A. Comparação da força muscular e flexibilidade entre praticantes de Pilates e musculação. **RevPesquiFisioter**. 2020;10(3):478-485. doi: 10.17267/2238-2704rpf.v10i3.3144.

JÚNIOR, B. R. V. N.; NETO, M. G. Avaliação da força muscular dos membros superiores através dinamometrohandheld: estudo piloto. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**. 2020; v. 19, n. 2, p. 325-330, doi: <http://dx.doi.org/10.9771/cmbio.v19i2.28035>. Acesso em 31, jul. 2021.

KIM, S.Y.; BUSCH, A. J.; OVEREND, T. J.; SCHACHTER, C.L.; SPUY, I.; BODEN, C.; GÓES, S. M.; FOULDS, H. J. A.; BIDONDE, J. Flexibility exercise training for adults with fibromyalgia. **Cochrane Database of Systematic Reviews**. 2019; doi: 10.1002/14651858.CD013419.

KOBAL, R.; LOTURCO, I.; BARROSO, R.; GIL. S.; CUNIYOCHI, R.; UGRINOWITSCH, C.; ROSCHEL, H.; TRICOLI, V. Effects of Different Combinations of Strength, Power, and Plyometric Training on the Physical Performance of Elite Young Soccer Players. **J StrengthCond Res**. 2017; 31(6):1468-1476; doi: 10.1519/JSC.0000000000001609.

LOUW, A.; et al. The efficacy of pain neuroscience education on musculoskeletal pain: A systematic review of the literature. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 32, n. 5, p. 332–355, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09593985.2016.1194646>. Acesso em 31, jul. 2021.

MADELEINE, P.; PRIETZEL, H.; SVARRER, H.; ARENDT-NIELSEN, L. Posturografia quantitativa em condições sensoriais alteradas: uma maneira de avaliar a instabilidade do equilíbrio em pacientes com lesão cervical crônica. **Arch Phys Med Rehabil**. 2004; 85 : 432–438. doi: 10.1016 / j.apmr.2003.03.00

MARSHAL, P.; MURPHY, B. The relationship between active and neural measures in patients with nonspecific low back pain. **Spine**. 2006. 31(15):E518-E524.

MEZCUA-HIDALGO, A.; RUIZ-ARIZA, A.; LOUREIRO, V. A. F. B.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, E. J. Capacidades físicas y surelaciónconla memoria, cálculo matemático, razonamiento lingüístico y creatividaden adolescentes. **Retos**. 2019; 37, 473-479; doi: <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.71089>. Acesso em 31, jul. 2021.

NIJS, J.; APELDOORN, A.; HALLEGRAEFF, H.; CLARK, J.; SMEETS, R.; MALFLIET, A.; GIRBES, E. L.; DE-KOONING, M.; ICKMANS, K. Low back pain: guidelines for the clinical classification of predominant neuropathic, nociceptive, or central sensitization pain. **Pain Physician**. 2015 May-Jun;18(3):E333-46. PMID: 26000680.

ORHURHU, V. J.; PITTELKOW, T. P.; HOOTEN, W. M. Prevalence of smoking in adults with chronic pain. **TobInduc Dis**. 2015 Jul 17;13(1):17. doi: 10.1186/s12971-015-0042-y. PMID: 26185492; PMCID: PMC4504349.

PANJABI, M. M. Clinical spinal instability and low back pain. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. 2003. 13(4):371-379.

ROMERO, M. V.; MOTA, H. B.; NÓRO, L. A.; FILHA, V. A. V. S. Proposal for a body balance training program for children through an integrative literature review. **Rev. CEFAC**. 2021;23(2):e11520, doi: 10.1590/1982-0216/202123211520.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema. **Artmed**: Porto Alegre, 3 ed.,2010.

SHEN, W.; TU, Y.; GOLLUB, R. L.; ORTIZ, A.; NAPADOW, V.; YU, S.; WILSON, G.; PARK, J.; LANG, C.; JUNG, M.; GERBER, J.; MAWLA, I.; CHAN, S.T.; WASAN, A. D.; EDWARDS, R. R.; KAPTCHUK, T.; LI, S.; ROSEN, B.; KONG, J. Visual network alterations in brain functional connectivity in chronic low back pain: A resting state functional connectivity and machine learning study. **NeuroimageClin.** 2019;22:101775. doi: 10.1016/j.nicl.2019.101775. Epub 2019 Mar 14. PMID: 30927604; PMCID: PMC6444301.

SHIPTON, E. A.; SHIPTON, E. E. Vitamin D and Pain: Vitamin D and Its Role in the Aetiology and Maintenance of Chronic Pain States and Associated Comorbidities. **Pain Res Treat.** 2015;2015:904967. doi: 10.1155/2015/904967. Epub 2015 Apr 19. PMID: 26090221; PMCID: PMC4427945.

TORRES-PAREJA, SANCHEZ-LASTRA, M. A.; IGLESIAS, L.; SUÁREZ-IGLESIAS, D.; MENDOZA, N.; AYAN, C. Exercise Interventions for Improving Flexibility in People with Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal Medicina.** 2019, 55, 726; doi:10.3390/medicina55110726.

TREEDE, R. D; RIEF, W; BARKE, A; AZIZ, Q.; BENNETT, M. I.; BENOLIEL, R.; COHEN, M.; EVERS, S.; FINNERUP, N. B.; FIRST, M. B.; GIAMBERARDINO, M. A.; KAASA, S.; KORWISI, B.; KOSEK, E.; LAVAND'HOMME, P.; NICHOLAS, M.; PERROT, S.; SCHOLZ, J.; SCHUG, S.; SMITH, B. H.; SVENSSON, P.; VLAEYEN, J. W. S.; WANG, S. J. Chronic pain as a symptom or a disease: the IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). **Pain.** 2019 Jan;160(1):19-27. doi: 10.1097/j.pain.0000000000001384. PMID: 30586067.

TSAO, H.; HODGES, P. W. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. 2008.18:559-567.

VOET, N. B.; KOOI, E. L. V.; ENGELEN, B. G.; GEURTS, A. C. Strength training and aerobic exercise training for muscle disease. **Cochrane Database of Systematic Reviews**. 2019; n.12, doi: 10.1002/14651858.CD003907.pub5.

WHO. Musculoskeletal Conditions. **World Health Organization**. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>. Published 2019. Accessed July 17, 2020.

XIAOYAN, L.; ARUIN, A. S. Anticipatory postural adjustments in conditions of simulated reduced gravity. **GaitPosture**. 2008. 28:538-544.

USO DA TECNOLOGIA E APPS DE SERIOUS GAME NA PREVENÇÃO AO SEDENTARISMO E À OBESIDADE EM CRIANÇAS

*The use of technology and serious game apps in the
prevention of children's sedentarism and obesity*

Luciana da Silva Lirani
Matheus de Paula Bandeira e Silva
Caroline Coletti de Camargo

Obesidade infantil

A baixa prática de atividade física (AF) é um crescente problema de saúde pública entre crianças em todo o mundo. Somente uma minoria atende às recomendações globais da OMS sobre a quantidade indicada de AF para se obter benefícios na saúde (WHO, 2014). Em crianças, quanto maior a quantidades de comportamento sedentário mais estão associadas desfechos negativos à saúde: aumento da adiposidade; saúde cardiometabólica diminuída, menor aptidão, menor comportamento pró-social; redução da duração do sono e, principalmente, o sobrepeso e a obesidade (WHO, 2020).

A obesidade infantil (OI) e em adolescentes é um problema que atinge o mundo inteiro (VÁSQUEZ *et al.*, 2017). Segundo dados do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN) sobre o estado nutricional de crianças de 5 a 10 anos de idade, em 2019, no Brasil, cerca de 10% das crianças apresentavam peso elevado para a idade. Conforme a OMS, o Brasil terá, em 2030, cerca de 22,8% de crianças entre 5 a 9 anos e 15,7% de crianças entre 10 a 19 anos com obesidade (LOBSTEIN, 2019).

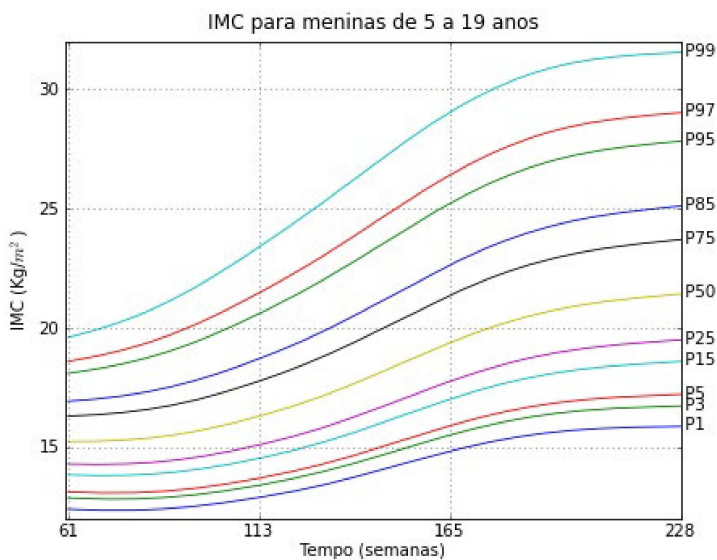
A OI resulta de uma combinação de fatores, partindo desde a exposição a um ambiente que propicia o aumento de peso e a obesidade (lugar onde frequenta com excesso de

alimentos calóricos), a comportamentos inadequados como, por exemplo, o aumento de atividades sedentárias, de propaganda de alimentos ultraprocessados e de consumo de alimentos considerados obesogênicos (WHO, 2016). O gerenciamento da OI pode ser mais difícil do que na fase adulta, uma vez que a criança não tem o completo entendimento da doença, suas causas, consequências e formas de prevenção (MELLO; LUFT; MEYER, 2004).

Os problemas relacionados à OI são muitos, como o aumento dos riscos de mortalidade na vida adulta, aparecimento de doenças crônicas como a diabetes e hipertensão, distúrbios psicológicos, bem como gastos cada vez maiores em tratamento e controle do excesso de peso e de gordura corporal (GUERRA; SILVEIRA; SALVADOR, 2016; ABESO, 2019).

Uma maneira fácil e rápida de acompanhar o crescimento de uma criança e verificar se está em condição de baixo peso, sobrepeso ou obesidade é o IMC, uma ferramenta que utiliza dois parâmetros, o peso e a estatura do indivíduo. Por meio de uma simples equação, em que o peso corporal em quilogramas é dividido pela altura em metros elevada ao quadrado, obtém-se o resultado. Quando se pensa em atendimento nutricional às crianças e adolescentes, recomenda-se, também, que seja avaliada a estatura e o peso ganho ao longo do crescimento do indivíduo, sendo acompanhado por meio das curvas de percentil ou escore z para cada faixa etária (OMS, 1998):

Figura 1: Curva para avaliação do IMC em meninas dos 5 a 19 anos



Fonte: Abeso (2016)

Para melhor compreensão desses escores e curvas, é importante que fique claro que as de maior recomendação são as da OMS que defende que: 1. Crianças e adolescentes com um percentil de 85 ou acima de um desvio-padrão do escore z, se encaixando em +1, podem ser definidos como jovens em estágio de sobrepeso. 2. Crianças e adolescentes com um percentil acima de 97 ou acima de dois desvios se encaixam como +2 no escore, associa-se a indivíduo como obeso.

Apesar de muito utilizado, o IMC possui limitações, pois não quantifica no peso corporal o percentual de gordura. A adiposidade pode ser mensurada pelos profissionais de saúde por meio de outras ferramentas mais específicas ao objetivo, que, junto ao IMC, podem ajudar no diagnóstico precoce para tratamento ou prevenção de aparecimento de várias doenças.

Um exemplo é a análise da relação cintura/estatura (RCE) que irá mensurar o acúmulo de gordura em região abdominal nessas crianças (SILVA MAGALHÃES *et al.*, 2014). Além das medidas obtidas nas crianças, a análise do estilo de vida familiar e dos pais é importante para entender a dinâmica social (saúdáveis ou não) que essa criança vivencia.

A obesidade dos pais, o comportamento sedentário, o peso ao nascer, o aleitamento materno e os fatores relacionados ao crescimento estão fortemente relacionados à obesidade durante a infância (SERDULA *et al.*, 1993). A associação entre a OI e o IMC dos pais, por exemplo, é significativa até as crianças se tornarem adultas, tendo relação mais forte quando comparado ao IMC da mãe, mesmo antes da gestação.

Em geral, a pessoa obesa tem uma baixa autoestima, muitas vezes comprometida, principalmente, em adolescentes do sexo feminino. Por isso é muito importante estar atento a possíveis problemas psicossociais, em especial nas meninas (POULAN, 2013). Outros problemas da OI é que a probabilidade de que uma criança obesa permaneça obesa na idade adulta varia de 20% a 50% antes da puberdade e 50% a 70% após a puberdade. Esse risco de obesidade na idade adulta predispõe a criança obesa a todas complicações e fatores de risco da comorbidade em questão (ABESO, 2016).

O combate à obesidade pode trazer benefícios ao sistema de saúde e à economia dos países. Segundo estudo da OMS, os custos com a obesidade em adultos, no mundo todo, em 2014, foram de dois trilhões de dólares ao ano e a prevenção da obesidade infantil é parte importante da estratégia de combate à doença. O tratamento convencional para combater a OI orienta a redução da ingestão calórica, o aumento do gasto energético por meio de prática de atividade física de forma consistente, a modificação comportamental e o envolvimento familiar no processo de mudança. O tratamento se

dá em longo prazo e é fortemente sugerido acompanhamento frequente com profissionais das devidas áreas (ABESO, 2020; WHO, 2020).

O tratamento dietético deve ser feito sob os cuidados de um nutricionista, que realizará uma adequação da ingestão calórica e do suprimento das necessidades nutricionais para a idade do indivíduo. A prática de atividade física deve ser orientada e prescrita por um profissional de educação física, visando uma prática saudável e fornecendo melhor qualidade de vida, aumento do gasto energético e diminuição de hábitos sedentários. Essas práticas são determinantes para a perda de peso da criança e do adolescente. Ainda, em alguns casos, se faz necessário o acompanhamento de um psicólogo para ajudar a otimizar a busca por melhores resultados para o indivíduo (ABESO, 2016).

Doenças crônicas não transmissíveis (DCNT)

Um aumento exponencial na carga global de DCNT marcou o início do século XXI. No início do século XX, as doenças infecciosas eram as principais causas de óbito na população mundial, enquanto que, atualmente, as DCNT se constituem como as principais causas de mortalidade, resultado das melhores condições socioeconômicas e de saúde nas últimas décadas (FIGUEIREDO; CECCON; FIGUEIREDO, 2021). Conforme, a Organização Pan Americana de Saúde (OPAS), este fenômeno trata-se de uma “transição epidemiológica”, devido à mudança do padrão de mortalidade que afeta a população. Anteriormente, causado por doenças infecciosas, hoje, é preponderantemente consequência das DCNT.

Estima-se que anualmente as DCNT são responsáveis por cerca de 71% dos óbitos, além de ocasionar incapacidade, perda da qualidade de vida, redução da produtividade e impactos financeiros às famílias, comunidades e sociedade (SILVA

et al., 2021). O conjunto de doenças denominado DCNT se caracteriza por desordens multifatoriais de início gradual, com longos períodos de latência e curso prolongado, levando a lesões irreversíveis, incapacidade funcional e morte (OMS, 2014). As quatro principais doenças que formam o conjunto das DCNT compartilham os mesmos fatores de risco comportamentais, como: doenças cardiovasculares, cânceres, doenças pulmonares crônicas e diabetes mellitus (OMS, 2020).

O aumento da morbimortalidade por essas doenças está relacionado aos efeitos da transição epidemiológica, demográfica e nutricional, além do crescimento dos fatores de risco modificáveis, como tabagismo, álcool, obesidade, inatividade física e alimentação inadequada (MALTA *et al.*, 2020). Elas podem afetar a segurança pessoal de várias maneiras: são condições crônicas e, portanto, têm um impacto duradouro na saúde e na percepção de segurança e bem-estar pessoal do indivíduo (SAHA; ALLEYNE, 2018). No entanto, além de impactos pessoais, as DCNT acarretam custo econômico elevado tanto para o sistema de saúde quanto para a sociedade, impactando negativamente sobre o desenvolvimento dos países (FIGUEIREDO; CECCON; FIGUEIREDO, 2021).

A magnitude de uma epidemia por DCNT, sua prevalência crescente e seus custos globais possuem potencial para sobrecarregar a capacidade de resposta dos países e sua contribuição para a desigualdade de saúde, o que as torna uma ameaça à segurança da saúde, pois pode aumentar a desigualdade e a instabilidade global (SAHA; ALLEYNE, 2018). A atenção dada a uma questão de saúde pública depende principalmente de como a questão é enquadrada. Neste contexto, as DCNT precisam ser entendidas como uma questão de segurança sanitária global, em termos de dados de morbimortalidade e de seus custos econômicos de responsabilidade de toda a sociedade, sendo um problema passível de prevenção e de

estratégias que incluem ações de promoção à saúde, à adoção de estilos de vida saudáveis e ao estímulo de fatores protetores, como a alimentação saudável e a atividade física (SAHA; ALLEYNE, 2018; SILVA *et al.*, 2021).

Comportamento sedentário

O comportamento sedentário (CS) é definido como o tempo em que o indivíduo fica parado sem fazer nenhum tipo de esforço, ou seja, esse comportamento é expresso pela proporção de tempo diário despendida em atividades de intensidade inferior a 1,5 MET. O CS se refere a atividades que não aumentam o gasto energético acima do repouso, e inclui atividades como dormir, sentar, deitar e assistir à televisão e outras formas de lazer baseadas em uso de telas (celular, computador, tablet) (PATE, 2008).

Prévios estudos epidemiológicos têm mostrado que gastar tempo excessivo envolvido em atividades sedentárias pode ter um impacto negativo em vários resultados de saúde, independentemente de atividade moderada a vigorosa (KATZ-MARZYK *et al.*, 2009; HEALY; OWEN, 2010).

Um estudo sobre CS em jovens brasileiros, concluiu que grande parte dos artigos encontrados o caracterizam como medida do tempo de tela, o que se constitui por: televisão, vídeo game, celular e computador. Porém, esse é apenas uma parte do total de tempo que os jovens ficam sentados no decorrer do dia. Também se observou que o sedentarismo está estreitamente relacionado ao aumento de peso demais, baixa aptidão física, baixo desempenho na escola, baixa sociabilização e auto estima (GUERRA; FARIAS JÚNIOR; FLORINDO, 2016).

Na pesquisa conduzida por Felden *et al.* (2016) com adolescentes, concluiu-se que 40,1% eram insuficientemente ativos e que o tempo sedentário influenciou altas prevalências

de sono inadequado. Outra questão preocupante é que, além de crianças e adolescentes não praticarem o recomendado de AF, também permanecem, em sua grande maioria, em CS.

Uma pesquisa de revisão sistemática observou que de um total de 7 artigos que mostravam resultados de pesquisas longitudinais as quais analisavam atividade física e qualidade de vida relacionadas à saúde (saúde física, social e mental), 6 mostraram resultados significantes favoráveis para os jovens que praticavam atividades regulares. Dos 17 estudos que analisavam comportamento sedentário e qualidade de vida relacionadas à saúde, apenas 2 não tiveram valores significativos, mostrando que a grande parte dos estudos manteve resultados similares em que crianças e adolescentes sedentários reportam menores índices de bem-estar global, entre eles, saúde física, psicossocial e mental (WU *et al.*, 2017).

O CS pode ser mensurado por métodos autorelatados: questionários, registros comportamentais autoadministrados ou administrados por entrevistadores. Podem ser medidos por um único item no caso do tempo de tela, verificação do tempo em um domínio específico, por exemplo, tempo sentado na casa, no trabalho ou na escola; e também pelo uso de acelerômetros por um determinado período (HEALY *et al.*, 2011).

Uso de tecnologias em saúde infantil

As gerações atuais já estão inseridas em um mundo cercado de tecnologias digitais, acostumadas desde a infância a uma linguagem hipermídia e interativa, o que dificulta a adaptação dessas crianças a uma estratégia tradicional de ensino (DIAS *et al.*, 2017).

Os aplicativos para smartphones estão sendo reconhecidos como uma abordagem potencial e promissora para aumentar a adesão às diretrizes de DCNT. Globalmente, o número de telefones celulares ativos superam os cidadãos,

com aproximadamente 63% da população global possuindo pelo menos 1 smartphone em 2017. Os smartphones estão mais acessíveis e permitem que os usuários se envolvam com a tecnologia da informação em saúde em qualquer ambiente e a qualquer hora. Eles são equipados com recursos tecnológicos avançados, principalmente sua conexão com a internet, sistema de posicionamento global e acelerômetros embutidos. Oferecem a capacidade de criar aplicativos individualizados e interativos que coletam dados em tempo real. Esses recursos, além do alto uso e conveniência dos smartphones, os tornam uma ferramenta atraente para os pesquisadores realizarem intervenções (ROMEO *et al.*, 2019).

Normalmente, as intervenções destinadas a promover um comportamento saudável são conduzidas face a face e sua eficácia, principalmente a curto prazo, é amplamente documentada. Uma das razões dos resultados inconclusivos de longo prazo é provavelmente a falta de acompanhamento e monitoramento sistemáticos, que são elementos cruciais de todas as mudanças eficazes de comportamento de saúde (LUNDE *et al.*, 2018). A adesão é o fator modificável mais importante que compromete o resultado do desfecho final esperado. No entanto, a adesão também abrange vários comportamentos relacionados à saúde, como mudanças na atividade física (AF), exercícios ou dieta, e são considerados um grande desafio no tratamento de DCNT.

O feedback parece ser essencial para o sucesso na mudança comportamental. A tecnologia moderna, como os dispositivos eletrônicos, permite o monitoramento estruturado de importantes parâmetros de saúde e o acompanhamento de pacientes com DCNT. Estudos documentam que o modo misto de intervenções de entrega em que as técnicas tradicionais de mudança comportamental foram usadas junto com ferramentas digitais foram mais eficazes do que as

técnicas tradicionais para mudança comportamental. Neste sentido, a tecnologia do smartphone tem sido enfatizada por sua possibilidade de monitorar e acompanhar a saúde dos indivíduos em qualquer lugar e a qualquer hora (LUNDE *et al.*, 2018). Portanto, programas de prevenção e promoção da saúde precisam se apropriar e atualizar os recursos tecnológicos como ferramentas.

Embora o tempo de tela seja considerado um fator de risco para OI, parece haver diferenças entre o tempo de tela passivo e ativo, sendo o tempo ativo menos problemático. Para intervenções no estilo de vida, o uso bem pensado e apropriado da mídia digital oferece enormes vantagens (MACK *et al.*, 2020).

Percebe-se a necessidade da utilização de diferentes estratégias para o alcance da educação em saúde, principalmente aquelas voltadas para as crianças, como os jogos. Uma abordagem educacional baseada em jogos eletrônicos pode incluir recursos de entretenimento e conteúdo específico para promover o processo de aprendizagem da criança. O uso de jogos e atividades lúdicas pode ser uma ferramenta útil e bem aceita pelas crianças para o alcance dos objetivos de educação em saúde (DIAS *et al.*, 2016).

Ressalta-se, neste cenário, a importância da integração do *serious game* no contexto educacional. Um *serious game* é um jogo em que a educação, em suas diversas formas, é o objetivo principal. Esses jogos promovem a aprendizagem e mudanças comportamentais (DIAS *et al.*, 2016). Isso não significa, porém, que esse tipo de jogo não seja engraçado, mas simplesmente que reforça outro objetivo que não a diversão. Esses jogos permitem a apresentação de novas situações, a discussão das melhores formas de resolvê-las, além de permitir a construção de conhecimentos e o treinamento para

determinadas atividades, oferecendo oportunidades de aprendizagem e mudanças comportamentais (DIAS *et al.*, 2017).

A combinação de estímulos e diferentes elementos artísticos favorece o processo de aprendizagem e motiva a criança a aderir ao jogo. Além disso, as crianças com obesidade precisam perceber as necessidades de mudanças dos hábitos de vida e da educação alimentar a partir de um contexto lúdico, visando, assim, a promoção da saúde. Considerando o uso de tecnologias por crianças e adolescentes, esses recursos podem mudar comportamentos dessa população, principalmente no que diz respeito aos hábitos alimentares, auxiliando no enfrentamento da OI (DIAS *et al.*, 2017).

Resultados encontrados

Em uma busca de revisão sistematizada conduzida no início de 2021, sobre o efeito dos *Serious Games* em variáveis da população infantil, como sedentarismo e obesidade, foram encontrados 5 artigos, explanados no quadro que segue. Porém, nenhum dos estudos foi realizado e nem replicado no Brasil. Outro ponto a se destacar é a escassez na quantidade de pesquisas na temática, mesmo que ainda, em anos mais recentes, tenha ocorrido um aumento de publicações. Assim é possível supor que ocorra um maior crescimento nos estudos sobre seriousgames para os próximos anos.

Quadro 1: Descrição dos estudos selecionados

Autor, Ano, País	Objetivo	Amostra	Resultados
Garde et al. (2015) Canadá	Avaliar o impacto de um app para promover a AF em crianças.	N= 47 8 a 13 anos ♂ 16 ♀ 31	Dividido em “grupo jogo”, e “grupo feedback”. Ambos obtiveram aumento significativo na AF durante intervenção.
Janko et al. (2017) Eslovênia	Avaliar se o app estimula crianças a serem mais ativas e a obter uma visão de sua interação com os usuários.	N=42 10 a 12 anos ♂ 14 ♀ 28	As crianças do grupo de teste eram mais ativas do que as crianças do grupo de controle. Sugere que o app e-Gibalec promoveu AF com sucesso.
Samariya, and Hansen (2019) Estados Unidos	Testar a eficácia de apps para promover a atividade física em crianças.	N=16 6 a 11 anos. ♂ 8 ♀ 8	50% das crianças apresentaram aumento no número de passos ou minutos ativos durante a intervenção. Porém nenhum indivíduo foi capaz de obter 60 minutos de AF diário
Papastergiou et al. (2020) Grécia	Avaliar o impacto de tablets e um app em uma aula de EF no ensino fundamental.	N=145 10 a 12 anos ♂ 75 ♀ 70	Constatou se que a aula de EF em tablets era mais agradável e interessante, gerando maior vontade de continuar a aula com tecnologia.
Lee (2020) Estados Unidos	Examinar o curto prazo dos efeitos de aulas de EF com apps para AF e crenças psicossociais em crianças.	N=157 9 a 11 anos ♂ 84 ♀ 73	Grupo intervenção teve aumento no tempo sedentário e diminuição de AF quando comparado com o grupo controle.

Fonte: Os autores (2021)

No artigo de Janko et al (2017), 42 crianças foram divididas em grupo intervenção e controle para 5 semanas de intervenção utilizando o app e-*Gibalec*. O app detecta automaticamente a AF, gerando recompensas para a criança que utilizar o jogo. Esta pesquisa concluiu que o app promove AF, porém as crianças relataram que faltou variação de atividades fornecidas pelo app, gerando assim desmotivação para uso contínuo.

O estudo de Samariya, Alan Fails e Hansen (2019) aplicou duas semanas de intervenção utilizando os apps *Growth*

Garden e *Capture the Crow*. São jogos que estipulam metas de AF. Houve aumento no número de passos diários em 50% das crianças, porém nenhuma delas obteve 60 minutos de AF diária. Os pais (81,25%), e as crianças (68,75%), relataram percepção de aumento da AF durante a intervenção.

Na pesquisa de Papastergiou (2020), tablets foram utilizados com o app de exercício físico *Sworkit Kids* em uma aula de educação física EF. Após a intervenção, o grupo experimental relatou que a aula de EF em tablets era mais agradável e interessante do que aula a convencional, gerando mais vontade em continuar utilizando o app.

A pesquisa de Lee e Gao (2020) dividiu 157 crianças em dois grupos para utilizar apps de jogos. Ao todo foram utilizados 6 apps: *Educreation*, *Coach's Eye*, *Scoreboard*, *GarageBand*, *Team Shake* e *Interval Time and Stop Watch*, de diferentes durações. Os resultados mostraram aumento no tempo em comportamento sedentário e diminuição da AF no grupo que utilizou os apps durante a intervenção.

Considerações finais

A aprendizagem baseada em jogos digitais tem o potencial de despertar o interesse entre os jogadores, motivando-os a se envolver em uma tarefa regularmente por um longo período. Essas são qualidades muitas vezes difíceis de se obter por meio de materiais e abordagens de aprendizagem tradicionais e, portanto, podem ser responsáveis pela diferença no processo educacional.

Atualmente existem várias pesquisas sobre o baixo nível de atividade física, não só em crianças, mas na população em geral. Pesquisas sobre a influência negativa do tempo de tela, seja ele em celular, computador, televisão, no nível de atividade física demonstram as consequências nas crianças da falta de atividade física. O grande período em tempo de

tela trazem prejuízos enormes, como o sedentarismo e todas suas doenças atreladas, a obesidade, a falta de coordenação motora. Uma criança obesa e sedentária tem maiores chances de ser um adulto também obeso e sedentário.

Com isso os *serious games* demonstram efeitos positivos no nível de atividade física, comportamento sedentário e obesidade infantil devido a seus recursos tecnológicos e à facilidade do uso por meio da linguagem interativa. Espera-se, com a utilização desses aplicativos móveis, obter resultados positivos no nível de AF, comportamento sedentário e obesidade em crianças. Além de beneficiar as crianças, os próprios pais, professores e escolas podem vislumbrar uma utilização, sendo assim, um possível instrumento aliado contra a epidemia da obesidade infantil.

De forma geral, o desenvolvimento de intervenções eficazes para incentivar estilos de vida ativos entre crianças e adolescentes é uma oportunidade para abordar a falta de AF nesse grupo populacional. Dentre as possibilidades de estímulo para a prática de AF estão o uso de incrementos de base tecnológica (aplicativos, wearable e gadgets), capazes de tornar a prática de AF diária mais interessante por meio de auto-monitoramento, capacidade de interação e estabelecimento de metas a curto prazo. Logo, é importante a combinação dessa cultura tecnológica para agregar mais saúde, estimulando um estilo de vida mais ativo.

Referências

ABESO. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. Diretrizes brasileiras de obesidade. 4.ed. - São Paulo, SP, 2016.

ABESO. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. Mapa da obesidade. 2020.

ABESO. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. Os últimos números da obesidade no Brasil. 2020.

DIAS, J. D. *et al.* Serious game development as a strategy for health promotion and tackling childhood obesity. **Revista latino-americana de enfermagem**, v. 24, 2016.

DIAS, J. D. *et al.* Uso de serious games no enfrentamento da obesidade infantil: revisão integrativa da literatura. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 26, 2017.

FELDEN, É. P. G.; FILIPIN, D.; BARBOSA, D. G.; ANDRADE, R. D.; MEYER, C.; BELTRAME, T. S.; PELEGRINI, A. Adolescentes com sonolência diurna excessiva passam mais tempo em comportamento sedentário. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 22, n. 3, p. 186–190, 2016.

FIGUEIREDO, A. E; B.; CECCON, R. F.; FIGUEIREDO, J. H. C. Doenças crônicas não transmissíveis e suas implicações na vida de idosos dependentes. **Ciência & saúde coletiva**, v. 26, p. 77-88, 2021.

GARDE, A.; UMEDALY, A.; ABULNAGA, S. Mazdak; ROBERTSON, L.; JUNKER, A.; CHANOINE, J. P.; ANSERMINO, J. M.; DUMONT, G. A. Assessment of a mobile game (“MobileKids Monster Manor”) to promote physical activity among children. **Games for health journal**, v. 4, n. 2, p. 149–158, 2015.

GUERRA, P.H.; SILVEIRA J.; SALVADOR, P. Physical activity and nutrition education at the school environment aimed at preventing childhood obesity: evidence from systematic reviews. **J. Pediatric**, v.92, n.1, p.15-23, 2016.

GUERRA, P. H.; FARIAS JÚNIOR, J. C. De; FLORINDO, A. A. Sedentary behavior in Brazilian children and adolescents: a systematic review. **Revista de saúde pública**, v. 50, n. 0, p. 1-15, 2016.

HEALY, G.N.; OWEN, N. Sedentary behaviour and biomarkers of cardiometabolic health risk in adolescents: an emerging scientific and public health issue. **Revista española de cardiología (English Edition)**, v. 63, n. 3, p. 261-264, 2010.

HEALY, G.N.; CLARK, B. K.; WINKLER, E. A. H.; GARDINER, P. A.; BROWN, W. J.; MATTHEWS, C. E. Measurement of adults' sedentary time in population-based studies. **American journal of preventive medicine**, v. 41, n. 2, p. 216-227, 2011.

JANKO, V.; CVETKOVIĆ, B.; GRADIŠEK, A.; LUŠTREK, Mitja; ŠTRUMBELJ, B.; KAJTNA, T. e-Gibalec: mobile application to monitor and encourage physical activity in school-children. **Journal of ambient intelligence and smart environments**, v. 9, n. 5, p. 595-609, 2017.

KATZMARZYK, P. T.; CHURCH, T. S.; CRAIG, C. L.; BOUCHARD, C. Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 41, n. 5, p. 998-1005, 2009.

LEE, J. E.; GAO, Z. Effects of the iPad and mobile application-integrated physical education on children's physical activity and psychosocial beliefs. **Physical education and sport pedagogy**, v. 0, n. 0, p. 1–18, 2020.

LOBSTEIN, T.; BRINDSEN, H. Atlas of Childhood Obesity. **World obesity federation**, 2019.

LUNDE, P. et al. The effectiveness of smartphone apps for lifestyle improvement in noncommunicable diseases: systematic review and meta-analyses. **Journal of medical Internet research**, v. 20, n. 5, p. e9751, 2018.

MACK, I. *et al.* The kids obesity prevention program: cluster randomized controlled trial to evaluate a serious game for the prevention and treatment of childhood obesity. **Journal of medical internet research**, v. 22, n. 4, p. e15725, 2020.

MALTA, D. C. *et al.* Doenças crônicas não transmissíveis na revista Ciência & saúde coletiva: um estudo bibliométrico. **Ciência & saúde coletiva**, v. 25, p. 4757-4769, 2020.

MELLO, E. D. de; LUFT, V. C.; MEYER, F. Childhood obesity—Toward effectiveness. **Jornal de pediatria**, Rio de Janeiro, v. 80, n. 3, p.173-82, maio 2004.

PAPASTERGIOU, M.; NATSIS, P.; VERNADAKIS, N.; ANTONIOU, P. Introducing tablets and a mobile fitness application into primary school physical education. **Education and information technologies**, 2020.

PATE RR, O'NEILL JR, Lobelo F. The evolving definition of “sedentary”. *Exercise and Sport Sciences. Reviews*, v.36, n.4, p. 173-178, 2008.

POULAIN, J. P. Sociologia da obesidade. **Senac**. 2013.

SAHA, A.; ALLEYNE, G. Recognizing noncommunicable diseases as a global health security threat. **Bulletin of the world health organization**, v. 96, n. 11, p. 792, 2018.

SAMARIYA, A.; ALAN FAILS, J.; HANSEN, D. Investigating the social and temporal aspects of children's physical activity games. **Proceedings of the 18th ACM International Conference on Interaction Design and Children, IDC 2019**, p. 616–622, 2019.

SILVA MAGALHÃES, E. I. Da; ROCHA SANT'ANA, L. F. da; PRIORE, S. E.; CASTRO FRANCESCHINI, S. do C. Perímetro da cintura, relação cintura/estatura e perímetro do pescoço como parâmetros na avaliação da obesidade central em crianças. **Revista paulista de pediatria**, v. 32, n. 3, p. 273–281, 2014.

ROMEO, A. *et al.* Can smartphone apps increase physical activity? Systematic review and meta-analysis. **Journal of medical internet research**, v. 21, n. 3, p. e12053, 2019.

SERDULA MK, IVERY D, COATES RJ, FREEDMAN DS, WILLIAMSON DF, BYERS T. Do obese children become obese adults? A review of the literature. **Prev Med.**, v.22, n.2, p.167-77, 1993.

SILVA, A. G. da *et al.* Monitoramento e projeções das metas de fatores de risco e proteção para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis nas capitais brasileiras. **Ciência & saúde coletiva**, v. 26, p. 1193-1206, 2021.

SILVA MAGALHÃES, E. I. Da; ROCHA SANT'ANA, L. F. Da; PRIORE, S. E.; CASTRO FRANCESCHINI, S. do C. Perímetro da cintura, relação cintura/estatura e perímetro do pescoço como parâmetros na avaliação da obesidade central em crianças. **Revista paulista de pediatria**, v. 32, n. 3, p. 273-281, 2014.

VASQUEZ FD, CORVALAN CL, UAUY RE, KAIN JA. Anthropometric indicators as predictors of total body fat and cardiometabolic risk factors in chilean children at 4, 7 and 10 years of age. **Eur J clin nutr.** 2017;71:536-43.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity.** World Health Organization: Geneva; 1998

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* **Global status report on noncommunicable diseases 2014.** World Health Organization, 2014.

WHO. WHO, World Health Organization - Report of the commission on ending childhood obesity. Geneva: World Health Organization; 2016.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* **Noncommunicable diseases: progress monitor 2020.** World Health Organization, 2020.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity and overweight**, 2020.

WU, X. Y.; HAN, L. H.; ZHANG, J. H.; LUO, S.; HU, J. W.; SUN, K. The influence of physical activity, sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. **PLOS ONE**, v. 12, n. 11, p. e0187668, 2017.

ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE MENTAL EM ADOLESCENTES

Physical activity and mental health in teenagers

Antonio Stabelini Neto

Jadson Márcio da Silva

Géssika Castilho dos Santos

Renan Camargo Corrêa

Maria Carolina Juvêncio Francisquini

Lorena Barreto Fonseca da Mata

Rodrigo de Oliveira Barbosa

Saúde mental

A compreensão quanto à saúde de um indivíduo ou população deve ser analisada em diferentes óticas além de apenas a ausência de doenças, dentre estas o bem-estar físico, mental e social devem ser considerados. A saúde mental é definida como um estado de bem-estar e funcionamento eficaz no qual um indivíduo realiza suas próprias habilidades, é resiliente ao estresse da vida e é capaz de dar uma contribuição positiva à sua comunidade (WHO, 2018).

Deste modo, apresentar uma boa saúde mental torna-se relevante para um quadro geral de saúde, associando-se à diminuição de morbidade e mortalidade por doenças cardiovasculares (ROEST *et al.*, 2010; ZVOLENSKY; BAKHSHAIE; BRANDT, 2015), além da incidência de câncer e mortalidade por todas as causas (WANG *et al.*, 2020).

Segundo o modelo conceitual proposto por Manwell *et al.* (2015), a integração entre saúde mental e saúde física pode ser definida pelo nível de autonomia, ou seja, a capacidade de autocontrole do indivíduo. Já a integração entre saúde mental e social pode ser definida por um senso de “nós”, ou seja, a capacidade de se relacionar com outras pessoas.

A saúde mental engloba o bem-estar subjetivo, auto-eficácia percebida, qualidade de vida, autonomia, competência, dependência intergeracional, auto realização do potencial intelectual e emocional da pessoa (WHO, 2002). Com isso, compreende-se que os conceitos de saúde e a saúde mental não se restringem a apenas a ausência da doença ou ausência da doença mental, entendendo assim que a ausência de psicopatologia não é igual à boa saúde mental.

A saúde mental é influenciada por uma combinação de fatores que afetam positivamente ou negativamente a saúde das pessoas, sendo: fatores sociais, como: status socioeconômico, relações familiares, escolaridade (ALLEN *et al.*, 2014; BELO *et al.*, 2020); fatores biológicos, como: idade e sexo (RISSANEN *et al.*, 2013); fatores psicológicos, como: bem-estar, ansiedade e depressão (ROUTLEDGE *et al.*, 2016); e fatores comportamentais, como: inatividade física, sono, tabagismo (HARRIS, 2018; STONE; XIAO, 2018). As complicações na saúde mental afetam pessoas de diferentes idades, desde a infância (MERIKANGAS *et al.*, 2010) até a idade adulta (WANG *et al.*, 2019a) acometendo pessoas de ambos os sexos (STEEL *et al.*, 2014).

Uma revisão sistemática sobre a prevalência global de transtorno mental comum (depressão e ansiedade) em pessoas com idade entre 16 e 65 anos, encontrou uma prevalência de 17,6% para transtornos mentais em dados relativos aos últimos 12 meses. Quando esses dados foram relativos ao longo da vida, 29,2% das pessoas apresentaram algum transtorno mental. Além disso, ao analisar a prevalência entre os sexos, o sexo feminino apresentou maiores prevalências para algum transtorno mental quando comparado ao sexo masculino, sendo a prevalência de 19,8% para as mulheres e 15,2% para os homens (STEEL *et al.*, 2014).

Até 29% da população está suscetível a apresentar algum transtorno mental ao longo da vida. Ademais, dados recentes referentes ao momento pandêmico da covid-19 mostram um aumento na prevalência de sofrimento mental de 18,9% nos anos de 2018 e 2019 para 27,3% no mês de abril de 2020 (PIERCE *et al.*, 2020). No Brasil, a prevalência de adultos para algum transtorno mental é de aproximadamente 20% nessa população, sendo encontrada uma taxa de prevalência de 23,1% para as mulheres e 14,4% para os homens (GOMES *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2019).

Os agravos à saúde mental são iniciados no período da infância e adolescência, sendo que as três principais causas de anos perdidos por invalidez nessa faixa etária são, respectivamente, os transtornos mentais (45%), lesões não intencionais (12%) e doenças infecciosas e parasitárias (10%) (GORE *et al.*, 2011). O período da adolescência é marcado por várias mudanças, tanto fisiológicas quanto sociais, as quais podem acarretar consequências à saúde mental, como a maturação sexual e física (MENDLE; RYAN; MCKONE, 2018; OLDEHINKEL; VERHULST; ORMEL, 2011), expectativas de desempenho acadêmico (MURPHY *et al.*, 2015) e mudanças no papel social da criança e adolescente.

Na adolescência, estima-se que, em todo o mundo, aproximadamente, 20% das crianças e adolescentes em um determinado momento possam sofrer de doença mental (POLANCZYK *et al.*, 2015; WHO, 2020). Aproximadamente 50% das complicações referentes à saúde mental começam antes dos 14 anos de idade e o aparecimento de 75% dos casos começa antes dos 18 anos de idade (MURPHY; FONAGY, 2012). O transtorno depressivo é a 9ª causa de doença e incapacidade entre todos os adolescentes e a ansiedade é a 8ª principal causa (WHO, 2020).

Polanczyk *et al* (2015) verificaram que a prevalência mundial dos transtornos mentais mais comuns em crianças

e adolescentes foram: transtorno de ansiedade (6,5%), transtorno depressivo (2,6%), transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (3,4%), transtorno disruptivo (5,7%) e transtorno de conduta (2,1%). Analisando a prevalência de transtornos mentais em adolescentes brasileiros, Lopes *et al.* (2016) encontraram uma prevalência de 30%, enquanto Pinheiro *et al.* (2007) observaram uma prevalência de 28,8%. Ambos os estudos verificaram uma prevalência maior de transtorno mental no sexo feminino e nos adolescentes mais velhos.

Diante do exposto, verifica-se uma alta taxa da população apresentando algum tipo de transtorno mental. Ademais, observa-se na população pediátrica que dentre os transtornos mentais comuns, os transtornos de ansiedade e depressão apresentam-se como os mais prevalentes, merecendo assim atenção especial dos profissionais da área da saúde. Nos próximos tópicos, apresentaremos informações sobre as inter-relações entre a prática de atividade física e a saúde mental, bem como mecanismos envolvidos na melhora dos indicadores de saúde mental em virtude da prática regular de atividade física em adolescentes.

Inter-relação entre a prática de atividade física e saúde mental

A prática regular de atividade física está associada à prevenção e tratamento de doenças crônicas (HALLAL *et al.*, 2012), aumento dos níveis da aptidão física relacionada à saúde (ORTEGA *et al.*, 2008) e melhora na saúde mental (BIDDLE *et al.*, 2019). A OMS, em sua última atualização sobre as diretrizes para a prática de atividade física, recomenda para crianças e adolescentes, em média, 60 minutos diários de atividade física, principalmente atividade aeróbica, de intensidade moderada a vigorosa, bem como atividades de fortalecimento, ao menos, 3 dias por semana (OMS,

2020). Contudo, apesar dos benefícios derivados da prática regular de atividade física, aproximadamente 80% dos jovens em todo o mundo não alcançam as recomendações (GUTHOLD *et al.*, 2020).

A infância e a adolescência representam um período de rápido crescimento e desenvolvimento caracterizado pela plasticidade neuronal (SISK; ZEHR, 2005), formulação de autoconceito (SEBASTIAN; BURNETT; BLAKEMORE, 2008) e o estabelecimento de padrões comportamentais que podem melhorar ou piorar a saúde mental (SAWYER *et al.*, 2012). Esse período pode ser crítico para melhorar a saúde mental e a implementação de intervenções de atividade física pode ser uma maneira de alcançar essas melhorias (BIDDLE *et al.*, 2019).

Em um estudo transversal conduzido por McMahon *et al.* (2017) com adolescentes, verificou-se a associação entre a frequência de atividade física com indicadores de saúde mental (ansiedade, bem-estar e depressão). Os autores encontraram associações benéficas acerca da prática de atividade física, sendo a maior frequência semanal de atividade física correlacionada positivamente com o bem-estar e negativamente com a depressão e ansiedade.

Além do maior tempo gasto na prática regular de atividade física, o menor tempo de tela aliado à prática de atividade física está associado a menores sintomas de depressão, ansiedade, baixa autoestima e insatisfação com a vida, isto é, menores chances de sofrimento psicológico (GUDDAL *et al.*, 2019; HRAFNKELSDOTTIR *et al.*, 2018). Maior volume semanal de prática de atividade física reduz a chance de depressão em até 56% para prática de atividade física moderada e alta, quando comparada à prática de atividade física leve. Já para a ansiedade, as chances de desenvolver ansiedade são reduzidas em até 47% para atividade física moderada e alta, respectivamente, quando

comparada à prática de atividade física leve (MCDOWELL; MACDONNCHA; HERRING, 2017).

Uma revisão sistemática realizada por Biddle e Asare (2011) demonstrou que a atividade física apresentou resultados positivos nos sintomas de depressão, ansiedade, auto-estima e funcionamento cognitivo em crianças e adolescentes. Quando os autores atualizaram a revisão sistemática, a atividade física continuou demonstrando estar associada à melhora da saúde mental em jovens, sendo encontrada uma associação causal com o funcionamento cognitivo, associação parcial para depressão, nenhuma associação para autoestima e associação com ansiedade foi relatada como inconclusiva (BIDDLE *et al.*, 2019).

Soltanian *et al.* (2011) examinaram a associação entre a atividade física e saúde mental em adolescentes. Os autores constataram que a prática de atividade física se associa à diminuição dos níveis de ansiedade, sintomas somáticos e disfunção social, exceto nos escores de depressão. Tajik *et al.* (2017) analisaram a associação da prática de atividade física com os sintomas de ansiedade, depressão e estresse em adolescentes. Não houve associação significativa apenas entre atividade física e sintomas de depressão.

Mesmo que os resultados das pesquisas apontem para os benefícios da prática de atividade física na saúde mental, a maioria provém de estudos transversais e não pode estabelecer causalidade entre a exposição e a condição. Portanto, tornam-se importantes estudos longitudinais e intervenções de atividade física, principalmente ensaios clínicos randomizados, para verificar os efeitos da prática de atividade física na saúde mental de adolescentes.

Isaksson *et al.* (2020) avaliaram o efeito da atividade física sobre os indicadores de saúde mental (sintomas de depressão, ansiedade, transtorno de déficit de atenção/hiperatividade

– TDAH, e problemas de conduta). Após um período de três anos de acompanhamento, os pesquisadores verificaram que os adolescentes que tiveram altos níveis de AF tiveram classificações momentâneas e subsequentes mais baixas sobre os sintomas de depressão, ansiedade, TDAH e problemas de conduta em comparação com aqueles com baixos níveis de AF, enquanto aqueles com níveis moderados de AF tiveram classificação mais baixa em comparação para pares com baixos níveis.

Da mesma forma, Stavrakakis *et al.* (2012) realizaram um estudo longitudinal no qual o objetivo foi investigar a associação entre atividade física e sintomas depressivos ao longo do tempo em 2.230 adolescentes. Ao final do estudo, os autores verificaram associação significativa inversa entre atividade física na linha de base e sintomas depressivos ao longo do tempo, assim como foi encontrada associação significativa inversa entre atividade física ao longo do tempo com sintomas depressivos na linha de base.

Todavia, embora alguns estudos longitudinais apontem que a atividade física apresenta associação benéfica com os indicadores de saúde mental, outros estudos apontam para resultados divergentes. Opdal *et al.* (2019) realizaram um estudo de corte prospectivo de dois anos de acompanhamento, sendo analisada a relação entre atividade física, avaliada por acelerômetro, e o estresse mental no início do estudo e ao final do acompanhamento. Os autores verificaram que, ao final do acompanhamento, a mudança nos passos por dia e minutos válidos em atividade física de moderada à vigorosa não estava associada à mudança no estresse mental, sendo concluído pelos autores que a mudança na atividade física não está associada à mudança no estresse mental desses adolescentes.

Toseeb *et al.* (2014) investigaram a associação entre a prática de atividade física, avaliada objetivamente, e os sintomas de depressão em adolescentes. Os autores verificaram

que não houve associação significativa entre os sintomas de depressão e a prática de atividade física na linha de base, assim como não houve associação significativa entre os sintomas de depressão e prática de atividade física em qualquer uma das quatro medidas durante o período de acompanhamento. No mesmo caminho, Van Dijk *et al.* (2016) observaram que a mudança na atividade física não esteve associada à mudança nos indicadores saúde mental entre adolescentes em um período de um ano de acompanhamento.

Os programas de intervenções de AF, além de apresentarem mudanças perceptivas na própria saúde (BARBOSA FILHO *et al.*, 2014), destacam-se pela manutenção da prática de AFMV; na melhora em indicadores metabólicos (insulina, índice de resistência à insulina), aumento da lipoproteína de alta densidade (HDL-C), diminuição da pressão arterial diastólica, e melhoras em indicadores de saúde mental, como ansiedade, bem-estar e depressão (YU *et al.*, 2020). As intervenções de atividade física podem ser realizadas em diferentes ambientes, tais como ambiente escolar; clínico, de trabalho e comunitário (CHASE; PHILLIPS; BROWN, 2017; DUREGON *et al.*, 2019; NOOLJEN *et al.*, 2019).

Costigan *et al.* (2016) conduziram um programa de intervenção de oito semanas de treinamento de intervalo de alta intensidade (HIIT) com adolescentes no ambiente escolar, cujo objetivo foi verificar o efeito do programa de intervenção de AF nos indicadores cognitivos e de saúde mental (função executiva, bem-estar psicológico, sofrimento psicológico e autoconceito físico). Ao final do estudo, os autores verificaram que os grupos que realizaram as intervenções obtiveram melhoras significativas na função executiva e bem-estar psicológico em comparação ao grupo controle.

Em outro estudo com intervenção de AF, Lubans *et al.* (2016b), verificaram o efeito de um programa de atividade

física durante o período de 20 semanas em adolescentes sobre o bem-estar psicológico. Para tanto, os adolescentes foram separados em grupo controle e grupo intervenção, no qual o grupo intervenção realizou um programa multicomponente que contava com treinamento de resistência, boletins informativos aos pais e dispositivos para auto monitoramento da AF. Os resultados demonstraram o efeito positivo significativo da intervenção no bem-estar psicológico.

Ao analisar os estudos de revisão sistemática sobre intervenções de AF no ambiente escolar, Liu, Wu e Ming (2015) verificaram que a AF teve um efeito positivo sobre o auto-conceito e a autovalorização e que o efeito foi mais forte em ambientes escolares em comparação com outros ambientes. Andermo *et al.* (2020), investigaram os efeitos das intervenções direcionadas à AF relacionada à escola ou ao comportamento sedentário na saúde mental de crianças e adolescentes, e concluíram que as intervenções de AF podem melhorar os indicadores de saúde mental (ansiedade, resiliência, bem-estar e saúde mental positiva).

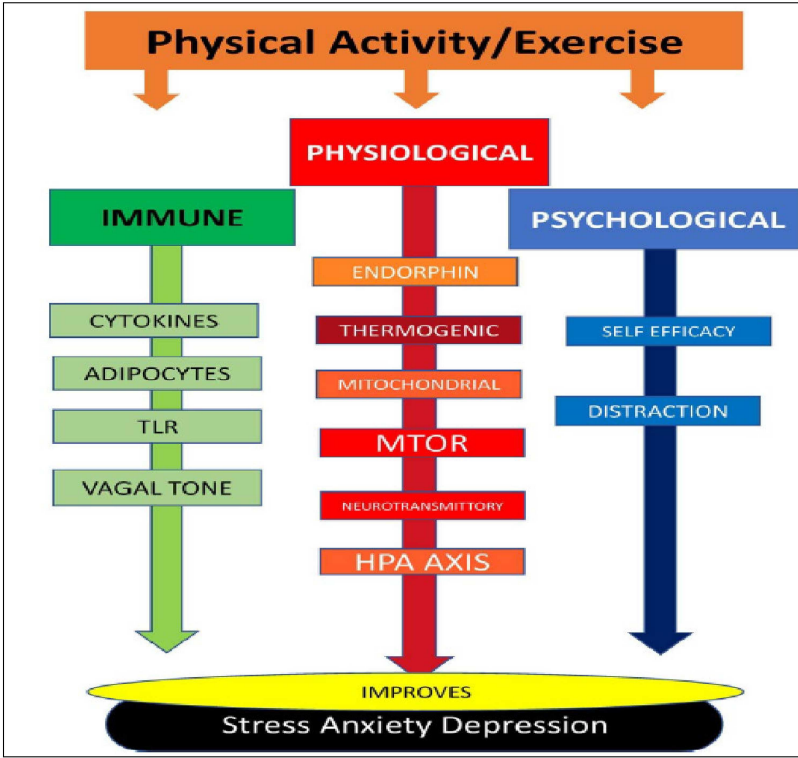
Assim, diante de resultados inconclusivos apresentados por estudos observacionais e estudos experimentais que usaram métodos objetivos e subjetivos para avaliação da atividade física, torna-se relevante o desenvolvimento de mais estudos primários, principalmente ensaios clínicos randomizados, para melhor elucidar os benefícios da prática de atividade física nos indicadores de saúde mental de adolescentes.

Mecanismos hipotetizados

Embora ainda existam divergências nos resultados dos estudos sobre as implicações da prática regular de atividade física na saúde mental da população pediátrica, algumas hipóteses emergem para explicar os efeitos da atividade física na saúde mental. Para Mikkelsen *et al.* (2017), os efeitos positivos

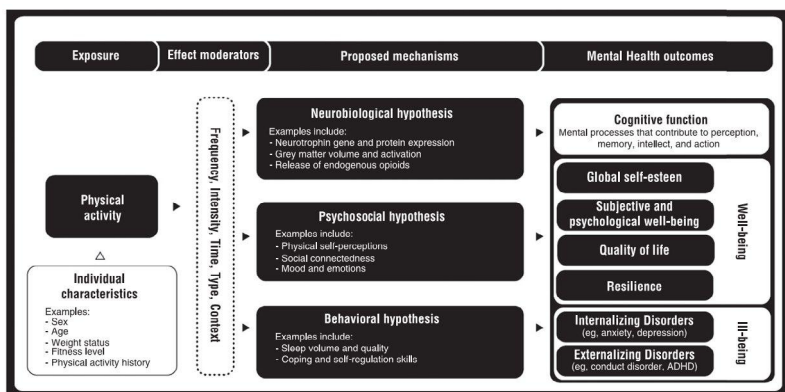
da AF na saúde mental podem ocorrer mediante três mecanismos: fisiológicos, psicológicos e inflamatórios (Figura 1). Já Lubans *et al.* (2016a), apresentam um modelo conceitual para explicar os efeitos da AF nos resultados cognitivos e de saúde mental (indicadores de bem-estar e mal-estar) em adolescentes, contando com mecanismos potenciais como: o já citado anteriormente mecanismo fisiológico, e os mecanismos psicossociais e os comportamentais (Figura 2).

Figura 1. Os efeitos complexos do exercício para melhorar o estresse, ansiedade e depressão



Fonte: MIKKELSEN, K. *et al.* Exercise and mental health. **Matu-
ritas**, v. 106, n. September, p. 48–56, 2017a.

Figura 2. Modelo conceitual para os efeitos da atividade física na saúde mental de crianças e adolescentes.



Fonte: LUBANS, D. R. *et al.* Mediators of psychological well-being in adolescent boys. **Journal of Adolescent Health**, v. 58, n. 2, p. 230–236, 2016b.

Os mecanismos fisiológicos abordados por Mikkelsen *et al.* (2017), destacam as seguintes hipóteses: hipótese da endorfina; hipótese termogênica; função mitocondrial; hipótese da mTOR; função dos neurotransmissores e ativação do eixo hipotálamo-hipófise adrenal.

A endorfina atua como um neurotransmissor e tem como função ajudar o corpo a suportar períodos prolongados de dor, atuando como um calmante natural, sendo relatado em atletas níveis significativamente aumentados de endorfina imediatamente e após 30 minutos de exercício intenso (SINAEI; KARGARFARD, 2015). Contudo, as afirmações sobre esse mecanismo são inconclusivas. A hipótese termogênica sustenta que o aumento na temperatura corporal após uma sessão de exercício físico é responsável pela elevação no humor, podendo levar à diminuição da ansiedade, contudo esse mecanismo não é cientificamente suportado (MIKKELSEN *et al.*, 2017).

O mecanismo que envolve a função das mitocôndrias destaca que a mesma desempenha um papel primordial na

força sináptica e na resiliência celular dos circuitos neuronais do cérebro. As teorias atuais de depressão e transtornos do humor centram-se na neuroplasticidade cerebral e neurogênese, levando em consideração que a mitocôndria desempenha um papel fundamental na neuroplasticidade, pois a massa cinzenta apresenta grande número de mitocôndrias e sofre intensa atividade neuronal. A biogênese mitocondrial acontece em maior taxa durante o desenvolvimento e reparo neuronal; a falha para que isso ocorra devido ao declínio da saúde ou função mitocondrial pode contribuir para uma incapacidade do sistema nervoso de participar da neuroplasticidade, neurogênese e desenvolvimento neuronal (DUCHEN; SZABADKAI, 2010; PORTUGAL *et al.*, 2013)

Outra hipótese dentro do mecanismo fisiológico é a relação entre a saúde mental e a proteína mTOR, cuja função principal é controlar o crescimento e metabolismo celular. A droga cetamina, um antagonista de glutamato/NMDA, que é usado no tratamento da depressão, atua aumentando a sinalização de mTOR e, portanto, aproveitando seu efeito antidepressivo (HARRAZ *et al.*, 2016). O exercício físico ativa a proteína mTOR em regiões do cérebro que lidam com cognição e comportamentos emocionais, podendo ajudar a melhorar os estados de saúde mental mediante a redução do estresse, ansiedade e depressão.

A hipótese dos neurotransmissores descreve que os desequilíbrios dos níveis de serotonina, dopamina, noradrenalina e glutamato são frequentemente observados no sistema nervoso central de pessoas que sofrem de depressão e ansiedade (MALETIC *et al.*, 2007; ROBSON; QUINLAN; BLAKELY, 2017). O desequilíbrio da serotonina é o mais comumente tratado e fornece a evidência mais forte para o envolvimento da disparidade de monoaminas na patogênese da depressão. A depressão é controlada em alguns pacientes com inibidores

seletivos da receptação da serotonina (ISRS), que atuam na prevenção da recaptção de monoaminas como a serotonina e a noradrenalina, aumentando assim a disponibilidade dessas substâncias no cérebro (CLEVENGER *et al.*, 2018).

Por fim, a última hipótese fisiológica refere-se à disfunção no eixo hipotálamo-hipófise adrenal (HPA), o qual é responsável por respostas adaptativas a estressores físicos e psicológicos, sendo evidenciado em estudos de pessoas que sofrem de depressão e ansiedade que apresentam a disfunção no eixo HPA, especialmente por meio da hiperatividade da resposta HPA (FARAVELLI *et al.*, 2012; JURUENA *et al.*, 2018). A disfunção HPA observada em pessoas com transtorno de ansiedade ou depressão pode ser caracterizada por produção aumentada ou reduzida de cortisol. O exercício físico ajusta a liberação do fator liberador de corticotrofina do hipotálamo e do hormônio adrenocorticotrópico da pituitária anterior, que, então, estimula o córtex adrenal a liberar cortisol, e tais mudanças no eixo HPA modulam a reatividade ao estresse e à ansiedade (ARCHER; JOSEFSSON; LINDWALL, 2015).

Considerando o mecanismo psicossocial, para Hosker, Elkins e Potter (2019) há melhora da ativação comportamental com um reforço positivo da AF, pois ela satisfaz as necessidades psicológicas básicas para uma conexão social com mais autonomia. Isso implica a melhora do domínio de um conjunto de habilidades, promovendo a confiança por meio de conquistas, a exposição a atividades difíceis e o uso de tolerância ao estresse, o que aumenta a autoeficácia e o autoconceito.

Para Mikkelsen *et al.* (2017), o mecanismo psicossocial é reconhecido por ter um importante papel, uma vez que a prática regular de AF fornece distração de pensamentos negativos e aumenta a autoestima por meio da autoeficácia. Lubans *et al.* (2016a) reconhecem pelo mecanismo psicossocial que a AF fornece uma oportunidade pela interação social (relacionamento),

domínio da AF (autoeficácia e competência percebida) e melhorias na autopercepção da aparência (imagem corporal) e independência (autonomia) como um mecanismo da AF associado à melhora na saúde mental de adolescentes.

A realização da prática de AF promove a interação social durante toda a vida (KANG *et al.*, 2019; WANG *et al.*, 2019b) proporcionando assim resultados benéficos na saúde mental, sendo relatado que prática de AF realizada por adolescentes apresenta associações diferentes com a depressão quando realizada em contextos diferentes (clube desportivo, academia, exercícios independentes, etc), no qual os ambientes com maiores interações sociais apresentaram menores chances de depressão (KLEPPANG *et al.*, 2018). Uma possível explicação para isso é que o pertencimento a um grupo e o aumento do número de amigos, e o envolvimento positivo entre os colegas, são moderadores das associações entre a AF e a redução dos sintomas de ansiedade e depressão (DIMECH; SEILER, 2011; EIME *et al.*, 2013).

A autoeficácia é outra variável do mecanismo psicossocial, definida como as crenças de um indivíduo sobre sua capacidade de realizar as atividades (BANDURA, 2004). A teoria da autoeficácia destaca a importância da auto regulação. Quanto maior o nível de autoeficácia percebida, mais provável que um indivíduo mantenha a adesão a seus objetivos (MIDDELKAMP *et al.*, 2017), sendo amplamente conhecida como um dos determinantes mais fortes da participação na atividade física (RHODES; NIGG, 2011).

A prática de AF vem demonstrando seu papel na melhora dos níveis de autoeficácia, como demonstrado pelo estudo de Smith *et al.* (2018) que verificaram o efeito de treinamento de resistência na autoestima e no bem-estar psicológico de adolescentes, analisando os potenciais mediadores na mudança dos indicadores de saúde mental. Os autores verificaram que

o treinamento de resistência não apresentou aumentos significativos nos indicadores de saúde mental, contudo, foram observadas alterações significativas na autoeficácia do treinamento resistido, a qual foi mediadora nas alterações da autoestima (SMITH *et al.*, 2018).

A última variável do mecanismo psicossocial baseia-se na satisfação das necessidades básicas, que são necessidades orgânicas essenciais para o crescimento psicológico, integridade e bem-estar, sendo representada por mecanismos pelos quais o ambiente social impacta na saúde mental (RYAN; DECI, 2017). As três principais necessidades básicas são a autonomia (sentimento de vontade e autogoverno do próprio comportamento e escolhas), competência (senso de domínio por meio da interação efetiva com o ambiente social e experiências de oportunidades para expressar suas capacidades) e o parentesco (sentimento de pertencimento e conexão com os outros em seu ambiente social) (RYAN; DECI, 2017).

No contexto da AF, a satisfação dessas necessidades está associada a um maior bem-estar em adolescentes (STANDAGE *et al.*, 2012), sendo verificado que a mesma apresenta papel de mediador entre a prática de AF e a melhora na saúde mental (LUBANS *et al.*, 2016b), no qual a autonomia, a competência e o parentesco medeiam 71%, 27% e 51%, respectivamente, da associação entre AF e saúde mental em adolescentes (DORÉ *et al.*, 2020).

Considerando a hipótese dos mecanismos inflamatórios, para Mikkelsen *et al.* (2017) os efeitos positivos do exercício na saúde mental podem ocorrer devido à capacidade do exercício de reduzir a inflamação. Os efeitos anti-inflamatórios do exercício podem ser atribuídos a 4 mecanismos: I) alteração na liberação de citocinas, (EUTENEUER *et al.*, 2017). II) redução da massa de gordura visceral (GLEESON *et al.*, 2011), III) redução da regulação do pedágio como receptores

(GLEESON; MCFARLIN; FLYNN, 2006) e IV) aumento no tônus vagal (ROUTLEDGE *et al.*, 2010).

Segundo a hipótese do mecanismo inflamatório, os níveis sistêmicos de interleucina 6 (IL-6) aumentam com o exercício, pois sua liberação é induzida pela contração muscular (PEDERSEN; FISCHER, 2007). A IL-6 participa do processo inflamatório e é considerada também uma citocina pró-inflamatória, mas também atua indiretamente como uma citocina anti-inflamatória, estimulando a produção de outras citocinas anti-inflamatórias (TERRA *et al.*, 2012). A IL-6 estimula um ambiente anti-inflamatório ao inibir a produção de citocinas pró-inflamatórias como: fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e IL-1, IL-8 e IL-15 (APOSTOLOPOULOS *et al.*, 2014); estimula também a secreção de citocinas anti-inflamatórias como: receptor antagonista de IL-1 e IL-10 (STEENSBERG *et al.*, 2003).

O mecanismo dos receptores *toll-like* (TLR) tem sido implicado na patogênese da doença inflamatória (MIKKELSEN *et al.*, 2017). A sinalização dos TLR em células apresentadoras de antígenos produz citocinas e proteínas inflamatórias que contribuem para a inflamação. Evidências sugerem que pode haver uma ligação entre estilo de vida insuficientemente ativo e vias de TLR (MIKKELSEN *et al.*, 2017). Uma sessão prolongada de exercícios físicos pode reduzir o efeito na expressão do TLR (ABD EL-KADER; AL-JIFFRI, 2016). Durrer *et al.* (2017) descobriram que o exercício agudo de alta intensidade reduziu a expressão de TLR de monócitos em pessoas com diabetes tipo 2, enquanto outro estudo mostrou uma redução temporária na expressão de TLR4 após ciclismo prolongado a 75% $VO_{2m\acute{a}x}$ em homens saudáveis treinados em endurance (OLIVEIRA; GLEESON, 2010).

A última variável do mecanismo inflamatório – o nervo vago – conecta o cérebro ao abdome e é responsável pela

regulação da homeostase metabólica e, por meio da sinalização colinérgica, pode regular as respostas pró-inflamatórias por meio do reflexo inflamatório (MIKKELSEN *et al.*, 2017). Tônus vagal enfraquecido pode contribuir para um ambiente pró-inflamatório e produção de elementos pró-inflamatórios liberados pelos macrófagos. A atividade física e os exercícios aumentam a modulação do tônus vagal. Esse aumento no tônus vagal altera o reflexo colinérgico e anti-inflamatório, levando a uma redução da inflamação sistêmica (ROUTLEDGE *et al.*, 2010).

Por fim, o mecanismo comportamental apresentado por Lubans *et al.* (2016b) apresenta que as mudanças nos resultados de saúde mental resultantes da atividade física são mediadas por mudanças comportamentais, sendo o sono um dos fatores que medeiam a melhora da saúde mental por meio da AF, uma vez que o sono insuficiente está associado a déficits nas funções cognitivas complexas e de ordem superior e a um aumento de problemas comportamentais (ASTILL *et al.*, 2012). A participação em AF pode melhorar a duração e a qualidade do sono (STONE; STEVENS; FAULKNER, 2013). Quanto maior a participação da criança e adolescente na prática de AF, melhor será a qualidade do sono e maior será a diminuição de riscos para a saúde mental (WU *et al.*, 2015). Análises de mediação mostram que cerca de 33% da relação entre a atividade física e os sintomas psicológicos pode ser explicada pela diminuição das dificuldades para adormecer (VANDENDRIESSCHE *et al.*, 2019).

Em síntese, mesmo com as divergências dos estudos disponíveis sobre os benefícios à saúde mental oriundos da prática regular de atividade física, neste momento em que a prevalência de adolescentes com algum transtorno mental aumenta e a prática de atividade física diminui, parece

razoável incentivar nossos adolescentes a adotarem um estilo de vida fisicamente ativo.

Referências

ABD EL-KADER, S. M.; AL-JIFFRI, O. H. Aerobic exercise improves quality of life, psychological well-being and systemic inflammation in subjects with alzheimer's disease. **African Health Sciences**, v. 16, n. 4, p. 1045–1055, 2016.

ALLEN, J. *et al.* Social determinants of mental health. **International Review of Psychiatry**, v. 26, n. 4, p. 392–407, 2014.

ANDERMO, S. *et al.* School-related physical activity interventions and mental health among children: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine - Open**, v. 6, n. 1, 2020.

APOSTOLOPOULOS, V. *et al.* Physical and immunological aspects of exercise in chronic diseases. **Immunotherapy**, v. 6, n. 10, p. 1145–1157, 2014.

ARCHER, T.; JOSEFSSON, T.; LINDWALL, M. Effects of Physical Exercise on Depressive Symptoms and Biomarkers in Depression. **CNS & Neurological Disorders**, v. 13, n. 10, p. 1640–1653, 2015.

ASTILL, R. G. *et al.* Sleep, cognition, and behavioral problems in school-age children: A century of research meta-analyzed. **Psychological Bulletin**, v. 138, n. 6, p. 1109–1138, 2012.

BANDURA, A. Health promotion by social cognitive means. **Health Education and Behavior**, v. 31, n. 2, p. 143–164, 2004.

BARBOSA FILHO, V. C. *et al.* Changes in lifestyle and self-rated health among high school students: A prospective analysis of the “Saúde na Boa” project. **Brazilian Journal of Kineanthropometry & Human Performance**, v. 16, n. 1, p. 55–67, 2014.

BELO, P. *et al.* Relationship Between Mental Health and the Education Level in Elderly People: Mediation of Leisure Attitude. **Frontiers in Psychology**, v. 11, n. April, p. 1–7, 2020.

BIDDLE, S. J. H. *et al.* Physical activity and mental health in children and adolescents: An updated review of reviews and an analysis of causality. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 42, n. May, p. 146–155, 2019.

BIDDLE, S. J. H.; ASARE, M. Physical activity and mental health in children and adolescents: A review of reviews. **British Journal of Sports Medicine**, v. 45, n. 11, p. 886–895, 2011.

CHASE, J. D.; PHILLIPS, L. J.; BROWN, M. Physical activity intervention effects on physical function among community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 25, n. 1, p. 149–179, 2017.

CLEVENGER, S. S. *et al.* The role of selective serotonin reuptake inhibitors in preventing relapse of major depressive disorder. **Therapeutic Advances in Psychopharmacology**, v. 8, n. 1, p. 49–58, 2018.

COSTIGAN, S. A. *et al.* High-intensity interval training on cognitive and mental health in adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 10, p. 1985–93, 2016.

DIMECH, A. S.; SEILER, R. Extra-curricular sport participation: A potential buffer against social anxiety symptoms in primary school children. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 12, n. 4, p. 347–354, 2011.

DORÉ, I. *et al.* Mechanisms underpinning the association between physical activity and mental health in adolescence: A 6-year study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 1, p. 1–9, 2020.

DUCHEN, M. R.; SZABADKAI, G. Roles of mitochondria in human disease. **Essays in Biochemistry**, v. 47, p. 115–137, 14 jun. 2010.

DUREGON, F. *et al.* Exercise prescription and tailored physical activity intervention in onco-hematology inpatients, a personalized bedside approach to improve clinical best practice. **Hematological Oncology**, v. 37, n. 3, p. 277–284, 2019.

DURRER, C. *et al.* Acute high-intensity interval exercise reduces human monocyte toll-like receptor 2 expression in type 2 diabetes. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 312, n. 4, p. R529–R538, 2017.

EIME, R. M. *et al.* A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: Informing development of a conceptual model of health through sport. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, n. 1, p. 1, 2013.

EUTENEUER, F. *et al.* Immunological effects of behavioral activation with exercise in major depression: An exploratory randomized controlled trial. **Translational Psychiatry**, v. 7, n. 5, p. e1132-10, 2017.

FARAVELLI, C. *et al.* Childhood stressful events, HPA axis and anxiety disorders. **World Journal of Psychiatry**, v. 2, n. 1, p. 13, 2012.

GLEESON, M. *et al.* The anti-inflammatory effects of exercise: Mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. **Nature Reviews Immunology**, v. 11, n. 9, p. 607-610, 2011.

GLEESON, M.; MCFARLIN, B.; FLYNN, M. Exercise and toll-like receptors. **Exercise Immunology Review**, v. 12, p. 34-53, 2006.

GOMES, A. P. *et al.* Mental disorders and suicide risk in emerging adulthood: The 1993 Pelotas birth cohort. **Revista de Saude Publica**, v. 53, n. 96, p. 1-11, 2019.

GORE, F. M. *et al.* Global burden of disease in young people aged 10-24 years: A systematic analysis. **The Lancet**, v. 377, n. 9783, p. 2093-2102, 2011.

GUDDAL, M. H. *et al.* Physical activity and sport participation among adolescents: Associations with mental health in different age groups. Results from the Young-HUNT study: A cross-sectional survey. **BMJ Open**, v. 9, n. 9, p. 1–10, 2019.

GUTHOLD, R. *et al.* Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. **The Lancet Child and Adolescent Health**, v. 4, n. 1, p. 23–35, 2020.

HALLAL, P. C. *et al.* Global physical activity levels: Surveillance progress, pitfalls, and prospects. **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 247–257, 2012.

HARRAZ, M. M. *et al.* Antidepressant action of ketamine via mTOR is mediated by inhibition of nitroergic Rheb degradation. **Molecular psychiatry**, v. 21, n. 3, p. 313–319, 2016.

HARRIS, M. A. The relationship between physical inactivity and mental wellbeing: Findings from a gamification-based community-wide physical activity intervention. **Health Psychology Open**, v. 5, n. 1, p. 1–8, 2018.

HOSKER, D. K.; ELKINS, R. M.; POTTER, M. P. Promoting Mental Health and Wellness in Youth Through Physical Activity, Nutrition, and Sleep. **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America**, v. 28, n. 2, p. 171–193, 2019.

HRAFNKELSDOTTIR, S. M. *et al.* Less screen time and more frequent vigorous physical activity is associated with lower risk of reporting negative mental health symptoms among Icelandic adolescents. **PLoS ONE**, v. 13, n. 4, p. 1–15, 2018.

ISAKSSON, J. *et al.* Physical activity in early adolescence predicts depressive symptoms 3 years later: A community-based study. **Journal of Affective Disorders**, v. 277, n. February, p. 825–830, 2020.

JURUENA, M. F. *et al.* Atypical depression and non-atypical depression: Is HPA axis function a biomarker? A systematic review. **Journal of Affective Disorders**, v. 233, p. 45–67, 2018.

KANG, S. *et al.* Physical activity levels and social interactions of preschoolers with and without disabilities. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 15, n. 1, p. 15–19, 2019.

KLEPPANG, A. L. *et al.* The association between physical activity and symptoms of depression in different contexts - A cross-sectional study of Norwegian adolescents. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, 2018.

LIU, M.; WU, L.; MING, Q. How does physical activity intervention improve self-esteem and self-concept in children and adolescents? Evidence from a meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 10, n. 8, p. 1–17, 2015.

LOPES, C. S. *et al.* ERICA: Prevalence of common mental disorders in Brazilian adolescents. **Revista de Saude Publica**, v. 50, n. suppl 1, p. 1s-9s, 2016.

LUBANS, D. *et al.* Physical activity for cognitive and mental health in youth: A systematic review of mechanisms. **Pediatrics**, v. 138, n. 3, 2016a.

LUBANS, D. R. *et al.* Mediators of psychological well-being in adolescent boys. **Journal of Adolescent Health**, v. 58, n. 2, p. 230–236, 2016b.

MALETIC, V. *et al.* Neurobiology of depression: An integrated view of key findings. **International Journal of Clinical Practice**, v. 61, n. 12, p. 2030–2040, 2007.

MANWELL, L. A. *et al.* What is mental health? Evidence towards a new definition from a mixed methods multidisciplinary international survey. **BMJ Open**, v. 5, n. 6, p. 1–11, 2015.

MCDOWELL, C. P.; MACDONNCHA, C.; HERRING, M. P. Brief report: Associations of physical activity with anxiety and depression symptoms and status among adolescents. **Journal of Adolescence**, v. 55, p. 1–4, 2017.

MCMAHON, E. M. *et al.* Physical activity in European adolescents and associations with anxiety, depression and well-being. **European Child and Adolescent Psychiatry**, v. 26, n. 1, p. 111–122, 2017.

MENDLE, J.; RYAN, R. M.; MCKONE, K. M. P. Age at menarche, depression, and antisocial behavior in adulthood. **Pediatrics**, v. 141, n. 1, p. 1–8, 2018.

MERIKANGAS, K. R. *et al.* Lifetime prevalence of mental disorders in U.S. adolescents: Results from the national comorbidity survey replication-adolescent supplement (NCS-A). **Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry**, v. 49, n. 10, p. 980–989, 2010.

MIDDELKAMP, J. *et al.* The effects of a self-efficacy intervention on exercise behavior of fitness club members in 52 weeks and long-term relationships of transtheoretical model constructs. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 16, n. 2, p. 163–171, 2017.

MIKKELSEN, K. *et al.* Exercise and mental health. **Maturitas**, v. 106, n. September, p. 48–56, 2017.

MURPHY, J. M. *et al.* Mental Health Predicts Better Academic Outcomes: A Longitudinal Study of Elementary School Students in Chile. **Child Psychiatry and Human Development**, v. 46, n. 2, p. 245–256, 2015.

MURPHY, M.; FONAGY, P. Mental health problems in children and young people. **Annual Report of the Chief Medical Officer**, p. 1–13, 2012.

NOOIJEN, C. F. J. *et al.* Improving office workers' mental health and cognition: A 3-arm cluster randomized controlled trial targeting physical activity and sedentary behavior in multi-component interventions. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 1–10, 2019.

OLDEHINKEL, A. J.; VERHULST, F. C.; ORMEL, J. Mental health problems during puberty: Tanner stage-related differences in specific symptoms. The TRAILS study. **Journal of Adolescence**, v. 34, n. 1, p. 73–85, 2011.

OLIVEIRA, M.; GLEESON, M. The influence of prolonged cycling on monocyte Toll-like receptor 2 and 4 expression in healthy men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 2, p. 251–257, 2010.

OPDAL, I. M. *et al.* Change in physical activity is not associated with change in mental distress among adolescents: The Tromsø study: Fit Futures. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 1–11, 2019.

ORTEGA, F. B. *et al.* Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. **International Journal of Obesity**, v. 32, n. 1, p. 1–11, 2008.

PEDERSEN, B. K.; FISCHER, C. P. Beneficial health effects of exercise - the role of IL-6 as a myokine. **Trends in Pharmacological Sciences**, v. 28, n. 4, p. 152–156, 2007.

PIERCE, M. *et al.* Mental health before and during the COVID-19 pandemic: a longitudinal probability sample survey of the UK population. **Lancet Psychiatry**, v. 7, p. 883–892, 2020.

PINHEIRO, K. A. T. *et al.* Common mental disorders in adolescents: A population based cross-sectional study. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 29, n. 3, p. No Pagination Specified-No Pagination Specified, 2007.

POLANCZYK, G. V. *et al.* Annual research review: A meta-analysis of the worldwide prevalence of mental disorders in children and adolescents. **Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines**, v. 56, n. 3, p. 345–365, 2015.

PORTUGAL, E. M. M. *et al.* Neuroscience of exercise: From neurobiology mechanisms to mental health. **Neuropsychobiology**, v. 68, n. 1, p. 1–14, 2013.

RHODES, R. E.; NIGG, C. R. Advancing physical activity theory: A review and future directions. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 39, n. 3, p. 113–119, 2011.

RISSANEN, T. *et al.* Biological and other health related correlates of long-term life dissatisfaction burden. **BMC Psychiatry**, v. 13, n. 202, p. 2–9, 2013.

ROBSON, M. J.; QUINLAN, M. A.; BLAKELY, R. D. Immune System Activation and Depression: Roles of Serotonin in the Central Nervous System and Periphery. **ACS Chemical Neuroscience**, v. 8, n. 5, p. 932–942, 2017.

ROEST, A. M. *et al.* Anxiety and Risk of Incident Coronary Heart Disease. A Meta-Analysis. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 56, n. 1, p. 38–46, 2010.

ROUTLEDGE, F. S. *et al.* Improvements in heart rate variability with exercise therapy. **Canadian Journal of Cardiology**, v. 26, n. 6, p. 303–312, 2010.

ROUTLEDGE, K. M. *et al.* Shared versus distinct genetic contributions of mental wellbeing with depression and anxiety symptoms in healthy twins. **Psychiatry Research**, v. 244, p. 65–70, 2016.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. **Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness.** New York, NY, US: The Guilford Press, 2017.

SANTOS, G. DE B. V. *et al.* Prevalence of common mental disorders and associated factors in urban residents of São Paulo, Brazil. **Cadernos de Saude Publica**, v. 35, n. 11, 2019.

SAWYER, S. M. *et al.* Adolescence: A foundation for future health. **The Lancet**, v. 379, n. 9826, p. 1630–1640, 2012.

SEBASTIAN, C.; BURNETT, S.; BLAKEMORE, S. J. Development of the self-concept during adolescence. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 12, n. 11, p. 441-446, 2008.

SINAEI, M.; KARGARFARD, M. The evaluation of BMI and serum beta-endorphin levels: The study of acute exercise intervention. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, n. 5, p. 488–494, 2015.

SISK, C. L.; ZEHR, J. L. Pubertal hormones organize the adolescent brain and behavior. **Frontiers in Neuroendocrinology**, v. 26, n. 3–4, p. 163–174, 2005.

SMITH, J. J. *et al.* Intervention effects and mediators of well-being in a school-based physical activity program for adolescents: The ‘Resistance Training for Teens’ cluster RCT. **Mental Health and Physical Activity**, v. 15, n. August, p. 88–94, 2018.

SOLTANIAN, A. R. *et al.* Association between physical activity and mental health among high-school adolescents in Boushehr province: A population based study. **Iranian Journal of Psychiatry**, v. 6, n. 3, p. 112–116, 2011.

STANDAGE, M. *et al.* Predicting students' physical activity and health-related well-being: A prospective cross-domain investigation of motivation across school physical education and exercise settings. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 34, n. 1, p. 37–60, 2012.

STAVRAKAKIS, N. *et al.* Bidirectional prospective associations between physical activity and depressive symptoms. the TRAILS study. **Journal of Adolescent Health**, v. 50, n. 5, p. 503–508, 2012.

STEEL, Z. *et al.* The global prevalence of common mental disorders: A systematic review and meta-analysis 1980-2013. **International Journal of Epidemiology**, v. 43, n. 2, p. 476–493, 2014.

STEENSBURG, A. *et al.* IL-6 enhances plasma IL-1ra, IL-10, and cortisol in humans. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, v. 285, n. 2 48-2, p. 433–437, 2003.

STONE, K. L.; XIAO, Q. Impact of Poor Sleep on Physical and Mental Health in Older Women. **Sleep Medicine Clinics**, v. 13, n. 3, p. 457–465, 2018.

STONE, M. R.; STEVENS, D.; FAULKNER, G. E. J. Maintaining recommended sleep throughout the week is associated with increased physical activity in children. **Preventive Medicine**, v. 56, n. 2, p. 112–117, 2013.

TAJIK, E. *et al.* A study on level of physical activity, depression, anxiety and stress symptoms among adolescents. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 57, n. 10, p. 1382–1387, 2017.

TERRA, R. *et al.* Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 3, p. 208–214, 2012.

TOSEEB, U. *et al.* Exercise and depressive symptoms in adolescents: A longitudinal cohort study. **JAMA Pediatrics**, v. 168, n. 12, p. 1093–1100, 2014.

VAN DIJK, M. L. *et al.* Decline in physical activity during adolescence is not associated with changes in mental health. **BMC Public Health**, v. 16, n. 1, p. 1–9, 2016.

VANDENDRIESSCHE, A. *et al.* Does sleep mediate the association between school pressure, physical activity, screen time, and psychological symptoms in early adolescents? A 12-country study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 6, p. 12–18, 2019.

WANG, L. *et al.* Mental health and depressive feeling of empty-nest elderly people in China. **American Journal of Health Behavior**, v. 43, n. 6, p. 1171–1185, 2019a.

WANG, R. *et al.* Neighborhood social reciprocity and mental health among older adults in China: The mediating effects of physical activity, social interaction, and volunteering. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 22–24, 2019b.

WANG, Y. H. *et al.* Depression and anxiety in relation to cancer incidence and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. **Molecular Psychiatry**, v. 25, n. 7, p. 1487–1499, 2020.

WHO. Adolescent Mental Health. **World Health Organization**. 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-mental-health>> Acesso em: 21 de jul. de 2021.

WHO. **Guidelines on physical activity and sedentary behaviour**. Geneva. World Health Organization. 2020.

WHO. Mental health: strengthening our response. **World Health Organization**. 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>> Acesso em: 09 de ago. de 2021.

WHO. **The World Health Report 2001. Mental Health: New Understanding, New Hope**. Geneva. World Health Organization; 2002.

WU, X. *et al.* Low physical activity and high screen time can increase the risks of mental health problems and poor sleep quality among Chinese college students. **PLoS ONE**, v. 10, n. 3, p. 1–10, 2015.

YU, H. J. *et al.* Improving the metabolic and mental health of children with obesity: A school-based nutrition education and physical activity intervention in Wuhan, China. **Nutrients**, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2020.

ZVOLENSKY, M. J.; BAKHSHAIE, J.; BRANDT, C. Anxiety Disorders and Cardiovascular Illness. **Anxiety Disorders**, v. 18, n. 11, p. 267–280, 2015.

PARTE II
ASPECTOS FUNCIONAIS
E PSICOFISIOLÓGICOS ASSOCIADOS
AO DESEMPENHO HUMANO

*Part II: Psychophysiological and functional aspects
associated with human performance*

O USO DA IMPEDÂNCIA BIOELÉTRICA NO CONTEXTO ESPORTIVO

The use of bioelectric impedance in sporting context

Ezequiel Moreira Gonçalves

Raquel David Langer

Núbia Maria de Oliveira

Aryanne Hydeko Fukuoka Bueno

A avaliação da composição corporal em atletas é muito importante para fornecer parâmetros de controle relacionados à saúde em geral destes indivíduos, assim como do desempenho esportivo. A análise de impedância bioelétrica (BIA) é um método muito utilizado para monitorar a composição corporal em diversas populações, inclusive em atletas, por ser um método rápido, seguro e não invasivo. Ele também apresenta uma boa acurácia e precisão, além de ser relativamente barato comparado aos outros métodos laboratoriais. Utilizando-se de equações preditivas validadas na literatura, a partir dos valores obtidos pela BIA, é possível estimar parâmetros quantitativos como a água corporal total (ACT), a massa isenta de gordura (MIG) e a massa gorda (MG) (KYLE *et al.*, 2004).

Os aparelhos de BIA unifrequência utilizam uma corrente elétrica de baixa voltagem (50 kHz) que percorre o corpo, pelos diferentes tecidos onde o condutor é a água corporal (por conta da grande quantidade de eletrólitos) e o analisador calcula a impedância deste fluido, a partir de dois parâmetros: a resistência (R), oferecida pela passagem da corrente elétrica pelo corpo (tecidos mais hidratados, apresentarão menores valores de R), que assim como a observada em condutores não biológicos, é diretamente proporcional ao comprimento do condutor e inversamente à sua área de corte transversal; e reatância (X_c), que é causada pelo efeito da capacitância das

membranas celulares, superfície de tecidos e tecidos não iônicos que retardam parte da passagem do fluxo elétrico, ou seja, valores de X_c mais altos indicam membranas celulares com maior integridade, por outro lado, membranas menos íntegras (devido a diferentes condições clínicas como doenças crônicas ou lesões), apresentam menores valores de X_c . (KUSHNER; GUDIVAKA; SCHOELLER, 1996; KYLE *et al.*, 2004).

Além disso, por meio de valores brutos de R e X_c fornecidos pela BIA pode-se analisar aspectos qualitativos, como o cálculo do ângulo de fase, sem a necessidade de peso, altura ou qualquer outra equação de conversão. O ângulo de fase tem sido associado à integridade e permeabilidade da membrana celular e à distribuição de água corporal entre os espaços intra e extracelulares (BARBOSA-SILVA; BARROS, 2005; BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1988). Outra ferramenta que vem ganhando atenção é a análise vetorial de bioimpedância (BIVA), que é a exibição gráfica simultânea dos valores de R e X_c , ajustados pela estatura em metros do indivíduo. Vetores bioelétricos podem ser analisados em relação a valores de referência ou para as comparações entre grupos. A posição e o comprimento do vetor fornecem informações sobre a massa celular e o estado de hidratação. Mais recentemente foi proposta a BIVA específica como uma extensão do procedimento proposto por Piccoli *et al.* (1994). Ela padroniza os valores bioelétricos pela estatura como na tradicional, mas acrescenta o ajuste pelas áreas transversais (circunferências de braços, cintura e panturrilha). Os valores específicos são mais sensíveis às propriedades dos tecidos, por isso é capaz de discriminar alterações de gordura e massa magra, além das informações relacionadas às alterações na hidratação como na BIVA clássica (BUFFA *et al.*, 2014; MARINI *et al.*, 2013).

Adicionalmente, diversos estudos demonstraram que os parâmetros fornecidos pela BIA, além de quantificarem o

nível de hidratação corporal, fornecem informações importantes relacionados à fadiga muscular, às lesões musculoesqueléticas e aos desgastes musculares que levam à queda da performance. Considerando que a utilização da BIA apresenta diversas vantagens, como: não necessitar de um alto grau de habilidade do avaliador, ser portátil e relativamente barata, ser não-invasiva e não apresentar desconforto ao avaliado, pode ser utilizada na prática clínica assim como no contexto esportivo. O uso da BIA pode ser uma ferramenta importante para o monitoramento de diversos parâmetros em atletas, esses parâmetros e sua aplicação no contexto esportivo serão discutidos de forma mais detalhada neste capítulo.

Perspectiva histórica do uso da impedância bioelétrica

Os primeiros estudos utilizando a impedância bioelétrica (BIA) eram focados na relação entre a impedância e a quantidade de água corporal nos tecidos animais e posteriormente em humanos (BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1990). No início da década de 80, os analisadores de BIA comercial de unifrequência (50 kHz) tornaram-se disponíveis para avaliar a composição corporal. Utilizando métodos de referência (como a pesagem hidrostática e modelos de dois compartimentos) os estudos foram aprofundados e começaram a investigar a relação da impedância corporal com a MIG, com a ACT) e com a MG em crianças e adultos (GUO *et al.*, 1987). Na década de 90, para expandir o conhecimento do uso da BIA, uma variedade de analisadores multifrequência (frequência de 5 a 500 kHz) começaram a ser comercializados. Como consequência disso, um aumento de estudos utilizando a BIA para a estimativa da composição corporal em diferentes populações começaram a surgir, pois o equipamento apresenta um método rápido, fácil e não invasivo e de boa reprodutibilidade para avaliar pessoas

de diversas faixas etárias e condições de saúde. Além disso, o método da BIA apresenta a grande vantagem de ser um aparelho portátil, o que permite a avaliação dentro e fora do ambiente laboratorial e clínico.

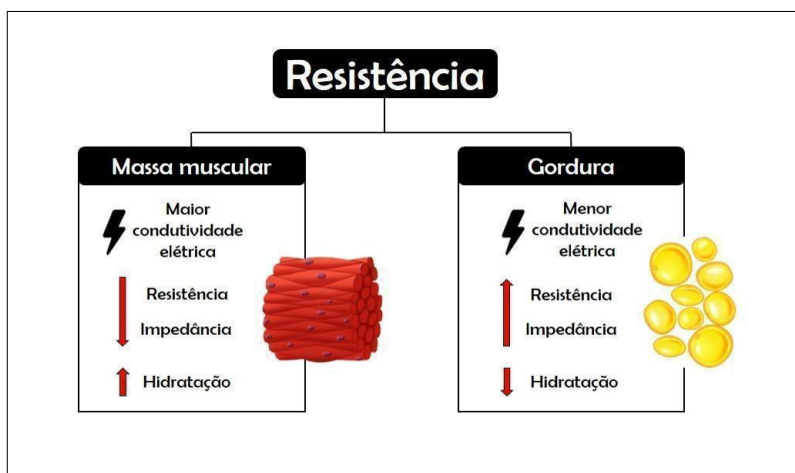
Princípios da impedância bioelétrica

Os analisadores de BIA unifrequência utilizam uma corrente elétrica segura e de baixa voltagem (50 kHz) que percorre o corpo pelos diferentes tecidos. Geralmente são colocados quatro eletrodos de contato, no punho e tornozelo (tetrapolar). Atualmente, existe uma diversidade de tipos de equipamentos comerciais com uma diversidade de formas de avaliação (exemplo: foot-to-foot, hand-to-hand e octapolar), mas neste capítulo, o foco se dá sobre equipamentos com a opção de frequência única, no modelo tetrapolar, devido ao maior número de estudos. Os equipamentos de BIA fornecem as variáveis de resistência (R) e reactância (X_c) em Ohms (Ω). A impedância (Z) é a oposição de um condutor ao fluxo de uma corrente elétrica alternada e é composta por dois vetores ($Z^2 = R^2 + X_c^2$). A R de um material condutivo homogêneo e uniforme é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua área transversal (KYLE *et al.*, 2004). Um dos pressupostos da BIA é de que o corpo humano tem um formato semelhante a um condutor cilíndrico perfeito, entretanto, sabe-se que o formato do corpo humano se assemelha mais com o de cinco cilindros conectados em série (tronco, dois braços e duas pernas, excluindo a cabeça) (BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1990). Entretanto, devido aos seguimentos corporais não serem uniformes, alguns erros podem ocorrer quando há alterações na resistividade do material do condutor em cada segmento corporal (forma e tamanho diferentes). Neste sentido, uma relação empírica pode ser estabelecida entre o quociente de impedância ($\text{comprimento}^2/R$) e o volume

de água, no qual contém eletrólitos que vão conduzir a passagem da corrente elétrica pelo corpo. Por isso, pode-se dizer que a relação empírica é entre a massa corporal magra (composta por cerca de 73% de água) e a estatura²/R (ELLIS *et al.*, 1999).

O valor de R é inversamente proporcional à quantidade de água e aos eletrólitos presente nos tecidos, ou seja, quanto menor a quantidade de água intracelular (AIC) e água extracelular (AEC) maior será o valor de R. (KUSHNER; GUDIVAKA; SCHOELLER, 1996). Dessa forma, os tecidos que contém eletrólitos presentes na água corporal, como por exemplo o tecido muscular, facilitam a passagem da corrente elétrica (menor valor de R), de outro modo, o tecido ósseo e o tecido adiposo irão dificultar a passagem da corrente elétrica (maior valor de R), como ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Comportamento de condutividade elétrica na massa muscular e na gordura.

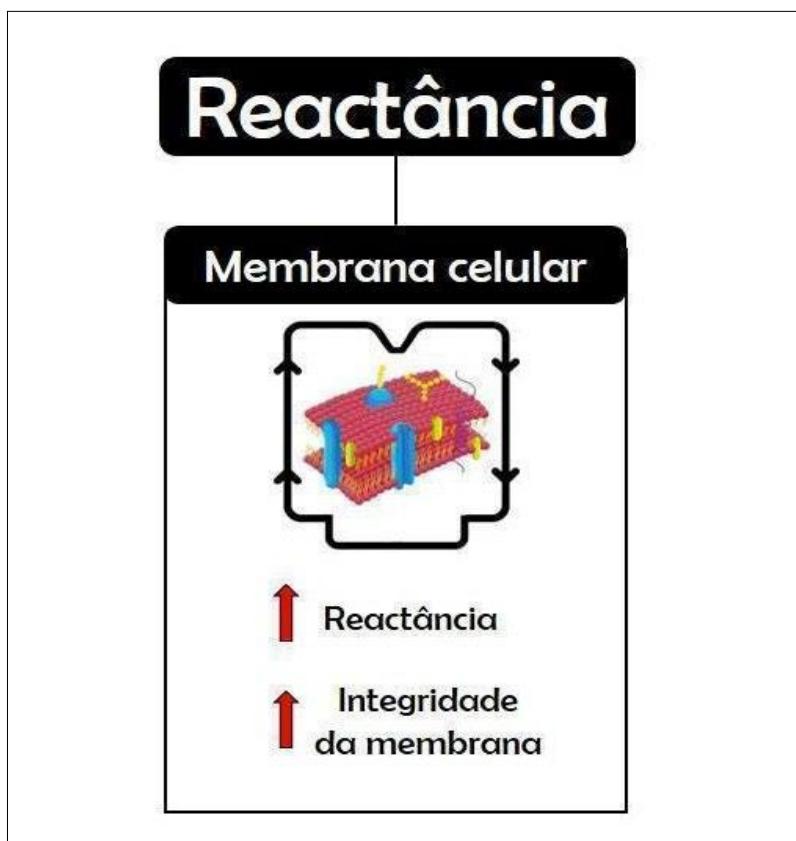


Fonte: Os autores (2021)

A reactância (X_c) é o componente que resulta da oposição ao fluxo da corrente elétrica causada pela capacitância das

membranas celulares e dos tecidos não iônicos que recebem a corrente elétrica e a liberam após um período de tempo. O valor de X_c pode variar dependendo da integridade, função e composição das membranas celulares, no qual valores elevados de X_c estão relacionados à melhor integridade da membrana celular, como ilustrado na Figura 2.

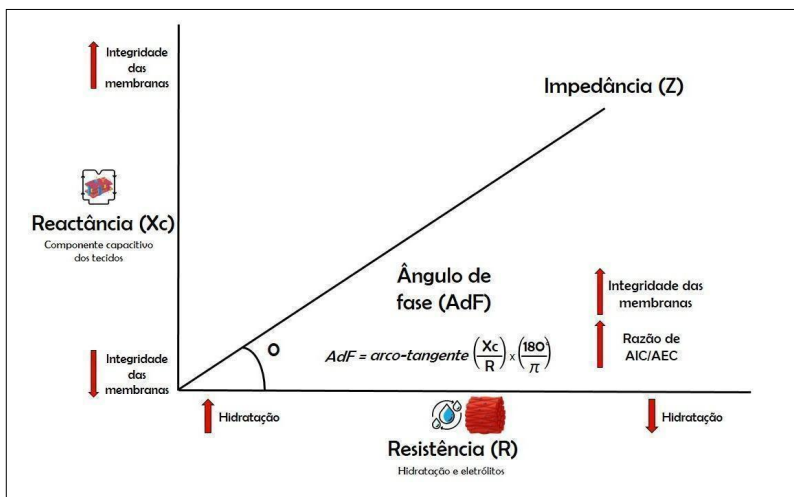
Figura 2: Comportamento da reactância na integridade da membrana celular.



Fonte: Os autores (2021)

A partir dos parâmetros de R e Xc, é possível calcular o ângulo de fase (AdF, em graus) por meio da equação: $AdF = \arctan(Xc/R) \times (180^\circ/\pi)$ (Figura 3) (BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1988). Portanto, matematicamente um valor inferior de R e um valor superior de Xc resultaam em um valor alto de ângulo de fase. O ângulo de fase foi originalmente utilizado como uma ferramenta para o diagnóstico de distúrbios metabólicos, sendo considerado um indicador celular, já que faz a estimativa da quantidade de AIC e AEC (valor de R), assim como a integridade da membrana celular (valor de Xc). A utilidade do ângulo de fase no âmbito esportivo será discutida mais adiante.

Figura 3: Comportamento ângulo de fase (AdF), de acordo com as alterações da resistência (R) e da reactância (Xc).



Fonte: Os autores (2021)

Padronização das avaliações

O controle das condições de medição para a avaliação da impedância bioelétrica é necessário para a obtenção dos dados de maneira exata, precisa e reprodutível. Alguns fatores

individuais e ambientais podem influenciar os parâmetros fornecidas pela BIA. Como consequência, podem gerar erros na estimativa da composição corporal (KUSHNER; GUDIVAKA; SCHOELLER, 1996). Neste sentido, alguns cuidados antes de realizar as avaliações de BIA devem ser considerados para minimizar o viés de erros nos parâmetros fornecidos pelo equipamento. Entre eles, não realizar exercício físico vigoroso 24h antes da avaliação, estar em jejum de pelo menos 4h, não fazer uso de medicamentos diuréticos a menos de 7 dias antes da avaliação, não consumir bebida alcoólica 48h antes da avaliação, urinar a pelo menos 30 minutos antes da avaliação, retirar todos os objetos contendo metal (ex: pulseiras, correntes, brincos, etc.) e, para as mulheres, não estar no período menstrual (KUSHNER; GUDIVAKA; SCHOELLER, 1996; KYLE *et al.*, 2004).

No acompanhamento dos atletas, algumas questões práticas relativas à padronização das medidas são importantes, como controle da temperatura e na umidade do ambiente de avaliação, assim como um intervalo de tempo consistente da sessão de treinamento ou competição (CAMPA *et al.*, 2021).

No momento da avaliação, alguns cuidados quanto ao posicionamento do participante também devem ser considerados para não influenciar nos parâmetros fornecidos pela BIA (KYLE *et al.*, 2004). Nos equipamentos de BIA tetrapolar, o participante deve ser posicionado em uma maca isolada de condutores elétricos mantendo as pernas afastadas e em uma distância de 45°, os braços devem estar esticados ao longo do corpo e sem tocar no corpo e as mãos devem ficar em posição de pronação. Antes de realizar a avaliação, o avaliador deve fazer a assepsia da pele com álcool no local em que os eletrodos serão fixados. Na mão, o eletrodo emissor é posicionado no plano da cabeça do terceiro metacarpo e o eletrodo receptor é posicionado em uma linha imaginária dividindo a cabeça

da ulna. No pé, o eletrodo emissor é posicionado no plano do terceiro metatarso e o eletrodo receptor é posicionado em uma linha imaginária entre os maléolos (ELLIS *et al.*, 1999)

Determinação da composição corporal em atletas utilizando a BIA

A avaliação da composição corporal em atletas é de extrema importância para monitorar a saúde em geral e, também, no contexto do desempenho esportivo, já que a quantidade de MIG e de MG em um atleta podem ser um fator determinante do desempenho (ACKLAND *et al.*, 2012). Dependendo da modalidade esportiva os componentes corporais são decisivos para o sucesso do atleta. A massa muscular esquelética representa a massa funcional e contribui positivamente para a produção de força. A massa gorda, por sua vez, é considerada massa não funcional, cujas quantidades em excesso podem prejudicar mecanicamente e metabolicamente o desempenho do atleta (LUKASKI; RAYMOND-POPE, 2021).

De outro modo, em esportes que exigem maior massa corporal, como nos esportes de combate, a massa gorda apresenta ser uma vantagem para o sucesso (FRANCHINI; BRITO; ARTIOLI, 2012). Neste sentido, monitorar a composição corporal em atletas de qualquer modalidade realizando uma avaliação corporal mais criteriosa e fracionando os seus diferentes componentes corporais se tornou essencial. Além disso, a avaliação da composição corporal em atletas pode melhorar o controle e a prescrição dos programas de treinamento, prevenindo assim o surgimento de lesões (LUKASKI; RAYMOND-POPE, 2021).

Neste sentido, o uso da BIA na estimativa da composição corporal em atletas surgiu com o objetivo de monitorar essas alterações produzidas pelo treinamento físico. A partir dos parâmetros de R e Xc junto com variáveis antropométricas

(comopeso corporal e estatura), diversas equações foram desenvolvidas para a estimativa da MIG, MG, ACT e massa muscular em atletas de diferentes modalidades e níveis esportivos (MATIAS *et al.*, 2021; MOON, 2013; SARDINHA *et al.*, 2020). O treinamento físico gera alterações significativas nos componentes do corpo e, como consequência disso, o nível de hidratação corporal também se altera. Nesse sentido, o uso da BIA pode auxiliar a monitorar essas alterações que ocorrem devido à prática de exercício físico.

Atualmente existem diversas equações preditivas publicadas na literatura que utilizaram a BIA para estimar a composição corporal (principalmente a MIG) em populações com diferentes características (sexo, idade, etnia, antropometria) e podem apresentar elevados erros de predição quando aplicadas em amostras de características diferentes daquelas que foram consideradas para o desenvolvimento das equações. Assim, a escolha de equações já publicadas a serem utilizadas para calcular a MIG deve ser feita de forma cautelosa, sendo de extrema importância escolher equações que se adequem à faixa etária, ao sexo, à etnia e à condição física dos sujeitos que se pretende avaliar (KYLE 2004 b).

Alguns critérios relacionados ao erro de predição foram propostos para verificar a validade de novas técnicas de medida na estimativa da MIG (Tabela 1). Os erros padrão de estimativa (EPE) são excelentes quando inferiores a 2,5kg para homens e 1,8kg para mulheres. Provavelmente refletem erros reais quando apresentam valores de 1,8 e 1,0kg, respectivamente, no novo método utilizado. Estes erros são inferiores ao EPE, pois neste valor não está incluído o erro do método de critério em si, além do fato de o método de critério não apresentar valores perfeitos (LOHMAN, 1992).

Tabela 1. Classificação subjetiva dos valores de erros na predição da massa isenta de gordura corporal e os erros reais usando o método de critério.

Erro padrão de estimativa (kg)		Erro real usando o método de critério (kg)		Classificação subjetiva
Homem	Mulher	Homem	Mulher	
2,0 – 2,5	1,5 – 1,8	0 – 1,8	0 – 1,8	Ideal
2,5	1,8	1,8	1,0	Excelente
3,0	2,3	2,3	1,7	Muito bom
3,5	2,8	2,9	2,4	Bom
4,0	2,8	2,9	2,4	Razoavelmente bom
4,5	3,6	4,0	3,3	Razoável
>4,5	>4,0	–	–	Não recomendado

Fonte: Adaptado de Lohman (1992)

Monitorar a quantidade de MG e MIG durante a prática de exercícios pode contribuir para um melhor direcionamento dos programas de treinamento físico, por isso, se faz necessária a utilização de modelos validados que identifiquem com acurácia e precisão as alterações dos componentes corporais. Algumas equações preditivas específicas para atletas são apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1. Equações preditivas de massa livre de gordura específicas para atletas e equações preditivas generalizadas validadas para este grupo.

Autores	Grupo	Dispositivo de BIA	Método Critério	Esporte	Equação preditiva (MIG)	R ² /EPE (kg)
Pritchard et al, 1997	Mulheres adultas (n=70; 26.5 ± 1.4 anos)	RJL-109 e 101 (RJL Systems)	DXA	Corredores de elite.	=5.091 + (0.6483* Estatura ² /R) + 0.1699-Peso)	0.94/ 1.8
Fornetti et al, 1999	Mulheres adultas (n= 132; 20.4 ± 1.5 anos)	RJL 101A (RJL Systems)	DXA	Basquete, cross-country, hóquei em campo, golfe, ginástica, tênis,futebol, softball, natação, vôlei e mergulho e atletismo.	=(0.282* Estatura) + (0.415* Peso) - (0.037*R) + (0.096*Xc) - 9.734	0.98/ 1.1
Langer et al, 2016	Homens adultos (n=396; 19.2 ± 1.8 anos)	Quantum II (RJL Systems)	DXA	Cadetes do exército.	=(0.508* Peso (kg)) + 39.234 * (Estatura ² /R) ^{log10} -48.263	0.87/ 2.3
Koury et al, 2018	Adolescentes (Meninas: n=151; 13.0 ± 1.1 anos e meninos: n=167; 14.0±0.9 anos)	Biodynamics 450	DXA	Natação, judô, badminton, atletismo, futebol, voleibol, tênis de mesa.	Meninas = -2.615 + 0.603 * (idade) + 0.954*(OM) + 0.713*(Estatura ² /R)	0.84/ 2.2
					Meninos = -6.340 + 0.795 * (idade) + 2.071*(ME) + 0.744*(Estatura ² /R)	0.92/ 2.7
Matias et al, 2020	Adultos de ambos os sexos (n=142; 22.9 ± 4.9 anos)	BIA-101, RJL/ Akern Systems	4C	Basquete, handebol, judô e luta livre, caratê e taekwondo, pentatlo, rugby, vela, futebol, natação, tênis, atletismo, triatlo e voleibol.	= - 2.261 + (0.327*Estatura ² /R) + (0.525*Peso) +(5.462*Sexo)	0.95/ 2.4

EPE: erro padrão de estimativa; 4C: modelo de quatro compartimentos; DXA: absorciometria por dupla emissão de raio x; R: resistência; Xc: reactância; OM: ocorrência da menarca; ME:maturação esquelética. Obs: peso em kg e estatura em cm

Fonte: Adaptado de Koury e Lanzillotti, 2021.

O uso do ângulo de fase e da análise vetorial em atletas

Ângulo de fase (AdF)

O ângulo de fase é considerado um método de análise qualitativo da composição corporal (CAMPA *et al.*, 2021). O ângulo de fase reflete tanto a distribuição da água corporal entre os espaços intra e extracelulares quanto a integridade das membranas celulares, além disso, o ângulo de fase tem sido utilizado no monitoramento de populações com diferentes condições de saúde. Recentemente vem sendo utilizado no contexto esportivo, no qual valores elevados de ângulo de fase refletem melhor equilíbrio da hidratação celular e melhor integridade da membrana celular (MARINI *et al.*, 2020; NORMAN *et al.*, 2012). Estudos anteriores com crianças e adultos saudáveis reportaram que o ângulo de fase está associado às variáveis de idade, sexo, composição corporal e aptidão cardiorrespiratória (GONZALEZ *et al.*, 2016; LANGER *et al.*, 2020), no qual crianças e adultos que apresentavam valores elevados de ângulo de fase tinham maior nível de atividade física, maior MIG e menor MG. Em crianças e adolescentes saudáveis (idade 6-17 anos), o valor de ângulo de fase geralmente varia entre 5° e 7° (BOSY-WESTPHAL *et al.*, 2006; LANGER *et al.*, 2020), enquanto em adolescentes atletas (idade 13-18 anos) o valor de ângulo de fase pode atingir acima de 8,3° (TORRES *et al.*, 2008).

Estudos com atletas que utilizaram técnicas de diluição de isótopos como referência para determinar a água corporal total, relacionaram o valor de ângulo de fase com a razão de AIC/AEC (FRANCISCO *et al.*, 2020; MARINI, *et al.*, 2020), indicando que as alterações no valor de ângulo de fase podem indicar deslocamentos de fluido entre os compartimentos, como consequência de dano celular, inflamação ou

desidratação (NESCOLARDE *et al.*, 2015; POLLASTRI *et al.*, 2016). Além disso, estudos anteriores associaram valores elevados de ângulo de fase com as variáveis de desempenho como maior massa magra, maior força muscular, maior potência e melhor performance na corrida (CAMPA *et al.*, 2021; DI VINCENZO *et al.*, 2020; MARRA *et al.*, 2020; NABUCO *et al.*, 2019).

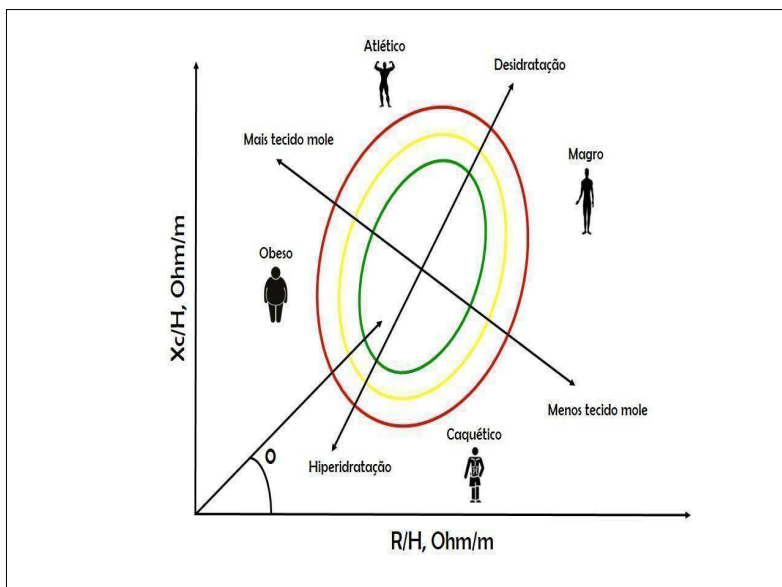
Uma recente revisão sistemática de Di Vincenzo *et al.* (2019) relata que ainda é incerto até que ponto o ângulo de fase varia entre diferentes esportes, entretanto, essa mesma revisão sugere que, do ponto de vista prático, atualmente a mensuração do ângulo de fase é uma abordagem promissora para avaliar a qualidade muscular em grupos de atletas, por exemplo, destreinados em comparação a sujeitos bem treinados. Em outra revisão, porém, narrativa (CAMPA *et al.*, 2021), os autores sugerem que o ângulo de fase deve ser usado para monitorar as mudanças na composição corporal do atleta ao longo do tempo, mas não deve ser usado para uma comparação entre os atletas.

Análise vetorial de impedância bioelétrica (BIVA)

A BIVA foi desenvolvida por Piccoli *et al.* (1994) e utiliza um gráfico com os parâmetros de R e de Xc normalizados pela estatura como um vetor bivariado no gráfico RXc. A BIVA fornece uma medida qualitativa do tecido mole que não depende do tamanho do corpo, além disso, evita o uso de equações de regressão. Não é possível estimar os componentes corporais como a massa gorda, massa muscular, massa óssea ou a água corporal total utilizando a BIVA. Entretanto, a posição do vetor pode indicar dentro das elipses de tolerância desenhadas de acordo com a característica de cada população, assim como

para a comparação entre os grupos (elipses de confiança). A posição e o comprimento do vetor fornecem informações sobre o estado de massa celular corporal e de hidratação, conforme Figura 4.

Figura 4: Análise vetorial de impedância bioelétrica de acordo com a massa celular e a hidratação corporal.



Fonte: Adaptado de Piccoli e Pastori (2002).

Uma migração lateral do vetor devido à reactância baixa ou alta indica diminuição ou aumento da massa dielétrica (membranas e interfaces de tecido) dos tecidos moles. O comprimento do vetor indica o estado de hidratação de sobrecarga de fluido (diminuição da resistência, vetor mais curto) à desidratação (aumento da resistência, vetor mais longo) (PICCOLI *et al.*, 1994). Estudos utilizando métodos de referência para a avaliação da composição corporal como a absorciometria por dupla emissão de raio-x (DXA) e as técnicas de diluição

de isótopos demonstraram a habilidade da BIVA em detectar mudanças na hidratação e massa magra em atletas (CAMPA *et al.*, 2020; HEAVENS *et al.*, 2016; WELLS *et al.*, 2019). A BIVA específica, por sua vez, é uma técnica recentemente proposta como uma extensão do procedimento proposto por Piccoli *et al.* (1994). Ela padroniza os valores bioelétricos para estatura e áreas transversais, em vez de apenas a estatura do corpo. A base teórica é a lei de Ohm, no qual a resistência é diretamente proporcional ao comprimento do condutor e inversamente proporcional à sua área de seção transversa. Os valores específicos são mais sensíveis às propriedades dos tecidos, por isso é capaz de discriminar alterações de gordura e de massa magra em adultos, idosos e atletas (BUFFA *et al.*, 2014; MARINI *et al.*, 2013; MARINI *et al.*, 2020). Enquanto na BIVA clássica o eixo maior representa alterações na hidratação, na BIVA específica está relacionado à variação do percentual de massa gorda (valores mais altos de percentual de gordura terão vetores mais longos). O eixo menor fornece as mesmas informações que na BIVA clássica, pois está relacionado às variações do ângulo de fase, que não é afetado pela correção (BUFFA *et al.*, 2014; MARINI *et al.*, 2013).

O uso da BIA localizada e segmentada em atletas

A BIA localizada foi desenvolvida para avaliar a situação de recuperação após lesões por esforço. Estudos em atletas têm demonstrado que a lesão muscular causa reduções significativas nos parâmetros de R, Xc e AdF. Essa diminuição está diretamente relacionada à gravidade das lesões, na qual elevados valores de R refletem o acúmulo de fluidos periféricos, já as reduções nos valores de Xc e AdF indicam um comprometimento da integridade da membrana celular, inflamação, aumento de fluido extracelular e lesão (NESCOLARDE *et*

al., 2013, 2015). Nas avaliações de BIA localizada, os quatro eletrodos são posicionados na região de interesse do corpo, como, por exemplo nos músculos específicos (ex: bíceps, quadríceps, etc.). A impedância elétrica localizada em um grupo muscular pode identificar alterações anormais na arquitetura muscular antes da presença dos sinais clínicos usuais. Estudos comparando pessoas saudáveis e pacientes com doenças neuromusculares demonstraram valores significativamente reduzidos de R, Xc e AdF nos mesmos grupos musculares devido à atrofia da fibra muscular, aumento do tecido conjuntivo, infiltração de gordura e de edema (RUTKOVE, 2009; RUTKOVE *et al.*, 2008). Assim, a BIA localizada fornece um método seguro para avaliar o músculo na condição de saúde, de doença e de monitoramento após um período de lesão (NESCOLARDE *et al.*, 2013).

Estudos anteriores reportaram a utilização da BIA segmentada para avaliar a massa corporal magra apendicular, para estimar o volume muscular e para investigar possíveis relações entre tamanho e força muscular em um segmento limitado do membro, assim como analisar diferenças corporais entre atletas e acompanhar alterações devido aos programas de treinamento físico (DI VINCENZO *et al.*, 2020; ESCO *et al.*, 2015; LORENZO; ADREOLI, 2003). Além disso, o ângulo de fase também é utilizado na BIA localizada para verificar a recuperação da lesão por estiramento muscular, onde valores menores indicam um estado inflamatório devido ao incremento de líquido extracelular após uma ruptura celular (NESCOLARDE *et al.*, 2013, 2015).

Considerações finais

A composição corporal nos atletas é resultado de uma complexa interação entre o genótipo, o treino físico, a dieta e as demandas fisiológicas e metabólicas do esporte (LUKASKI;

RAYMOND-POPE, 2021). Devido ao fato da BIA ser um método não invasivo, rápido, de custo relativamente baixo e utilizar um equipamento portátil, ela vem ganhando atenção e tem sido muito utilizada na avaliação de atletas de diversos esportes, tanto no ambiente das pesquisas quanto no acompanhamento prático regular desses atletas. A utilização da BIA permite a estimativa de diversos parâmetros qualitativos e quantitativos da composição corporal, relativos ao corpo inteiro ou de forma segmentada. Devido às suas características específicas, em atletas devem ser utilizadas equações preditivas específicas para as modalidades para ser realizada uma análise quantitativa mais precisa da composição corporal, evitando os maiores erros de predição dos modelos não específicos. Nesse sentido, seria importante a utilização de dispositivos que forneçam os dados brutos de R e X_c , para que seja possível aos pesquisadores e treinadores/preparadores/fisiologistas escolher e calcular os valores de composição corporal utilizando as fórmulas específicas mais adequadas para seus atletas.

O monitoramento do ângulo de fase e da BIVA em atletas fornece uma análise qualitativa e pode ser usada para acompanhar as alterações nos parâmetros bioelétricos e, assim, na composição corporal, comparando-os com referências de BIVA específicas da população. Tanto os parâmetros quantitativos (por exemplo, MG , MIG , ACT) quanto qualitativos (por exemplo, posição do vetor e ângulo de fase) podem ser usados como marcadores para o acompanhamento de períodos específicos de treinamentos dentro da temporada competitiva. Para isso, diversas medições ao longo da temporada devem ser realizadas para o melhor entendimento do comportamento desses parâmetros (por exemplo, composição corporal, estado de hidratação, integridade celular). O uso da BIA no ambiente laboratorial e em campo pode ser uma boa alternativa para avaliar um grande número de pessoas em um

curto período de tempo. Além disso, no contexto esportivo, o ângulo de fase pode auxiliar os preparadores físicos como uma ferramenta adicional no monitoramento e no ajuste de carga nos programas de treinamento físico (LUKASKI; RAYMOND-POPE, 2021).

Adicionalmente, a utilização da BIA localizada pode ser um método alternativo para avaliar lesões de tecidos moles e monitorar o processo de recuperação. Por meio da análise dos parâmetros da BIA, durante exercícios físicos, pode se buscar maiores informações sobre os processos eletroquímicos, além de mudanças morfológicas e fisiológicas que ocorrem no músculo esquelético durante a contração e, também, como resultado da fadiga.

Referências

ACKLAND, T. R.; LOHMAN, T. G.; SUNDGOT-BORGEN, J., MAUGHAN, R. J.; MEYER, N. L.; STEWART, A. D.; MULLER, W. Current status of body composition assessment in sport. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 227-249, 2012.

BARBOSA-SILVA, M. C. G.; BARROS, A. J. D. Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: A new perspective on its use beyond body composition equations. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, vol. 8, n. 3, p. 311-317, 2005.

BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Bioelectric impedance for body composition. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, vol. 18, n. 1, p. 193-224, 1990.

BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Bioelectric phase angle and body composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, vol. 48, n.1, p. 16-23, 1988.

BOSY-WESTPHAL, A.; DANIELZIK, S.; DORHOFER, R.; LATER, W.; WIESE, S.; MULLER, M. Phase Angle From Bioelectrical Impedance Analysis: Population Reference Values by Age, Sex, and Body Mass Index. **Journal of parenteral and enteral nutrition**, vol. 30, n.4, p. 309–16, 2006.

BUFFA, R.; MEREU, E.; COMANDINI, O.; IBANEZ, M. E.; MARINI, E. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) for the assessment of two-compartment body composition. **European Journal of Clinical Nutrition**, vol. 68, n. 11, p. 1234–1240, 2014.

CAMPA, F.; MATIAS, C. N.; MARINI, E.; HEYMSFIELD, S. B.; TOSELLI, S.; SARDINHA, L. B.; SILVA, A. M. Identifying athlete body fluid changes during a competitive season with bioelectrical impedance vector analysis. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, vol. 15, n. 3, p. 361–367, 2020.

CAMPA, F.; TOSELLI, S.; MAZZILLI, M.; GOBBO, L. A.; CORATELLA, G. Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis. **Nutrients**, vol. 13, n. 5, p. 1620, 2021.

DI VINCENZO, O.; MARRA, M.; DI GREGORIO, A.; PASANISI, F.; SCALFI, L. Bioelectrical impedance analysis (BIA) -derived phase angle in sarcopenia: A systematic review. **Clinical Nutrition**, vol. 40, n. 5, 2020.

DI VINCENZO, O.; MARRA, M.; SAMMARCO, R.; SPERANZA, E.; CIOFFI, I.; SCALFI, L. Body composition, segmental bioimpedance phase angle and muscular strenght in professional volleyball players compared to a control group. **The journal of sports Medicine and physical fitness**, vol. 60, n. 6, p. 870–4, 2020.

ELLIS, K. J.; BELL, S.J.; CHERTOW, G. M.; CHUMLEA, C.; KNOX, T. A.; KOTLER, D.P.; LUKASKI, H. C.; SCHOELLER, D. A. Métodos de impedância bioelétrica em pesquisa clínica: um acompanhamento da Conferência de Avaliação de Tecnologia do NIH. **Nutrição**, v. 15, n. 11-12, pág. 874-880, 1999.

ESCO, M.; SNARR, R.; LEATHERWOOD, M.; CHAMBERLAIN, N.; REDDING, M.; FLATT, A.; MOON, J.; WILLIFORD, H. Comparison of total and segmental body composition using DXA and multifrequency bioimpedance in collegiate female athletes. **Journal of strength and conditioning research**, vol. 29, n. 4, p. 918–925, 2015.

FRANCHINI, E.; BRITO, C. J.; ARTIOLI, G. G. Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. vol. 9, n. 1, 2012.

FRANCISCO, R.; MATIAS, C. N.; SANTOS, D. A.; CAMPA, F.; MINDERICO, C. S.; ROCHA, P.; HEYMSFIELD, S. B.; LUKASKI, H.; SARDINHA, L. B.; SILVA, A. M. The predictive role of raw bioelectrical impedance parameters in water compartments and fluid distribution assessed by dilution techniques in athletes. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, vol. 17, n. 3, p. 1–14, 2020.

GENTON, L.; MARESCHAL, J.; NORMAN, K.; KARSEGARD, V. L.; DELSOGLIO, M.; PICHARD, C.; GRAF, C.; HERRMANN, F. R. Association of phase angle and running performance. **Clinical Nutrition ESPEN**, vol. 37, p. 65–68, 2020.

GONZALEZ, M. C.; BARBOSA-SILVA, T. G.; BIELEMANN, R. M.; GALLAGHER, D.; HEYMSFIELD, S. B. Phase angle and its determinants in healthy subjects: Influence of body composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, vol. 103, n. 3, p. 712–716, 2016.

GUO, S.; ROCHE A.F.; CHUMLEA W.M.C.; POHLMAN R.L. Body Composition Predictions From Bioelectric Impedance. **Human Biology**, vol. 59, no. 2, p. 221–233, 1987.

HEAVENS, K. R.; CHARKOUDIAN, N.; O'BRIEN, C.; KENEFICK, R. W.; CHEUVRONT, S. N. Noninvasive assessment of extracellular and intracellular dehydration in healthy humans using the resistance-reactance-score graph method. **American Journal of Clinical Nutrition**, vol. 103, n. 3, p. 724–729, 2016.

KOURY, J. C.; LANZILLOTTI, H. S. **Predictive equations. In: Bioelectrical impedance analysis of body composition. Applications in sports science.** Elisabetta Marini, Stefania Toselli, Cagliari, UNICApres, 2021.

KUSHNER, R.; GUDIVAKA, R.; SCHOELLER, D. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. **American Journal of Clinical Nutrition**, vol. 64, n. 3 Suppl, p. 423S–427S, 1996.

KYLE, U. G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A. D.; DEURENBERG, P.; ELIA, M.; GÓMEZ, J. M.; HEITMANN, B. L.; KENT-SMITH, L.; MELCHIOR, J. C.; PIRLICH, M.; SCHARFETTER, H.; SCHOLS, A. M. W. J.; PICHARD, C. Bioelectrical impedance analysis - Part I: Review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, vol. 23, n. 5, p. 1226–1243, 2004.

KYLE, U. G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A. D.; DEURENBERG, P.; ELIA, M.; GÓMEZ, J. M.; HEITMANN, B. L.; KENT-SMITH, L.; MELCHIOR, J. C.; PIRLICH, M.; SCHARFETTER, H.; SCHOLS, A. M. W. J.; PICHARD, C. Bioelectrical impedance analysis - Part II: Utilization in clinical practice. **Clinical Nutrition**, vol. 23, n. 6, p. 1430–1453, 2004.

LANGER, R. D.; DE FATIMA GUIMARÃES, R.; GONÇALVES, E. M.; GUERRA-JUNIOR, G.; DE MORAES, A. M. Phase angle is determined by body composition and cardiorespiratory fitness in adolescents. **International Journal of Sports Medicine**, vol. 41, n. 9, p. 610–615, 2020.

LOHMAN, T. **Basic Concepts in Body Composition Assessment. In: Advances in Body Composition Assessment.** [S. l.]: Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.

LORENZO, A.; ADREOLI, A. Segmental bioelectrical impedance analysis. **Current opinion in clinical nutrition and metabolic care**, vol. 6, n. 5, p. 551–555, 2003.

LUKASKI, H.C.; RAYMOND-POPE, C. J. New Frontiers of Body Composition in Sport. **International Journal of Sports Medicine**, vol. 42, n. 07, p. 588–601, 2021.

MARINI, E.; SERGI, G.; SUCCA, V.; SARAGAT, B.; SARTI, S.; COIN, A.; MANZATO, E.; BUFFA, R. Efficacy of specific bioelectrical impedance vector analysis (biva) for assessing body composition in the elderly. **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, vol. 17, n. 6, p. 515–521, 2013.

MARINI, E.; CAMPA, F.; BUFFA, R.; STAGI, S.; MATIAS, C. N.; TOSELLI, S.; SARDINHA, L. B.; SILVA, A. M. Phase angle and bioelectrical impedance vector analysis in the evaluation of body composition in athletes. **Clinical Nutrition**, vol. 39, n. 2, p. 447–454, 2020.

MARRA, M.; VINCENZO, O. D.; SAMMARCO, R.; MORLINO, D.; SCALFI, L. Bioimpedance phase angle in elite male athletes: A segmental approach. **Physiological Measurement**, vol. 41, n. 12, 2020.

MATIAS, C.; CAMPA, F.; SANTOS, D.; LUKASKI, H.; SARDINHA, L.; SILVA, A. Fat-free Mass Bioelectrical Impedance Analysis Predictive Equation for Athletes using a 4-Compartment Model. **International journal of sports medicine**, vol. 42, n. 1, p. 27–32, 2021.

MOON, J. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. **European journal of clinical nutrition**, vol. 67 Suppl 1, p. S54–S59, 2013.

NABUCO, H. C. G.; SILVA, A. M.; SARDINHA, L. B.; RODRIGUES, F. B.; TOMELERI, C. M.; RAVAGNANI, F. C. P.; CYRINO, E. S.; RAVAGNANI, C. F. C. Phase Angle is Moderately Associated with Short-term Maximal Intensity

Efforts in Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, vol. 40, n. 11, p. 739–743, 2019.

NESCOLARDE, L.; YANGUAS, J.; LUKASKI, H.; ALOMAR, X.; ROSELL-FERRER, J.; RODAS, G. Effects of muscle injury severity on localized bioimpedance measurements. **Physiological Measurement**, vol. 36, n. 1, p. 27–42, 2015.

NESCOLARDE, L.; YANGUAS, J.; LUKASKI, H.; ALOMAR, X.; ROSELL-FERRER, J.; RODAS, G. Localized bioimpedance to assess muscle injury. **Physiological Measurement**, vol. 34, n. 2, p. 237–245, 2013.

NORMAN, K.; STOBÄUS, N.; PIRLICH, M.; BOSY-WESTPHAL, A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis - Clinical relevance and applicability of impedance parameters. **Clinical Nutrition**, vol. 31, n. 6, p. 854–861, 2012.

PICCOLI, A.; ROSSI, B.; PILLON, L.; BUCCIANTE, G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis : The RXc graph. **Kidney international**, vol. 46, n. 2, p. 534–539, 1994.

PICCOLI, A.; PASTORI, G. BIVA software 2002. **Department of Medical and Surgical Sciences, University of Padova, Italy**, p. 1–17, 2002.

POLLASTRI, L.; LANFRANCONI, F.; TREDICI, G.; SCHENK, K.; BURTSCHER, M.; GATTERER, H. Body fluid status and physical demand during the Giro d'Italia. **Research in Sports Medicine**, vol. 24, n. 1, p. 30–38, 2016.

RUTKOVE, S. B. Electrical impedance myography: Background, current state, and future directions. **Muscle and Nerve**, vol. 40, n. 6, p. 936–946, 2009.

RUTKOVE, S. B.; FOGERSON, P. M.; GARMIRIAN, L. P.; TARULLI, A. W. Reference values for 50-kHz electrical impedance myography. **Muscle and Nerve**, vol. 38, n. 3, p. 1128–1132, 2008.

SARDINHA, L.; CORREIA, I.; MAGALHÃES, J.; JÚDICE, P.; SILVA, A.; HETHERINGTON-RAUTH, M. Development and validation of BIA prediction equations of upper and lower limb lean soft tissue in athletes. **European journal of clinical nutrition**, vol. 74, n. 12, p. 1646–1652, 1 Dec. 2020.

TORRES, A. G.; OLIVEIRA, K. J. F.; OLIVEIRA-JUNIOR, A. V.; GONÇALVES, M. C.; KOURY, J. C. Biological determinants of phase angle among Brazilian elite athletes. **Proceedings of the Nutrition Society**, vol. 67, n. OCE8, 2008.

WELLS, J. C. K.; WILLIAMS, J. E.; QUEK, R. Y.; FEWTRELL, M. S. Bio-electrical impedance vector analysis: testing Piccoli's model against objective body composition data in children and adolescents. **European Journal of Clinical Nutrition**, vol. 73, n. 6, p. 887–895, 2019.

SUPLEMENTOS ERGOGÊNICOS UTILIZADOS NO CICLISMO

Ergogenic supplement used in cycling

Anibal Pires do Amaral Neto

Eurico Lara de Campos Neto

Claudinei Ferreira dos Santos

A utilização de ergogênicos no esporte teve um aumento considerável nos últimos anos devido a estudos que mostram que o uso desses suplementos auxiliariam na melhora da performance e na recuperação pós exercício (MARTÍNEZ-NOGUERA *et al.*, 2019). A busca por melhores desempenhos está intimamente ligada a melhores adaptações cardiovasculares, metabólicas e musculares. Para isso, estratégias nutricionais com recursos ergogênicos associados a um programa de treinamento estruturado podem atender às demandas do indivíduo (EARNEST *et al.*, 2019; MARTÍNEZ-NOGUERA *et al.*, 2019).

O auxílio de recursos ergogênicos nutricionais caracteriza-se como uma suplementação que retarda a fadiga contribuindo para a manutenção da potência muscular e, consequentemente, contribuindo para a melhora do desempenho esportivo (MORALES; SAMPAIO-JORGE; BARTH, 2020).

Sendo assim, a suplementação pode ser definida como um produto que é consumido via oral, destinado a complementar a alimentação do indivíduo. Podem ser minerais, ervas, aminoácidos e vitaminas.

Desta forma, a classificação dos suplementos nutricionais utilizados para a melhora do desempenho esportivo podem ser os alimentos esportivos (géis, barras, bebidas e proteínas em pó) e suplementos médicos (vitaminas e minerais para tratar problemas clínicos) (EDENFIELD, 2020).

Porém, alguns deles não contam com um respaldo científico que garantam sua efetividade, particularmente devido à grande variedade de modalidades esportivas e protocolos de suplementação empregados. Destacam-se as modalidades corrida, ciclismo e treinamento com pesos como sendo as mais praticadas e estudadas quando o objetivo é encontrar efeitos ergogênicos de diferentes recursos nutricionais. Assim, especificamente neste capítulo, serão abordados os principais recursos ergogênicos utilizados por ciclistas e seu real efeito no desempenho físico.

Tamponantes

Tamponamento é o termo utilizado para os mecanismos químicos e fisiológicos que controlam as concentrações de íons H^+ através da formação de íons OH^- no organismo, ou seja, controlam os níveis de acidez ou basicidade (pH) nas soluções líquidas. Quanto mais íons H^+ existem em uma solução, menor é seu pH e mais ácida é a solução (GUYTON; HALL, 2017; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2018).

Dentro do organismo humano, o controle do pH nos fluidos corporais é bem preciso, ficando entre 7,35 e 7,45, ou seja, ligeiramente básico. Reduções nessas concentrações a níveis abaixo de 6,8 e acima de 8,0 podem ocasionar um colapso severo e até a morte. Esse controle preciso é necessário, pois a grande maioria das enzimas tem a sua eficiência máxima nessa estreita faixa e mudanças acentuadas no pH podem afetar diversas funções celulares. Esse controle do pH é tão importante para o funcionamento do organismo humano que existem diversos mecanismos com função tamponante trabalhando para a manutenção desses níveis adequados (GUYTON; HALL, 2017; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2018).

Existem três sistemas primários que fazem o controle ácido-base dentro do organismo humano. O que tem ação

mais lenta, porém de efeito mais potente e duradouro, é o tamponamento feito através da função renal, responsável pela excreção dos íons responsáveis pela mudança do pH e manutenção dos elementos tamponantes. O segundo sistema de resposta relativamente mais rápida que o anterior é o sistema respiratório, responsável pela retirada rápida do dióxido de carbono, desencadeado pela estimulação de quimiorreceptores e consequente aumento na ventilação alveolar. O terceiro sistema, de atuação mais rápida, são os tampões químicos, que atuam através de um ácido fraco e o sal desse ácido, ligando-se aos íons H^+ ou dissociando-se para aumentar a sua concentração (ANDRADE; LIRA, 2016; GUYTON; HALL, 2017; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2018).

Um dos mais eficientes tamponantes químicos do organismo humano é o bicarbonato. Ele atua por meio do ácido carbônico e do seu sal, o bicarbonato de sódio. Diante do aumento do pH, ou seja, da diminuição nas concentrações de íons H^+ , há uma estimulação acentuada na dissociação do ácido carbônico em íons de hidrogênio e bicarbonato, reduzindo, portanto, o pH. Quando há um aumento na acidez do meio, ou seja, maior concentração de íons H^+ , as reações ocorrem aumentando a concentração de ácido carbônico que por sua vez se dissocia em água e gás carbônico, que tem seu excesso removido através do sistema respiratório (BERTUZZI *et al.*, 2017; WESTERBLAD; ALLEN, 2009).

Durante a realização de esforços físicos, a depender da intensidade do trabalho, ocorre o processo de fadiga muscular. Este processo ocorre por inúmeros fatores, sendo um deles o acúmulo de íons H^+ no meio intracelular, o que, ao superar a capacidade de tamponamento do músculo, leva a uma gradual redução do pH. Isso acarreta a inibição de diversas enzimas reguladoras do metabolismo energético e, ainda, a redução da capacidade de contração muscular

(HARRIS *et al.*, 2006; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2018; WESTERBLAD; ALLEN, 2009).

Dessa forma, diversos estudos têm testado estratégias que permitam potencializar a capacidade de tamponamento químico do corpo humano e permitir a perduração do exercício intenso por mais tempo, para que a fadiga se apresente de forma mais tardia. De forma geral, duas estratégias são adotadas a fim de aumentar a capacidade de tamponamento químico, primeiramente por meio da ingestão oral de bicarbonato de sódio, o que faz com que os níveis de íons de bicarbonato no meio extracelular aumentem, facilitando o efluxo de íons H^+ acumulados no meio intracelular decorrentes do exercício intenso e potencializando o processo de homeostase de ácido-base. Outra estratégia comumente utilizada é a ingestão suplementar de β -Alanina, um aminoácido que participa da formação da carnosina, um importante tamponante intracelular. Com a ingestão aumentada desse suplemento, os níveis de carnosina aumentam, permitindo maior capacidade tamponante para as células musculares (FURST *et al.*, 2018; GLENN *et al.*, 2015; GRGIC *et al.*, 2020; GUYTON; HALL, 2017)

Estudos que testaram a suplementação de bicarbonato de sódio foram capazes de observar que doses em torno de 0,3g/kg de peso corporal promoveram aumento nas concentrações de íons de bicarbonato no meio extracelular, promovendo maior alcalose, permitindo, em tese, a realização de esforços supramáximos por um período prolongado. No entanto, tal efeito só seria observado em esforços intensos e de curta duração, ao menos teoricamente, pois em esforços submáximos o próprio organismo conseguiria realizar o tamponamento de forma eficiente (GRGIC *et al.*, 2020; HOLLIDGE-HORVAT *et al.*, 2000).

Nos esportes de *endurance* como o ciclismo, sem dúvida há maior predominância do sistema energético aeróbico. No

entanto, a partir de determinada intensidade de esforço, pode haver contribuição significativa do sistema glicolítico, com substancial aumento de acidose, situação em que um suplemento tamponante poderia apresentar ganhos significativos de desempenho (NORTHGRAVES *et al.*, 2014; OJEDA *et al.*, 2019). Em um estudo conduzido por Hollidge-Horvat *et al.* (2000), os autores identificaram em homens jovens fisicamente ativos, em teste com carga constante a 60% da intensidade associada ao VO_{2max} , um aumento significativo da via glicolítica para manutenção do esforço, sendo que, neste experimento, a suplementação de bicarbonato de sódio (0,3g/kg) induziu alcalose e reduziu as concentrações de lactato intramuscular, indicando maior atividade oxidativa (NORTHGRAVES *et al.*, 2014; OJEDA *et al.*, 2019).

Ainda que existam dados apontando para um potencial benefício da ingestão de bicarbonato de sódio para esportes de *endurance*, devemos considerar que o processo de fadiga é multifatorial e precisa ser melhor analisado dentro do contexto de cada modalidade esportiva, uma vez que o benefício deste suplemento é fortemente dependente da intensidade e da duração do exercício (MERO *et al.*, 2004). McNaughton (1992) verificou que, em testes no cicloergômetro, na intensidade máximas e durações que variavam de trinta segundos até quatro minutos foram observados efeitos ergogênicos da suplementação de bicarbonato de sódio. Da mesma forma, Grgic *et al.* (2020), em um estudo de revisão sistemática com meta-análise, identificaram que, durante a realização de repetições isométricas ou isocinéticas para testar a resistência muscular, o bicarbonato de sódio também foi efetivo em melhorar o número de repetições ou o tempo até a fadiga.

No entanto, para atividades de longa duração há uma enorme lacuna científica, pois poucos estudos têm tentado verificar os efeitos dessa suplementação (GRGIC *et al.*, 2020).

Em um ensaio clínico controlado por placebo, Northgraves et al. (2014) testaram o desempenho em um teste de contrarrelógio de 40Km em indivíduos fisicamente ativos utilizando a suplementação de bicarbonato de sódio. Os autores não observaram melhoras no tempo para completar a distância, no entanto, os níveis de pH permaneceram significativamente mais altos, ou seja, apesar de existir efeito no controle da acidose pela suplementação, isso não se refletiu em melhora no desempenho, corroborando a hipótese de que o processo de fadiga não se dá exclusivamente pela acidose metabólica, mas, sim, por meio de processos muito mais complexos e multifatoriais.

Já para atletas altamente treinados, Mcnaughton, Dalton e Palmer (1999) identificaram resultados conflitantes com estudos anteriores. Neste experimento, os indivíduos foram submetidos a um teste de 60 minutos em ritmo de competição auto-selecionado. Os indivíduos que utilizaram a suplementação de bicarbonato de sódio realizaram 13% a mais de trabalho e apresentaram um aumento de cerca de 14% na potência média, possivelmente pelo nível aumentado de pH (alcalose) como possível efeito da suplementação de bicarbonato de sódio.

Há, ainda, muito a ser desvendado, no entanto, pelo valor irrisório do bicarbonato de sódio e, por ser possível encontrá-lo em qualquer supermercado, não há interesse da indústria de nutracêuticos em aprofundar os estudos a fim de poder comercializá-lo. No entanto, dentro de um contexto esportivo, é um recurso viável para melhorar a performance, sempre sobrepesando os prós e contras e com uma experimentação prévia durante o treinamento a fim de verificar a responsividade de cada atleta, uma vez que não são raros alguns casos de desconfortos gástricos, diarreia e até vômitos decorrentes do uso dessa suplementação, fazendo com que a

sua administração tenha efeito ergolítico, oposto ao desejado (VOSKAMP *et al.*, 2020).

Outra estratégia que também é alvo de bastante experimentação é a suplementação de beta-alanina como agente tamponante. Ela é utilizada de forma crônica por períodos acima de quatro semanas e doses em torno de 6,4 g/dia para efeitos ótimos. Esse aminoácido não essencial se une a histidina para formar carnosina. Como já tratamos anteriormente, a carnosina é um dipeptídeo muito importante no processo de tamponamento intramuscular. No entanto, a sua formação é dependente da quantidade desses dois aminoácidos no organismo, mas só a beta-alanina possui quantidades reduzidas, o que limita a quantidade de carnosina. Dessa forma, a suplementação de beta-alanina poderia trazer benefícios adicionais na função tamponante intramuscular (HARRIS *et al.*, 2006). No entanto, apesar de ser um aminoácido que é sintetizado pelo organismo humano, a beta-alanina até pouco tempo era um suplemento que tinha a sua comercialização proibida no Brasil, recebendo aval do Ministério da Saúde somente em 4 de novembro de 2020, por meio da Resolução-RE nº 4.502 da ANVISA, podendo ser comercializada a partir de então.

A suplementação de beta-alanina ainda tem evidências muito conflitantes, pois seus benefícios podem variar de acordo com a intensidade e duração do protocolo de testes, dosagem, tempo de suplementação e nível de treinamento de cada indivíduo, pois atletas altamente treinados parecem possuir altos níveis de carnosina pela própria adaptação do treinamento, tornando esse tipo de população menos sensível aos efeitos desse suplemento. Painelli *et al.* (2014) testaram a hipótese das diferentes respostas de indivíduos treinados e não treinados e verificaram que ambos tiveram efeitos ergogênicos após a suplementação de beta-alanina. Esse conflito de resultados com alguns estudos anteriores se deve muito

provavelmente aos diferentes protocolos, pois os benefícios da ação tamponante só podem ser verificados quando há limitação do esforço por acidose metabólica. Em testes de contrarrelógio, normalmente a estratégia de ritmo determinada pelo avaliado pode levar a um efeito ergogênico mascarado. No entanto, ensaios clínicos que verificaram o tempo até a exaustão normalmente apresentam resultados superiores ao controle, pois, nesse caso, o teste só termina quando realmente o participante de pesquisa não tem condição de continuar, indicando verdadeira fadiga (GRAEF *et al.*, 2009; GROSS *et al.*, 2014; STOUT *et al.*, 2006).

Em esforços supramáximos, a exemplo do treinamento de sprints intermitentes (SIT), alguns estudos têm verificado que a beta-alanina é capaz de melhorar as respostas ao treinamento, o que poderia contribuir indiretamente na melhora do desempenho. Bellinger e Minahan (2016) observaram que a suplementação de beta-alanina aumenta a intensidade do treinamento nestas condições, promovendo um aumento superior na capacidade anaeróbia, o que representou aumento no tempo e até na exaustão no protocolo testado. Na mesma linha, Painelli (2014) também identificou maior potência média no protocolo de teste de sprints repetidos, indicando maior qualidade de treinamento por meio da possibilidade de aumento do volume e intensidade (BELLINGER; MINAHAN, 2016; GRAEF *et al.*, 2009).

Especificamente nas provas de longa duração como o ciclismo, as exigências de esforço permanecem próximas ou pouco abaixo da máxima capacidade cardiorrespiratória, exigindo maior limiar de lactato e alta eficiência energética. Dentro dessas características, a suplementação de substâncias que aumentam a capacidade tamponante dos atletas parece, em primeira análise, não gerar ganhos adicionais, mas em intensidades supramáximas, a exemplo do treinamento

intervalado de alta intensidade, em sprints intermitentes ou mesmo durante uma competição em que haja a necessidade de aumentar temporariamente a intensidade, a suplementação de bicarbonato de sódio e beta-alanina podem trazer benefícios superiores, devendo sempre avaliar a demanda individual de cada atleta, o período de utilização e possíveis efeitos colaterais que possam prejudicar o desempenho na competição (BASSETT; HOWLEY, 2000; GRAEF *et al.*, 2009).

Precusores do óxido nítrico (NO)

O óxido nítrico (NO) é uma substância naturalmente produzida pelo organismo humano através do seu precursor, a *L-arginina*, mas também por meio do consumo de alimentos ricos em nitrato (NO_3^-), que são convertidos parcialmente em nitrito (NO_2^-) na boca, pela saliva e, posteriormente, em NO por meio de enzimas presentes no organismo. No entanto, por se tratar de um derivado da queima do nitrogênio e ser considerado um poluente, há muito tempo foi tratado como uma substância tóxica para o organismo, chegando ao ponto de serem contra indicados alimentos ricos em nitratos (BERTUZZI *et al.*, 2017; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2018).

Com o avanço dos estudos e a maior compreensão dos processos fisiológicos, ficou evidenciado que o NO tem papel fundamental em diversos processos no organismo, sendo um dos fatores responsáveis pela distensão do endotélio vascular e atuando no relaxamento da musculatura lisa das paredes arteriais, o que reduz os efeitos da vasoconstrição causada pela estimulação simpática. Essa distensão vascular atua também de maneira pronunciada sobre os vasos capilares durante exercício. Nessa condição, a musculatura esquelética necessita de alta demanda de sangue arterial, assim, o fluxo sanguíneo capilar é elevado rapidamente para suprir essa demanda, ocasionando uma redistribuição do fluxo sanguíneo para o

músculo esquelético exigido, otimizando as respostas metabólicas e a eficiência do sistema energético, especialmente nos exercícios que dependam mais das fibras musculares do tipo II, reduzindo o custo energético e melhorando a relação ATP/Força produzida (ETXEBARRIA *et al.*, 2013; JOYNER; COYLE, 2008; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2018).

Sob essa perspectiva, muitos atletas e, em especial, ciclistas, têm buscado recursos dietéticos ergogênicos a fim de aumentar os níveis de óxido nítrico no organismo e, assim, obter melhora no desempenho. No entanto, a grande maioria dos suplementos ergogênicos não tem efeito na performance. Aqueles que têm alguma eficácia muitas vezes exibem melhoras modestas que podem ter pouco impacto em esportes de longa duração. A fim de facilitar a localização de informações confiáveis e cientificamente fundamentadas, o Comitê Olímpico Internacional publicou um artigo que traz informações a respeito dos principais suplementos utilizados por atletas, doses recomendadas, período ideal de utilização, principais efeitos e sua eficácia nos esportes, uma vez que seu uso equivocado ou indiscriminado pode não trazer os efeitos ergogênicos desejados e, até mesmo, efeitos deletérios à saúde, podendo prejudicar a capacidade de treinamento (MAUGHAN *et al.*, 2018).

Dentre os diversos suplementos alimentares trazidos por esse estudo, os precursores do NO estão entre os mais estudados, indicando potenciais aumentos de performance para modalidades de esforços prolongados e submáximos e também para esforços intensos e intervalados. A maior parte dos estudos testaram doses entre 310 e 560 mg de nitrato (5 a 9 mmol) em bebidas ou sucos, consumidas entre duas a três horas antes do exercício. No entanto, a análise dos efeitos ergogênicos destes suplementos devem ser feitas de maneira muito criteriosa, pois estão muito relacionados à

demanda energética predominante do exercício para o qual ele é testado, sendo muito dependente do estado nutricional do indivíduo que está sendo avaliado e sofrendo ainda grande influência do quanto o participante é treinado. Dessa forma, qualquer efeito da suplementação deve ser avaliado dentro de um contexto específico, preferencialmente em condições próximas a da competição e sempre sob a lente do princípio da individualidade biológica (MAUGHAN *et al.*, 2018).

Com base nesses processos fisiológicos descritos anteriormente, tem-se levantado a hipótese de que a ingestão dietética de precursores do NO podem elevar seus níveis no organismo, tendo potencial teórico para melhorar o desempenho em exercícios de *endurance*, principalmente tratando-se de ciclismo competitivo. Os precursores de NO mais comumente estudados são os nitratos (NO_3^-), normalmente encontrados em grandes quantidades na beterraba e no amaranto; e a Citrulina, encontrada em grande quantidade na melancia (JODRA *et al.*, 2019; MOSHER *et al.*, 2016).

Na grande maioria dos estudos, os efeitos dos precursores do NO são avaliados em esforços prolongados máximos e submáximos e, ainda, em esforços intermitentes de curta duração e alta intensidade. Os principais efeitos decorrentes da suplementação de NO_3^- parecem estar relacionados à otimização da função de contração muscular por meio do aumento da eficiência mitocondrial, da melhor utilização do substrato energético e, principalmente, do aumento do fluxo sanguíneo para a musculatura esquelética demandada pelo exercício. Essa melhora na eficiência dos sistemas parece se refletir em menor custo do oxigênio e, consequentemente, melhor utilização do ATP (JODRA *et al.*, 2019; ROUX-MALLOUF *et al.*, 2019; STANELLE; MCLAUGHLIN; CROUSE, 2020).

Estudos recentes têm verificado que em testes até a exaustão, a suplementação de NO_3^- parece aumentar o tempo

até a fadiga de modo significativo. Em uma revisão sistemática com meta-análise McMahon e Thornbury (2020), encontram-se 22 ensaios clínicos randomizados e controlados por placebo, o que levou à identificação de melhoras significativas no tempo até a fadiga em protocolos que utilizaram cargas constantes ou *sprints* repetidos em cicloergômetros. As melhoras variaram entre 4 e 25%, independentemente do condicionamento físico prévio do participante e da dose utilizada no estudo.

Para os protocolos de testes que observaram o desempenho em contrarrelógio ou em testes de *endurance*, os efeitos da suplementação de NO_3^- ainda são inconclusivos. Isso se deve aos inúmeros protocolos de ingestão da suplementação utilizados, diferenças no tempo de consumo, na dosagem utilizada e na forma de entrega do NO_3^- . No entanto, ainda que existam dúvidas sobre a eficácia dessa suplementação, muitos ensaios clínicos de alta qualidade metodológica têm observado aumentos na performance, mesmo que esses ganhos sejam marginais. Tratando-se de atletas competitivos, esses ganhos absolutos podem ter grande importância prática, uma vez que pode significar a diferença entre a vitória e a derrota (MCMAHON; LEVERITT; PAVEY, 2017).

O consumo de NO_3^- parece também afetar outros indicadores fisiológicos que possuem relação direta com o desempenho. Liubertas et al (2020) analisaram os indicadores de desempenho em jovens fisicamente ativos. Os participantes realizaram um teste incremental de ciclismo e foram observados aumentos significativos na potência de pico, significando em termos absolutos, aproximadamente 10W para um atleta pesando 75 kg em média. Observaram ainda aumentos no consumo máximo de oxigênio (aproximadamente 8,5%) e no primeiro limiar ventilatório (aproximadamente 6%) após o consumo por 6 dias de suplementação a base de amarantho

com doses padronizadas de NO_3^- ($\pm 400\text{mg}$). No entanto, ainda que os resultados pareçam promissores, é prudente considerar que a população estudada era de jovens ativos, com uma margem grande de “treinabilidade”, ou seja, ainda existia muito potencial fisiológico para melhoras.

Em outro estudo feito com ciclistas treinados, os pesquisadores verificaram os efeitos de uma suplementação crônica de L-citrulina, um aminoácido não essencial que tem participação direta na formação da L-arginina e, conseqüentemente, na formação do óxido nítrico no organismo. Nesse ensaio clínico cruzado controlado por placebo, Stanelle, McLaughlin e Crouse (2020) verificaram os efeitos da suplementação de sete dias de L-citrulina com doses diárias de 6 gramas em um protocolo que consistia em um teste de 40km de contrarrelógio seguido por um teste de *sprints* repetidos em intensidade supramáxima. Nesse experimento não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nos testes, no entanto, tratando-se de atletas competitivos, as diferenças encontradas podem ter efeitos práticos em competições de ciclismo. Os participantes, em média, reduziram o tempo para completar os 40Km em cerca de 2,5 minutos e aumentaram a potência média em cerca de 11,7W, indicando um potencial efeito no desempenho em competições em que os atletas possuem níveis de preparação muito próximos. Outro efeito observado da suplementação foi o aumento significativo na frequência cardíaca média e na percepção subjetiva de esforço no teste de contrarrelógio, indicando que os participantes conseguiram manter um nível de esforço mais elevado durante a realização dos testes. Estes resultados podem indicar vantagens dentro de um contexto competitivo em que as diferenças marginais podem influenciar no resultado da prova.

Em síntese, a suplementação de precursores do óxido nítrico parece ter efeitos positivos em diversos indicadores

relacionados ao desempenho, podendo afetá-lo também de forma indireta ao permitir treinamentos mais intensos com respostas cardiovasculares mais eficientes, sem contar outros benefícios para a saúde. Ainda, por se tratar de uma suplementação de fácil disponibilidade e não possuir efeitos adversos relatados podem ser facilmente incluídos em uma dieta balanceada sob orientação de um nutricionista.

Creatina

A creatina é um dos suplementos alimentares mais estudados dos últimos tempos e também um dos mais polêmicos. Formada por três aminoácidos, a arginina, glicina e metionina, já teve sua venda permitida e proibida algumas vezes, não devido aos malefícios que causava, mas por falta de estudos que comprovassem a sua segurança na forma de suplemento, especialmente sobre os rins. Essa substância é naturalmente produzida pelos rins, fígado e pâncreas, no entanto, em quantidades reduzidas (cerca de 1g). Também pode ser encontrada em alimentos de origem animal. No corpo humano, quase a totalidade de creatina é estocada na musculatura esquelética, especialmente nas fibras do tipo II, tanto na forma de creatina livre (Cr) como na forma de creatina fosfato (PCr) (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2018).

Sua função extrapola o campo da nutrição esportiva, pois possui incontáveis aplicações clínicas no campo da reabilitação física, prevenindo perda de força e massa muscular em diversas populações como idosos, pessoas com artrite, distrofia muscular, pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. Ainda pode melhorar a função endotelial em pacientes com insuficiência cardíaca. Mas é no campo do desempenho físico que a grande maioria dos estudos têm observado evidências consistentes (HARMON *et al.*, 2021).

A suplementação de creatina é capaz de aumentar os estoques de Cr e PCr intramuscular. Esse aumento parece reduzir a degradação do ATP e aumentar a sua ressíntese, promovendo um fornecimento de energia um pouco mais duradouro e aumentando, por conseqüência, a performance em atividades que exijam força e potência muscular em esforços intermitentes de alta intensidade. Vasta é a literatura que comprova os efeitos ergogênicos desse suplemento em atividades que demandem alta contribuição das vias energéticas da PCr, a exemplo do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2018; WAX *et al.*, 2021).

Em que pese os efeitos ergogênicos amplamente documentados na literatura científica, muito ainda se questiona a respeito das respostas em esportes caracterizados por alta intensidade e longa duração, a exemplo do ciclismo competitivo. Apesar das demandas do ciclismo serem eminentemente aeróbias, há uma forte contribuição de outros sistemas energéticos nessas modalidades esportivas, surgindo a hipótese de que uma potencial melhora no sistema da PCr poderia influenciar em esportes eminentemente aeróbios. Outro efeito da suplementação de creatina que poderia influenciar em esportes de *endurance* diz respeito às modificações na cinética do consumo de oxigênio (VO_2), uma vez que esforços constantes desencadeiam um aumento gradual e lento no consumo de oxigênio e uma suplementação de creatina parece influenciar esse aspecto (BERTUZZI *et al.*, 2017; JONES *et al.*, 2002; KREIDER *et al.*, 2017).

A influência da suplementação de creatina no consumo de oxigênio foi observada no estudo de Jones et al (2002) que analisaram o comportamento do consumo de oxigênio durante duas situações de carga constante, primeiramente em esforços moderados e depois em esforços intensos. Eles observaram que em esforços moderados (80% do VO_2 do

segundo limiar ventilatório) o comportamento do consumo de oxigênio permaneceu inalterado, independente da suplementação de creatina. No entanto, em esforços intensos (acima do segundo limiar ventilatório e abaixo do VO_{2max}) foram observadas reduções de cerca de 4% no consumo de oxigênio ao longo de todo o teste para quem suplementou. Uma hipótese para tal achado foi que a creatina influenciou o padrão de recrutamento de fibras musculares, antecipando o recrutamento de fibras do tipo II e, devido à maior eficiência dessas fibras, apresentou uma redução no consumo de oxigênio (BERTUZZI *et al.*, 2017).

Por influenciar mais pronunciadamente o sistema energético relativo à capacidade anaeróbia, a suplementação de creatina parece pouco contribuir para o aumento da performance em esportes de longa duração. Na grande maioria dos estudos não são observadas melhorias no consumo máximo de oxigênio e no tempo até a exaustão, sendo reduzido ainda mais em testes mais longos e submáximos. No entanto, seus efeitos parecem influenciar fortemente aspectos do treinamento, pois, além de possuir propriedades antioxidantes, permite aumentar a quantidade de trabalho realizado em treinamento intervalado de alta intensidade e melhorar o custo de oxigênio, levando a um melhor resultado final, ou seja, seus benefícios parecem ser mais indiretos em esportes de *endurance* (KREIDER *et al.*, 2017; TOMCIK *et al.*, 2018).

Durante a suplementação de creatina, alguma atenção deve ser dada ao aumento de massa corporal, pois a literatura tem relatado aumento no peso total, muito provavelmente associado à maior retenção de água no organismo, o que pode influenciar negativamente esportes que dependam de transporte de peso corporal, como o ciclismo. Ainda são necessários muitos estudos para verificar os reais efeitos da suplementação de creatina nos esportes de longa duração, principalmente

em pessoas treinadas, mas, durante alguns mesociclos da periodização do treinamento, a creatina parece trazer efeitos benéficos, principalmente no aumento da potência muscular e da capacidade de trabalho em treinamentos intervalados de alta intensidade (DALTON *et al.*, 2017; TOMCIK *et al.*, 2018; WAX *et al.*, 2021).

Cafeína

Substâncias estimulantes são utilizadas há muito tempo nas diversas modalidades esportivas a fim de suportar altos esforços por longo tempo. Uma das principais representantes dessa categoria é a cafeína, uma alternativa muito popular entre os atletas amadores e profissionais. Dentre seus benefícios propostos destaca-se o aumento da secreção de catecolaminas (epinefrina e norepinefrina), a utilização de gordura como fonte de energia, economizando, assim, a utilização de glicogênio muscular, além do aumento nas taxas de recrutamento de glicogênio muscular e da redução na percepção subjetiva de esforço (HENDRIX *et al.*, 2010).

A cafeína é uma substância que se liga aos receptores de adenosina, receptores estes distribuídos em quase todos os tecidos do corpo humano, inclusive no sistema nervoso ventral, podendo modular a percepção de dor durante a realização de esforços intensos. Ela tem potencial para atuar nas respostas psicofisiológicas em ciclistas, melhorando o consumo máximo de oxigênio, do tempo até a exaustão, e do pico de potência quando comparados a um grupo controle, além de associações positivas na percepção de esforço (BRIETZKE *et al.*, 2017; CLARKE; KIRWAN; RICHARDSON, 2019).

Os benefícios da cafeína já estão vastamente estudados e comprovados quando o assunto é a melhora do desempenho durante o exercício. A melhora do desempenho varia de acordo com o tempo, a quantidade e a frequência de ingestão.

A ingestão recomendada gira em torno de 6mg/kg de peso corporal, não ultrapassando 60 minutos antes da sessão de treinamento. Contudo, existem recomendações de que a ingestão diária de cafeína pode ser prejudicial quando se busca a melhora do desempenho. Assim, a recomendação direcionada a atletas é que fiquem em abstenção por sete dias antes de alguma competição (SCHUBERT; ASTORINO, 2013).

Há estudos que confirmam os efeitos positivos da ingestão crônica da cafeína, em baixas doses, no desempenho físico em atividades de *endurance*, quando aplicada em homens saudáveis e recreacionalmente ativos. A ingestão da cafeína deve ser estudada em indivíduos com melhor condicionamento físico e baixa ingestão habitual na tentativa de apontar sua intolerância, determinando assim melhor direcionamento e precisão com relação às doses maiores (BEAUMONT *et al.*, 2017).

Na tentativa de ampliar o entendimento dos efeitos ergogênicos da cafeína em atletas de ciclismo, Lara et al (2020) observaram que a ingestão aguda de 3mg/kg de peso corporal de cafeína foi eficaz para aumentar o pico de potência, $VO_{2máx}$ e ventilação pulmonar em triatletas do sexo feminino durante três fases do ciclo menstrual (fase folicular, pré-ovulatório, fase lútea média). O fato de não ter observado diferenças estatísticas nessas três fases do período menstrual, ainda assim sugere-se que a cafeína é um suplemento ergogênico de boa atuação em todo período menstrual. Porém, há necessidade de mais estudos que investiguem o desempenho muscular e anaeróbico visando a comparação entre eles, inclusive os seus efeitos em atletas que fazem uso de anticoncepcionais.

A ingestão de 3mg/kg de peso corporal foi suficiente para melhorar o desempenho de homens e mulheres ativas numa prova contra o relógio de 5 km, sugerindo que tanto os homens quanto as mulheres respondem de maneira positiva à ingestão de cafeína antes de uma prova contra o relógio

de 5 km, o que faz com que seu consumo seja uma fonte e rápida e prática (CLARKE; KIRWAN; RICHARDSON, 2019). Da mesma forma, um estudo realizado com ciclistas também observou melhoras em esforços curtos e intensos, com maior produção de potência e melhora no tempo de sprints, melhora esta que parece estar associada à maior produção de força (GLAISTER *et al.*, 2017).

Fatores neuromusculares e perceptivos foram analisados em ciclistas associados ao consumo de cafeína (5mg/kg). Observou-se que essa dosagem foi suficiente para aumentar a força e o percentual de recrutamento de unidade motora de extensores do joelho quando submetidos a dois testes de ciclismo submáximo, mas sem alterações na percepção subjetiva de esforço e no limiar ventilatório. Contudo, os resultados desse estudo sugerem que a cafeína promoveu um aumento na força através do aumento no recrutamento de unidades motoras (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015).

De forma geral, as evidências apontam para um efeito ergogênicos bem estabelecido da suplementação de cafeína em esportes de *endurance* como o ciclismo. As melhoras de desempenho parecem estar associadas à maior produção de força máxima com simultânea redução na percepção subjetiva de esforço, permitindo a realização de esforços mais intensos por períodos mais prolongados. Algumas evidências apontam, ainda, um aumento de tolerância aos efeitos da cafeína durante o uso crônico devido ao aumento no número de receptores de adenosina, fazendo com que as doses tenham que ser aumentadas para a manutenção do efeito para os indivíduos que fazem uso diário dessa substância. Outra estratégia que pode ser adotada é a abstinência nos dias que antecedem a competição a fim de potencializar o efeito crônico no dia da prova (CLARKE; KIRWAN; RICHARDSON, 2019; GRGIC *et al.*, 2019).

Carboidratos

São compostos químicos que têm em sua formação os átomos de carbono (C), oxigênio (O) e hidrogênio (H) e apresentam-se com a seguinte estrutura: CH_2O . Podem ser encontrados sob a forma de monossacarídeos (glicose, frutose, galactose), em dissacarídeos (lactose, sacarose e maltose) e também em grande quantidade como os oligossacarídeos e polissacarídeos. Sua absorção se dá pela hidrólise que é responsável pela quebra em monossacarídeos. Após a quebra e absorção pelo intestino, o carboidrato dirige-se para a corrente sanguínea e se direciona ao fígado, onde fica armazenado sob a forma de glicogênio hepático, ou direciona-se para a corrente sanguínea, onde é captado pelos músculos e utilizado sob a forma de glicogênio muscular. Essa capacidade de armazenamento difere-se entre músculo e fígado, sendo este o primeiro responsável pela maior parte do armazenamento (FONTAN; AMADIO, 2015).

Os carboidratos, juntamente com as gorduras, são as principais fontes de energia para os indivíduos durante a prática de algum exercício prolongado. Sua contribuição depende muito da duração e intensidade proposta, o que faz com que sua utilização seja diretamente proporcional ao seu consumo e consequentemente o nível de desempenho na atividade dependa muito de seus estoques endógenos. Com isso amplia-se a gama de estudos que investigam a melhora na disponibilidade via exógena de carboidratos durante a atividade (CERMAK; VAN LOON, 2013).

Os suplementos de carboidratos podem ser disponibilizados de diversas maneiras, variando em características físicas. A forma mais comum é a líquida, a exemplo das bebidas esportivas, mas também não é raro encontrar suplementos na forma semissólida como os géis ou sólidos como as barras, balas e etc. A principal diferença entre eles está na velocidade

de esvaziamento gástrico, sendo muito mais rápido na forma líquida, com pequenas diferenças nos níveis plasmáticos quando comparados com as outras formas disponíveis (FONTAN; AMADIO, 2015).

Outra variável que parece influenciar os efeitos da suplementação de carboidratos no ciclismo é o estado nutricional prévio. Ali *et al.* (2016) investigaram os efeitos da suplementação de carboidratos em indivíduos treinados em condição de baixa disponibilidade de glicogênio muscular e observaram maiores valores de potência e melhora no desempenho, verificando ainda maiores taxas de oxidação de carboidratos durante um protocolo de teste em laboratório com duração de uma hora. Por outro lado, Colombani, Mannhart e Mettler (2013), em uma revisão sistemática, após realizar a filtragem de artigos que controlaram o estado nutricional anterior dos indivíduos e excluir aqueles que utilizaram testes de tempo até a exaustão e participantes em jejum ou com baixos níveis de glicogênio muscular, não verificaram nenhuma melhora significativa no desempenho em testes inferiores a 70 minutos, mas com testes mais prolongados os estudos parecem indicar resultados mais favoráveis à suplementação, mas ainda não de forma conclusiva.

As principais estratégias para se obter algum efeito ergogênico da suplementação de carboidratos parecem estar voltadas para a manutenção dos níveis ideais de glicogênio muscular principalmente em eventos competitivos com durações superiores a 70 minutos. O consumo minutos antes do início da competição parece ser uma estratégia para prevenir a ocorrência de hipoglicemia nos momentos iniciais do esforço, uma vez que a insulina ainda não estará no pico de atuação e, após o início da atividade, as catecolaminas realizarão a sua inibição, prevenindo uma hipoglicemia de rebote. O consumo com objetivo de manutenção dos níveis glicêmicos

e insulinêmicos deve ser realizado por meio de um aporte de 200 a 300 g de carboidrato, cerca de três a quatro horas antes do início do esforço, tempo necessário para o processo de digestão. Durante o exercício, a suplementação de carboidrato pode ser realizada visando a manutenção dos níveis de glicose circulante e oxidação de carboidratos. Níveis glicêmicos adequados também mantêm as taxas de betaoxidação, principal via energética em esportes de *endurance*. As doses recomendadas de forma generalizada para consumo durante esforços prolongados giram em torno de 0,7 g/Kg de peso corporal a cada hora (BERTUZZI *et al.*, 2017; DRUMMOND *et al.*, 2009; FONTAN; AMADIO, 2015)

Referências

ALI, A. *et al.* Carbohydrate mouth rinsing has no effect on power output during cycling in a glycogen-reduced state. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 13, n. 1, p. 1–10, 2016.

ANDRADE, M. DOS S.; LIRA, C. A. B. DE. **Fisiologia do Exercício**. 1ª ed. Barueri, SP: [s.n.].

BASSETT, D. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. / Facteurs limitants de la consommation maximale d'oxygene et determinants de la performance d'endurance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 1, p. 70–84, 2000.

BEAUMONT, R. *et al.* Chronic ingestion of a low dose of caffeine induces tolerance to the performance benefits of caffeine. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 19, p. 1920–1927, 2017.

BELLINGER, P. M.; MINAHAN, C. L. Additive Benefits of β -Alanine Supplementation and Sprint-Interval Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 12, p. 2417–2425, 2016.

BERTUZZI, R. *et al.* **Aptidão Aeróbia: desempenho esportivo, saúde e nutrição**. Barueri, SP: [s.n.].

BLACK, C. D.; WADDELL, D. E.; GONGLACH, A. R. Caffeine's ergogenic effects on cycling: Neuromuscular and perceptual factors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 6, p. 1145–1158, 2015.

BRIETZKE, C. *et al.* Caffeine effects on VO₂max test outcomes investigated by a placebo perceived-as-caffeine design. **Nutrition and Health**, v. 23, n. 4, p. 231–238, 2017.

CERMAK, N. M.; VAN LOON, L. J. C. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. **Sports Medicine**, v. 43, n. 11, p. 1139–1155, 2013.

CLARKE, N. D.; KIRWAN, N. A.; RICHARDSON, D. L. Coffee ingestion improves 5 km cycling performance in men and women by a similar magnitude. **Nutrients**, v. 11, n. 11, 2019.

COLOMBANI, P. C.; MANNHART, C.; METTLER, S. Carbohydrates and exercise performance in non-fasted athletes: A systematic review of studies mimicking real-life. **Nutrition Journal**, v. 12, n. 1, p. 1–6, 2013.

DALTON, R. L. *et al.* Hematological and hemodynamic responses to acute and short-term creatine nitrate supplementation. **Nutrients**, v. 9, n. 12, 2017.

DE SALLES PAINELLI, V. *et al.* Influence of training status on high-intensity intermittent performance in response to β -Alanine supplementation. **Amino Acids**, v. 46, n. 5, p. 1207–1215, 2014.

DRUMMOND, A. *et al.* Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 15, n. 3, p. 3–12, 2009.

EARNEST, C. P. *et al.* Metabolic adaptations to endurance training and nutrition strategies influencing performance. **Research in Sports Medicine**, v. 27, n. 2, p. 134–146, 2019.

EDENFIELD, K. M. Sports Supplements: Pearls and Pitfalls. **Primary Care - Clinics in Office Practice**, v. 47, n. 1, p. 37–48, 2020.

ETXEBARRIA, N. *et al.* After the Cycle Section in Triathlon. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, p. 502–509, 2013.

FONTAN, J. DOS S.; AMADIO, M. B. O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: Revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 2, p. 153–157, 2015.

FURST, T. *et al.* β -Alanine supplementation increased physical performance and improved executive function following endurance exercise in middle aged individuals. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1–8, 2018.

GLAISTER, M. et al. Caffeine and sprint cycling performance: effects of torque factor and sprint duration. **International Journal**, v. 14, n. 2, p. 156-162, 2017.

GLENN, J. M. et al. Effects of acute beta-alanine supplementation on anaerobic performance in trained female cyclists. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 61, n. 2, p. 161-166, 2015.

GRAEF, J. L. *et al.* The effects of four weeks of creatine supplementation and high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness: A randomized controlled trial. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 6, p. 1-7, 2009.

GRGIC, J. *et al.* The Influence of Caffeine Supplementation on Resistance Exercise: A Review. **Sports Medicine**, v. 49, n. 1, p. 17-30, 2019.

GRGIC, J. *et al.* Effects of Sodium Bicarbonate Supplementation on Muscular Strength and Endurance: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 7, p. 1361-1375, 2020.

GROSS, M. *et al.* Effects of beta-alanine supplementation and interval training on physiological determinants of severe exercise performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 2, p. 221-234, 2014.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

HARMON, K. K. *et al.* The application of creatine supplementation in medical rehabilitation. **Nutrients**, v. 13, n. 6, p. 1–24, 2021.

HARRIS, R. C. *et al.* The absorption of orally supplied β -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. **Amino Acids**, v. 30, n. 3 SPEC. ISS., p. 279–289, 2006.

HENDRIX, C. R. *et al.* Acute effects of a caffeine-containing supplement on bench press and leg extension strength and time to exhaustion during cycle ergometry. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 859–865, 2010.

HOLLIDGE-HORVAT, M. G. *et al.* Effect of induced metabolic alkalosis on human skeletal muscle metabolism during exercise. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, v. 278, n. 2 41-2, p. 316–329, 2000.

JODRA, P. *et al.* Effect of Beetroot Juice Supplementation on Mood, Perceived Exertion and Performance during a 30 s Wingate Test. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 2019.

JONES, A. M. *et al.* Effect of creatine supplementation on oxygen uptake kinetics during submaximal cycle exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, n. 6, p. 2571–2577, 2002.

JOYNER, M. J.; COYLE, E. F. Endurance exercise performance: The physiology of champions. **Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 35–44, 2008.

KREIDER, R. B. *et al.* International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 1, p. 1–18, 2017.

LARA, B. *et al.* Ergogenic effects of caffeine on peak aerobic cycling power during the menstrual cycle. **European Journal of Nutrition**, v. 59, n. 6, p. 2525–2534, 2020.

LIUBERTAS, T. *et al.* The influence of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) dietary nitrates on the aerobic capacity of physically active young persons. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 17, n. 1, p. 1–9, 2020.

MARTÍNEZ-NOGUERA, F. J. *et al.* Acute effects of hesperidin in oxidant/antioxidant state markers and performance in amateur cyclists. **Nutrients**, v. 11, n. 8, p. 1–20, 2019.

MAUGHAN, R. J. *et al.* IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 7, p. 439–455, 2018.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 8ª ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

MCMAHON, G.; THORNBURY, A. Ingestion of Carbohydrate Prior to and during Maximal, Sprint Interval Cycling Has No Ergogenic Effect: A Randomized, Double-Blind, Placebo Controlled, Crossover Study. **Nutrients**, v. 12, n. 8, p. 2223, 2020.

MCMAHON, N. F.; LEVERITT, M. D.; PAVEY, T. G. The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 4, p. 735–756, 2017.

MCNAUGHTON, L.; DALTON, B.; PALMER, G. Sodium bicarbonate can be used as an ergogenic aid in high-intensity, competitive cycle ergometry of 1 h duration. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 80, n. 1, p. 64–69, 1999.

MCNAUGHTON, L. R. Sodium bicarbonate ingestion and its effects on anaerobic exercise of various durations. **Journal of Sports Sciences**, v. 10, n. 5, p. 425–435, 1992.

MERO, A. A. et al. Combined creatine and sodium bicarbonate supplementation enhances interval swimming. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 306–310, 2004.

MORALES, A. P.; SAMPAIO-JORGE, F.; BARTH, T. Caffeine Supplementation for 4 Days Does Not Induce Tolerance to the Ergogenic Effects Promoted by Acute Intake on Physiological, Metabolic, and Performance Parameters of Cyclists: A Randomized, Double-Blind, Crossover, Placebo-Controlled Study. **Nutrients**, v. 12, n. 7, p. 2101, 2020.

MOSHER, S. L. *et al.* Ingestion of a nitric oxide enhancing supplement improves resistance exercise performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 12, p. 3520–3524, 2016.

NORTHGRAVES, M. J. *et al.* Effect of Lactate Supplementation and Sodium Bicarbonate on 40Km Cycling Time Trial Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 1, n. 28, p. 273–280, 2014.

OJEDA, Á. H. *et al.* Efectos de la suplementación aguda con beta-alanina sobre una prueba de tiempo límite a velocidad aeróbica máxima en atletas de resistencia. **Nutrición Hospitalaria**, v. 3, n. 36, p. 698–705, 2019.

ROUX-MALLOUF, T. LE *et al.* Effect of chronic nitrate and citrulline supplementation on vascular function and exercise performance in older individuals. **Aging**, v. 11, n. 10, p. 3315–3332, 2019.

SCHUBERT, M. M.; ASTORINO, T. A. A systematic review of the efficacy of ergogenic aids for improving running performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1699–1707, 2013.

STANELLE, S. T.; MCLAUGHLIN, K. L.; CROUSE, S. F. One Week of L-Citrulline Supplementation Improves Performance in Trained Cyclists. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 3, p. 647–652, 2020.

STOUT, J. R. *et al.* Effects of twenty-eight days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on the physical working capacity at neuromuscular fatigue threshold. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 928–931, 2006.

TOMCIK, K. A. *et al.* Effects of Creatine and Carbohydrate Loading on Cycling Time Trial Performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 50, n. 1, p. 141–150, 2018.

VOSKAMP, A. E. *et al.* The effect of sodium bicarbonate supplementation on the decline in gross efficiency during a 2000-m cycling time trial. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n. 5, p. 741–747, 2020.

WAX, B. *et al.* Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. **Nutrients**, v. 13, n. 6, p. 3–5, 2021.

WESTERBLAD, H.; ALLEN, D. G. Cellular mechanisms of skeletal muscle fatigue. **Human Muscle Fatigue**, n. 1, p. 48–75, 2009.

IMPACTO DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE ASPECTOS FUNCIONAIS RELACIONADOS AO DESEMPENHO FÍSICO

*Impacts of photobiomodulation therapy on functional
aspects related to physical performance*

Andreo Fernando Aguiar
Ana Paula do Nascimento

Fotobiomodulação: conceitos e parâmetros

A FBM utiliza fontes de luz artificial de baixa potência (geralmente na faixa de 1-500 mW), em comprimento de onda (expresso em nm) no espectro vermelho ao infravermelho (faixa de 600-1000nm) (HUANG *et al.*, 2011), que emitem ondas eletromagnéticas que são absorvidas pelos tecidos vivos, estimulando ou inibindo uma série de reações metabólicas e celulares benéficas ao organismo (BAROLET, 2008; CHUNG *et al.*, 2012). Em geral, o laser apresenta um comprimento de onda monocromático e coerente, pois seus fótons apresentam um único (específico) comprimento de onda e, conseqüentemente, apenas uma cor e o mesmo comportamento no tempo e no espaço (uniformidade de fase – cada fóton se move com os outros). Além disso, o laser apresenta um feixe de luz colimado (isto é, com feixes paralelos) e concentrado em uma pequena área de irradiação, o que permite maior densidade de energia e potência por volume de tecido irradiado, resultando em longo alcance da luz e maior penetração nos tecidos comparado a outras fontes de luz. De outro modo, o LED apresenta uma variedade de cores de uma única vez e a luz propaga-se como uma lanterna (luz não colimada), expandindo para uma região maior do tecido (não-coerente) (VANIN *et al.*, 2016). O LED apresenta algumas vantagens, tais como: a eficiência no tratamento de diversas patologias,

o baixo custo operacional, a elevada eficiência energética, o menor tempo de exposição à irradiação e a extensa abrangência de área irradiada (PINHEIRO, *et al.*, 2012).

O comprimento de onda é a propagação do fóton em ondas eletromagnéticas e tem grande importância com relação à eficácia dos tratamentos com fototerapia (BROSSEAU, *et al.*, 2005). Os diferentes comprimentos de onda podem ser parcialmente identificados pelas cores que emitem, tais como: ultravioleta (200-400 nm), azul (400-470nm), verde (470-550 nm), vermelha (630-700 nm) e infravermelha (700-1200 nm). Os diferentes tipos de laser variam de acordo com o seu comprimento de onda, como por exemplo: Hélio-Neônio (He-Ne) – 632,8 nm, Arseneto de Gálio e Alumínio (Ga-Al-As) – 830 nm, fosfato de arsênio índio gálio (In-Ga-Al-P) – 660 nm, e Arseneto de Gálio (Ga-As) – 904 nm. Em geral, quanto maior o comprimento de onda, maior será a penetração do feixe no tecido (MEINHARDT *et al.*, 2008). Por esta razão, a faixa de comprimento de onda do vermelho ao infravermelho (600-1000nm) apresenta maior penetração tecidual quando comparado a comprimentos de onda menores (< 600 nm) e têm sido comumente utilizados nos estudos científicos e na prática fisioterapêutica para o tratamento de diversos tecidos moles, como por exemplo, músculos, tendões, ligamentos e cápsulas, dentre outros (ESNOUF, *et al.*, 2007; MEINHARDT *et al.*, 2008). Em particular, a literatura tem demonstrado efeitos benéficos do laser (808 nm) associado ao exercício físico sobre o desempenho muscular (TOMA *et al.*, 2016; VASSÃO, *et al.*, 2018).

Além do comprimento de onda, a FBM apresenta parâmetros importantes a serem controlados, como a potência, a energia, a densidade de potência, a densidade de energia, e a área irradiada (ENWEMEKA, 2009). A potência pode ser descrita como a quantidade de energia liberada por unidade

de tempo, sem depender da duração do tratamento para uma determinada área. Podemos considerar que cada fóton é um “pacote de energia” capaz de estimular um grupo de células. Assim, por exemplo, um dispositivo terapêutico de laser com potência de 1300 mW pode fornecer o mesmo número de “pacotes de energia” em tempo mais curto, comparado a um dispositivo com potência de 500 mW. A potência (P) (em W ou mW) pode ser calculada pela seguinte equação:

$$P = \frac{E}{T} \quad P = \frac{E}{T},$$

onde E = energia (dose) irradiada (em J) e T = tempo de irradiação (em s).

A energia (ou dose) irradiada é considerado um dos principais parâmetros de controle relacionado à efetividade da FBM (HUANG *et al.*, 2011). A energia irradiada (em J) corresponde à quantidade de energia empregada durante o tempo de tratamento, e pode ser calculada pela seguinte equação: $E = P \times T$. A densidade de potência (DP) ou irradiância está relacionada à potência (W) por unidade de área (A) irradiada (em W/cm²), e pode ser calculada pela seguinte equação:

$$DP = \frac{P}{A}.$$

Já, a densidade de energia (DE) ou fluência (em J/cm²) é definida como a quantidade total de energia (j) por área irradiada (A), conforme a seguinte equação:

$$DE = \frac{P \times T}{A}.$$

O tempo de irradiação pode variar significativamente (CASTANO *et al.*, 2007) e influenciar em uma resposta terapêutica ou não terapêutica (ENWEMEKA, 2009). Assim, o tempo estimado para aplicação da FBM irá depender da potência do dispositivo e da densidade de potência (em W/cm²) pretendida,

pois irá determinar a energia irradiada (em J) e a densidade de energia ou fluência (em J/cm²).

Principais mecanismos ergogênicos da fotobiomodulação

Os principais mecanismos celulares e moleculares propostos para explicar os efeitos benéficos da PBM sobre a função muscular, incluem: 1) a produção de adenosina trifosfato (ATP) via modulação da atividade mitocondrial; 2) o aumento da capacidade regenerativa do tecido muscular, por meio da estimulação das células satélites; 3) o aumento da excitabilidade das fibras musculares; 4) o aumento na expressão de genes relacionados à síntese proteica, migração e proliferação celular, a vias anti-inflamatórias, e a enzimas antioxidantes (DE FREITAS; HAMBLIN, 2016; FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016; HAMBLIN, 2017). Tais mecanismos são atribuídos à interação biológica da irradiação emitida pela terapia PBM com o tecido muscular, produzindo principalmente modificações na atividade mitocondrial, tais como o aumento na atividade enzimática, o consumo de oxigênio e a produção de ATP (DE FREITAS; HAMBLIN, 2016).

Mais especificamente, o cromóforo “citocromo c oxidase” (Cox) (unidade IV na cadeia respiratória mitocondrial) contém 2 centros de heme (a e a₃) e 2 de cobre (Cu_A e Cu_B) e atua como um fotoceptor e transdutor de fotossinais nos espectros de luz vermelho (γ: 600 to 700 nm) ao infravermelho próximo (γ 770-1200 nm) (DE FREITAS; HAMBLIN, 2016; HAMBLIN, 2017). Os fótons dissociam/liberam o óxido nítrico inibitório (ON) nos centros heme e cobre da Cox, onde compete com o oxigênio (bloqueia o oxigênio na proporção de 1:10) e reduz a atividade enzimática necessária. Esta fotodissociação/liberação do ON permite um influxo imediato de oxigênio e, assim, a retomada da respiração e consequente

geração de espécies reativas de oxigênio (ERO) e síntese de ATP. O ON também pode ser liberado por fótons de outros locais intracelulares, como hemoglobina nitrosilada e mioglobina (HAMBLIN, 2017; DE FREITAS, HAMBLIN, 2016). O aumento da disponibilidade de energia (ATP) pode aumentar a capacidade aeróbica muscular (DE FREITAS; HAMBLIN, 2016) e, consequentemente, o desempenho físico.

Segundo Hamblin (2017), a FBM apresenta uma pronunciada resposta bifásica, na qual baixos níveis de luz (densidade de energia em J/cm²) resultam em efeitos estimulantes, enquanto altos níveis de luz promovem efeitos inibitórios. Portanto, parece existir uma janela terapêutica da terapia FBM, para a qual tem sido sugerido o uso de diferentes parâmetros de irradiação de acordo com o tipo de intervenção e músculo analisado (FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016). Além dos mecanismos mitocondriais mediados pelos cromóforos, a resposta bifásica também pode influenciar outras vias celulares e moleculares associadas à função muscular, tais como: 1) as mudanças na permeabilidade e mecanismos de transporte da membrana celular; 2) a sinalização mitocondrial retrógrada; 3) os canais de íons sensíveis à luz; 4) a via do AMP cíclico (cAMP); 5) a via de produção de EROs; 6) os canais de Ca²⁺; 7) a via no ON; 8) e a ativação de fatores transcricionais (DE FREITAS; HAMBLIN, 2016). Todavia, vale ressaltar que os mecanismos biológicos e as funções celulares moduladas pela FBM, que promovem aumento do desempenho físico e recuperação/regeneração muscular, não são totalmente conhecidos.

Efeitos ergogênicos da fotobiomodulação: evidências científicas

Estudos de revisão sistemática têm demonstrado efeitos de magnitude baixa a moderada da FBM sobre variáveis associadas ao desempenho físico, incluindo o número de

repetições máximas, a força muscular (por exemplo, torque pico isométrico), os níveis de lactato, o desempenho de corrida e os marcadores de dano e recuperação muscular (FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016; VANIN *et al.*, 2018). Em adição, os autores relatam que o nível de qualidade das evidências (por exemplo, o pequeno tamanho das amostras e o elevado intervalo de confiança dos desfechos/resultados) variou de muito baixo a moderado, sugerindo que novos estudos sejam realizados para confirmar a real eficácia da FBM sobre o desempenho físico (VANIN *et al.*, 2018). Além disso, a literatura apresenta uma ampla variedade de fatores metodológicos que podem dificultar o estabelecimento de um consenso em relação à aplicabilidade e eficácia da FBM no contexto do desempenho físico (por exemplo, a população estudada, o tipo de exercício e músculo analisados, os parâmetros de irradiação e o tipo de dispositivo) (AZUMA *et al.*, 2021; FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016; FERREIRA JUNIOR *et al.*, 2018; RIGBY; HAGAN, 2020; RODRIGUES *et al.*, 2021; RODRIGUES *et al.*, 2020; TUCCI *et al.*, 2019; VANIN *et al.*, 2018; VASSAO *et al.*, 2020; VASSAO *et al.*, 2020).

Embora não exista um consenso sobre os exatos efeitos ergogênicos da FBM, tem sido sugerido uma janela terapêutica em relação à dose de energia irradiada (VANIN *et al.*, 2018). Por exemplo, a maioria dos achados positivos para os pequenos músculos foram observados na faixa de 20 a 60 J, enquanto que para os grandes músculos a faixa de energia variou de 60 a 300 J, e a produção de potência máxima foi de 200 mW por diodo (VANIN *et al.*, 2018). Em adição, a aplicação da FBM antes da sessão de exercício (pré-condicionamento) parece ser favorável para aumentar os ganhos de força muscular ao longo de um programa de treinamento resistido (VANIN *et al.*, 2016) e melhorar o desempenho agudo de corrida (MIRANDA *et al.*, 2016), apesar de não

haver um consenso sobre o melhor momento de aplicação da FBM (pré ou pós-condicionamento) para promover efeitos ergogênicos em resposta ao exercício físico agudo ou crônico. Enquanto alguns estudos relataram efeitos positivos da FBM com a aplicação pré-condicionamento (5 minutos a 6 horas antes do exercício) (LEAL-JUNIOR *et al.*, 2020), outros relataram melhores resultados no desempenho de corrida com a aplicação conjunta da FBM nos momentos pré e pós-exercício (LEAL-JUNIOR *et al.*, 2020). Portanto, o exato *timing* de aplicação da FBM para promover melhorias no desempenho físico ainda permanece desconhecido.

Resistência muscular

Enquanto os exatos parâmetros de FBM permanecem sobre debate na literatura, evidências recentes têm demonstrado um efeito significativo da FBM sobre a resistência muscular localizada (por exemplo, aumento do número de repetições máximas para um determinado % de 1RM) (FERREIRA JUNIOR *et al.*, 2018; LEAL-JUNIOR; VANIN *et al.*, 2015; LEAL JUNIOR *et al.*, 2009; LEAL JUNIOR *et al.*, 2008; LEAL JUNIOR *et al.*, 2010), bem como a redução dos níveis de lactato, creatina quinase e proteína C reativa após exercício (FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016; LEAL JUNIOR *et al.*, 2010). Como consequência, tem sido postulado que a terapia de FBM pode contribuir para redução da fadiga muscular e aumento do desempenho físico (RIGBY; HAGAN, 2020; TOMA *et al.*, 2018; VANIN *et al.*, 2018; VASSÃO *et al.*, 2016), além de acelerar o processo de recuperação muscular. De fato, tem sido demonstrada uma redução significativa de 25 a 75% na fadiga muscular (menor declínio do pico de torque durante 6 séries de 10 repetições no exercício isocinético de extensão de pernas a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$) com aplicação de FBM nas doses de 135, 270 e 540 J (ROSSATO *et al.*, 2020), indicando um efeito

benéfico da FBM sobre a fadiga muscular durante atividades envolvendo contrações repetidas de alta intensidade.

Recuperação muscular

Em relação à recuperação muscular, um recente estudo de metanálise relatou efeitos positivos da FBM sobre a atividade da creatina quinase (CK) após exercício (MACHADO *et al.*, 2020), indicando um provável efeito benéfico na atenuação do dano muscular. Estes achados são consistentes com vários estudos que demonstraram redução dos níveis de CK após exercício (DE MARCHI *et al.*, 2019; NAMPO *et al.*, 2016), além de outros marcadores de dano e recuperação muscular, incluindo as citocinas inflamatórias TNF- α e IL-6 (PASIAKOS; MCLELLAN; LIEBERMAN, 2015; TOMAZONI *et al.*, 2019) e os níveis de dor muscular (FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016). Os efeitos benéficos da FBM sobre a dor são parcialmente atribuídos à estimulação de fatores de crescimento, à redução do estresse oxidativo, à ativação de vias anti-inflamatórias e à ação anti-apoptóticas. Além disso, tem sido demonstrado que a FBM pode reduzir a reação inflamatória, bem como aumentar a condutância nervosa e a liberação de mediadores da dor (CIDRAL-FILHO *et al.*, 2013; HSIEH *et al.*, 2015; VINCK *et al.*, 2005), apesar dos efeitos sobre a lesão e dor muscular pós-exercício ainda serem incertos (NAMPO *et al.*, 2016).

Força muscular

Em relação à força muscular, um estudo de metanálise (VANIN *et al.*, 2018) evidenciou efeitos positivos da FBM sobre o pico de torque, porém os achados ainda são inconsistentes. Nota-se uma elevada heterogeneidade nos parâmetros de FBM, nos protocolos de exercícios e na população estudada, o que dificulta estabelecer um consenso sobre a eficácia da FBM

sobre a força muscular (NAMPO *et al.*, 2016). De fato, evidências mais recentes não confirmam a eficácia da FBM sobre os ganhos de força muscular (ABREU *et al.*, 2020; TSUK *et al.*, 2020), indicando a necessidade de novos estudos nesta linha de investigação. Os músculos mais investigados foram o bíceps braquial (VIEIRA; CIOL; AZEVEDO; PINFILDI *et al.*, 2019), o quadríceps femoral e os isquiotibiais (DA CUNHA *et al.*, 2020; FERRARESI *et al.*, 2011; TOMA *et al.*, 2016; TSUK *et al.*, 2020).; Os protocolos de treinamento de força associados à FBM variaram de 6 a 12 semanas (DA CUNHA *et al.*, 2020; TOMA *et al.*, 2016; VASSÃO *et al.*, 2018; VIEIRA *et al.*, 2019; VIEIRA *et al.*, 2012), com a intensidade de treino variando de 50 a 80% da contração voluntária máxima (FERRARESI *et al.*, 2011; TOMA; VASSÃO *et al.*, 2016; TSUK *et al.*, 2020; VIEIRA *et al.*, 2019). Finalmente, as populações estudadas são amplamente heterogêneas, abrangendo desde jovens saudáveis (VANIN *et al.*, 2018), idosos (ALMEIDA *et al.*, 2020; RODRIGUES *et al.*, 2021; RODRIGUES *et al.*, 2020) e atletas (DA CUNHA *et al.*, 2020), até indivíduos que possuem comorbidade, tais como: DPOC (MIRANDA *et al.*, 2015), diabetes (GOBBI *et al.*, 2021), osteoartrite de joelho (VASSAO *et al.*, 2020) e disfunção temporomandibular (SALGUEIRO *et al.*, 2021). Portanto, está elevada heterogeneidade da literatura destaca a necessidade de se estabelecer parâmetros e protocolos mais específicos para fundamentar a aplicabilidade da FBM no contexto prático da prescrição de exercício direcionada ao ganho de força muscular.

Desempenho de corrida

Embora os efeitos da FBM sobre a força muscular ainda permaneçam contraditórios, evidências recentes têm demonstrado efeitos positivos sobre o desempenho de corrida, como evidenciado pelo aumento do consumo de oxigênio ($Vo_{2m\acute{a}x}$),

da duração do exercício e da distância percorrida, do tempo até à exaustão, da economia de corrida, da velocidade pico (V_{pico}), do tempo total até a exaustão, da diminuição da FC e da taxa de esforço percebido (DELLAGRANA *et al.*, 2018; FERRARESI *et al.*, 2015; FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016; LANFERDINI *et al.*, 2021; MEZZAROBBA *et al.*, 2018; MIRANDA *et al.*, 2018). No entanto, algumas evidências mais recentes não confirmam tais benefícios (DELLAGRANA *et al.*, 2020; PESERICO; ZAGATTO; MACHADO, 2019) e sugerem que os efeitos da FBM sobre o desempenho de corrida podem ser influenciados pela responsividade individual ao tratamento (DELLAGRANA *et al.*, 2020). Além disso, vale ressaltar que o número de estudos envolvendo os efeitos da terapia de FBM sobre o desempenho de corrida ainda é escasso e a maioria dos protocolos foram realizados em ambiente laboratorial controlado (temperatura, umidade, etc), dificultando determinar a eficácia da FBM em um contexto real de desempenho. Portanto, futuros estudos são necessários para confirmar a eficácia da FBM sobre o desempenho real de corrida, por meio de testes em ambiente real de prova (por exemplo, pista de atletismo e corrida de rua).

A FBM tem sido amplamente investigada no contexto do desempenho físico, porém a maioria dos estudos publicados até o momento apresenta qualidade de muito baixa a moderada, procedimentos metodológicos amplamente heterogêneos e resultados ainda contraditórios. Além disso, não há um consenso sobre os melhores parâmetros e dispositivos para maximizar a *performance*. A maioria dos estudos investigou os efeitos agudos da terapia de FBM em diferentes populações. Portanto, recomendamos que a terapia de FBM seja utilizada com cautela no cenário real do desempenho físico e que novos estudos sejam realizados para confirmar a sua real eficácia antes de considerá-la como potencial estratégia ergogênica.

Referências

ABREU, J. S. S.; DOSSANTOS, G. V.; FONSATI, L.; MARQUES, N. R. *et al.* Time-Response of Photobiomodulation Therapy by Light-Emitting Diodes on Muscle Torque and Fatigue Resistance in Young Men: Randomized, Double-Blind, Crossover and Placebo-Controlled Study. **Photobiomodul Photomed Laser Surg**, 38, n. 12, p. 750-757, Dec 2020.

ALMEIDA, J. N.; PRADO, W. L.; TERRA, C. M.; OLIVEIRA, M. G. *et al.* Effects of photobiomodulation on muscle strength in post-menopausal women submitted to a resistance training program. **Lasers Med Sci**, 35, n. 2, p. 355-363, Mar 2020.

AZUMA, R. H. E.; MERLO, J. K.; JACINTO, J. L.; BORIM, J. M. *et al.* Photobiomodulation Therapy at 808 nm Does Not Improve Biceps Brachii Performance to Exhaustion and Delayed-Onset Muscle Soreness in Young Adult Women: A Randomized, Controlled, Crossover Trial. **Front Physiol**, 12, p. 664582, 2021.

BAROLET, D. Light-emitting diodes (LEDs) in dermatology. **Semin Cutan Med Surg**, 27, n. 4, p. 227-238, Dec 2008.

BROSSEAU, L.; ROBINSON, V.; WELLS, G.; DEBIE, R. *et al.* Low level laser therapy (Classes I, II and III) for treating rheumatoid arthritis. **Cochrane Database Syst Rev**, n. 4, p. CD002049, Oct 19 2005.

CASTANO, A. P.; DAI, T.; YAROSLAVSKY, I.; COHEN, R. *et al.* Low-level laser therapy for zymosan-induced arthritis in rats: Importance of illumination time. **Lasers Surg Med**, 39, n. 6, p. 543-550, Jul 2007.

CHUNG, H.; DAI, T.; SHARMA, S. K.; HUANG, Y. Y. *et al.* The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. **Ann Biomed Eng**, 40, n. 2, p. 516-533, Feb 2012.

CIDRAL-FILHO, F. J.; MARTINS, D. F.; MORE, A. O.; MAZZARDO-MARTINS, L. *et al.* Light-emitting diode therapy induces analgesia and decreases spinal cord and sciatic nerve tumour necrosis factor- α levels after sciatic nerve crush in mice. **Eur J Pain**, 17, n. 8, p. 1193-1204, Sep 2013.

DA CUNHA, R. A.; PINFILDI, C. E.; DE CASTRO POCHINI, A.; COHEN, M. Photobiomodulation therapy and NMES improve muscle strength and jumping performance in young volleyball athletes: a randomized controlled trial study in Brazil. **Lasers Med Sci**, 35, n. 3, p. 621-631, Apr 2020.

DE FREITAS, L. F.; HAMBLIN, M. R. Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. **IEEE J Sel Top Quantum Electron**, 22, n. 3, May-Jun 2016.

DE MARCHI, T.; LEAL-JUNIOR, E. C. P.; LANDO, K. C.; CIMADON, F. *et al.* Photobiomodulation therapy before futsal matches improves the staying time of athletes in the court and accelerates post-exercise recovery. **Lasers Med Sci**, 34, n. 1, p. 139-148, Feb 2019.

DELLAGRANA, R. A.; ROSSATO, M.; ORSSATTO, L. B. R.; SAKUGAWA, R. L. *et al.* Effect of Photobiomodulation Therapy in the 1500 m Run: An Analysis of Performance and Individual Responsiveness. **Photobiomodul Photomed Laser Surg**, 38, n. 12, p. 734-742, Dec 2020.

DELLAGRANA, R. A.; ROSSATO, M.; SAKUGAWA, R. L.; LAZZARI, C. D. *et al.* Dose-response effect of photobiomodulation therapy on neuromuscular economy during submaximal running. **Lasers Med Sci**, 33, n. 2, p. 329-336, Feb 2018.

ENWEMEKA, C. S. Intricacies of dose in laser phototherapy for tissue repair and pain relief. **Photomed Laser Surg**, 27, n. 3, p. 387-393, Jun 2009.

ESNOUF, A.; WRIGHT, P. A.; MOORE, J. C.; AHMED, S. Depth of penetration of an 850nm wavelength low level laser in human skin. **Acupunct Electrother Res**, 32, n. 1-2, p. 81-86, 2007.

FERRARESI, C.; BELTRAME, T.; FABRIZZI, F.; DO NASCIMENTO, E. S. *et al.* Muscular pre-conditioning using light-emitting diode therapy (LEDT) for high-intensity exercise: a randomized double-blind placebo-controlled trial with a single elite runner. **Physiother Theory Pract**, 31, n. 5, p. 354-361, Jul 2015.

FERRARESI, C.; DE BRITO OLIVEIRA, T.; DE OLIVEIRA ZAFALON, L.; DE MENEZES REIFF, R. B. *et al.* Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. **Lasers Med Sci**, 26, n. 3, p. 349-358, May 2011.

FERRARESI, C.; HUANG, Y. Y.; HAMBLIN, M. R. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance? **J Biophotonics**, 9, n. 11-12, p. 1273-1299, Dec 2016.

FERREIRA JUNIOR, A.; SCHAMNE, J. C.; DE MORAES, S. M. F.; OKUNO, N. M. Cardiac autonomic responses and number of repetitions maximum after LED irradiation in the ipsilateral and contralateral lower limb. **Lasers Med Sci**, 33, n. 2, p. 353-359, Feb 2018.

GOBBI, A.; DE CARVALHO, G.; SAPALO, A. T.; DE JESUS GUIRRO, R. R. Acute application of photobiomodulation does not bring important gains for the muscular performance and functionality of diabetic individuals. **Lasers Med Sci**, 36, n. 5, p. 995-1002, Jul 2021.

HAMBLIN, M. R. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. **AIMS Biophys**, 4, n. 3, p. 337-361, 2017.

HSIEH, Y. L.; HONG, C. Z.; CHOU, L. W.; YANG, S. A. *et al.* Fluence-dependent effects of low-level laser therapy in myofascial trigger spots on modulation of biochemicals associated with pain in a rabbit model. **Lasers Med Sci**, 30, n. 1, p. 209-216, Jan 2015.

HUANG, Y. Y.; SHARMA, S. K.; CARROLL, J.; HAMBLIN, M. R. Biphasic dose response in low level light therapy - an update. **Dose Response**, 9, n. 4, p. 602-618, 2011.

LANFERDINI, F. J.; SILVA, E. S.; BOENO, F. P.; SONDA, F. C. *et al.* Effect of photobiomodulation therapy on performance and running economy in runners: A randomized double-blinded placebo-controlled trial. **J Sports Sci**, 39, n. 12, p. 1348-1355, Jun 2021.

LEAL-JUNIOR, E. C.; VANIN, A. A.; MIRANDA, E. F.; DE CARVALHO PDE, T. *et al.* Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. **Lasers Med Sci**, 30, n. 2, p. 925-939, Feb 2015.

LEAL-JUNIOR, E. C. P.; DE OLIVEIRA, M. F. D.; JOENSEN, J.; STAUSHOLM, M. B. *et al.* What is the optimal time-response window for the use of photobiomodulation therapy combined with static magnetic field (PBMT-sMF) for the improvement of exercise performance and recovery, and for how long the effects last? A randomized, triple-blinded, placebo-controlled trial. **BMC Sports Sci Med Rehabil**, 12, p. 64, 2020.

LEAL JUNIOR, E. C.; LOPES-MARTINS, R. A.; BARONI, B. M.; DE MARCHI, T. *et al.* Effect of 830 nm low-level laser therapy applied before high-intensity exercises on skeletal muscle recovery in athletes. **Lasers Med Sci**, 24, n. 6, p. 857-863, Nov 2009.

LEAL JUNIOR, E. C.; LOPES-MARTINS, R. A.; DALAN, F.; FERRARI, M. *et al.* Effect of 655-nm low-level laser therapy on exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. **Photomed Laser Surg**, 26, n. 5, p. 419-424, Oct 2008.

LEAL JUNIOR, E. C.; LOPES-MARTINS, R. A.; FRIGO, L.; DE MARCHI, T. *et al.* Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. **J Orthop Sports Phys Ther**, 40, n. 8, p. 524-532, Aug 2010.

MACHADO, A. F.; MICHELETTI, J. K.; LOPES, J. S. S.; VANDERLEI, F. M. *et al.* Phototherapy on Management of Creatine Kinase Activity in General Versus Localized Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Clin J Sport Med**, 30, n. 3, p. 267-274, May 2020.

MEINHARDT, M.; KREBS, R.; ANDERS, A.; HEINRICH, U. *et al.* Wavelength-dependent penetration depths of ultraviolet radiation in human skin. **J Biomed Opt**, 13, n. 4, p. 044030, Jul-Aug 2008.

MEZZAROBBA, P. V.; PESSOA FILHO, D. M.; ZAGATTO, A. M.; MACHADO, F. A. LED session prior incremental step test enhance VO₂max in running. **Lasers Med Sci**, 33, n. 6, p. 1263-1270, Aug 2018.

MIRANDA, E. F.; DE OLIVEIRA, L. V.; ANTONIALLI, F. C.; VANIN, A. A. *et al.* Phototherapy with combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes is beneficial in improvement of muscular performance (strength and muscular endurance), dyspnea, and fatigue sensation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Lasers Med Sci**, 30, n. 1, p. 437-443, Jan 2015.

MIRANDA, E. F.; TOMAZONI, S. S.; DE PAIVA, P. R. V.; PINTO, H. D. *et al.* When is the best moment to apply photobiomodulation therapy (PBMT) when associated to a treadmill endurance-training program? A randomized, triple-blinded, placebo-controlled clinical trial. **Lasers Med Sci**, 33, n. 4, p. 719-727, May 2018.

MIRANDA, E. F.; VANIN, A. A.; TOMAZONI, S. S.; GRANDINETTI VDOS, S. *et al.* Using Pre-Exercise Photobiomodulation Therapy Combining Super-Pulsed Lasers and Light-Emitting Diodes to Improve Performance in Progressive Cardiopulmonary Exercise Tests. **J Athl Train**, 51, n. 2, p. 129-135, Feb 2016.

NAMPO, F. K.; CAVALHERI, V.; RAMOSSDE, P.; CAMARGO, E. A. Effect of low-level phototherapy on delayed onset muscle soreness: a systematic review and meta-analysis. **Lasers Med Sci**, 31, n. 1, p. 165-177, Jan 2016.

PASIAKOS, S. M.; MCLELLAN, T. M.; LIEBERMAN, H. R. The effects of protein supplements on muscle mass, strength, and aerobic and anaerobic power in healthy adults: a systematic review. **Sports Med**, 45, n. 1, p. 111-131, Jan 2015.

PESERICO, C. S.; ZAGATTO, A. M.; MACHADO, F. A. Effects of Endurance Running Training Associated With Photobiomodulation on 5-Km Performance and Muscle Soreness: A Randomized Placebo-Controlled Trial. **Front Physiol**, 10, p. 211, 2019.

PINHEIRO, A. L.; SOARES, L. G.; CANGUSSU, M. C.; SANTOS, N. R. *et al.* Effects of LED phototherapy on bone defects grafted with MTA, bone morphogenetic proteins and guided bone regeneration: a Raman spectroscopic study. **Lasers Med Sci**, 27, n. 5, p. 903-916, Sep 2012.

RIGBY, J. H.; HAGAN, A. M. A Novel Blue-Red Photobiomodulation Therapy Patch Effects on a Repetitive Elbow-Flexion Fatigue Task. **J Sport Rehabil**, 29, n. 3, p. 271-276, Mar 1 2020.

RODRIGUES, C. P.; JACINTO, J. L.; ROVERATTI, M. C.; MERLO, J. K. *et al.* Effects of Photobiomodulation/Laser Therapy Combined With Resistance Training on Quadriceps Hypertrophy and Strength, and Postural Balance in Older Women: A Randomized, Triple-Blinded, Placebo-Controlled Study. **J Geriatr Phys Ther**, May 31 2021.

RODRIGUES, C. P.; JACINTO, J. L.; ROVERATTI, M. C.; NUNES, J. P. *et al.* Effects of Laser Photobiomodulation Therapy at 808 nm on Muscle Performance and Perceived Exertion in Elderly Women. **Topics in Geriatric Rehabilitation**, 36, n. 4, p. 237-245, 2020.

ROSSATO, M.; DELLAGRANA, R. A.; SAKUGAWA, R. L.; BARONI, B. M. *et al.* Dose-Response Effect of Photobiomodulation Therapy on Muscle Performance and Fatigue During a Multiple-Set Knee Extension Exercise: A Randomized, Crossover, Double-Blind Placebo-Controlled Trial. **Photobiomodul Photomed Laser Surg**, 38, n. 12, p. 758-765, Dec 2020.

SALGUEIRO, M.; KOBAYASHI, F. Y.; MOTTA, L. J.; GONCALVES, M. L. L. *et al.* Effect of Photobiomodulation on Salivary Cortisol, Masticatory Muscle Strength, and Clinical Signs in Children with Sleep Bruxism: A Randomized Controlled Trial. **Photobiomodul Photomed Laser Surg**, 39, n. 1, p. 23-29, Jan 2021.

TOMA, R. L.; OLIVEIRA, M. X.; RENNO, A. C. M.; LAAKSO, E. L. Photobiomodulation (PBM) therapy at 904 nm mitigates effects of exercise-induced skeletal muscle fatigue in young women. **Lasers Med Sci**, 33, n. 6, p. 1197-1205, Aug 2018.

TOMA, R. L.; VASSÃO, P. G.; ASSIS, L.; ANTUNES, H. K. *et al.* Low level laser therapy associated with a strength training program on muscle performance in elderly women: a randomized double blind control study. **Lasers Med Sci**, 31, n. 6, p. 1219-1229, Aug 2016.

TOMAZONI, S. S.; MACHADO, C.; DE MARCHI, T.; CASALECHI, H. L. *et al.* Infrared Low-Level Laser Therapy (Photobiomodulation Therapy) before Intense Progressive Running Test of High-Level Soccer Players: Effects on Functional, Muscle Damage, Inflammatory, and Oxidative Stress Markers-A Randomized Controlled Trial. **Oxid Med Cell Longev**, 2019, p. 6239058, 2019.

TSUK, S.; LEV, Y. H.; FOX, O.; CARASSO, R. *et al.* Does Photobiomodulation Therapy Enhance Maximal Muscle Strength and Muscle Recovery? **J Hum Kinet**, 73, p. 135-144, Jul 2020.

TUCCI, H. T.; FIGUEIREDO, D. S.; DE PAULA CARVALHO, R.; SOUZA, A. C. F. *et al.* Quadriceps femoris performance after resistance training with and without photobiomodulation in elderly women: a randomized clinical trial. **Lasers Med Sci**, 34, n. 8, p. 1583-1594, Oct 2019.

VANIN, A. A.; MIRANDA, E. F.; MACHADO, C. S.; DE PAIVA, P. R. *et al.* What is the best moment to apply phototherapy when associated to a strength training program? A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial : Phototherapy in association to strength training. **Lasers Med Sci**, 31, n. 8, p. 1555-1564, Nov 2016.

VANIN, A. A.; VERHAGEN, E.; BARBOZA, S. D.; COSTA, L. O. P. *et al.* Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. **Lasers Med Sci**, 33, n. 1, p. 181-214, Jan 2018.

VASSAO, P. G.; BALDINI, G. S.; VIEIRA, K.; BALAO, A. B. *et al.* Acute Photobiomodulation Effects Through a Cluster Device on Skeletal Muscle Fatigue of Biceps Brachii in Young and Healthy Males: A Randomized Double-Blind Session. **Photobiomodul Photomed Laser Surg**, 38, n. 12, p. 773-779, Dec 2020.

VASSAO, P. G.; SILVA, B. A.; DE SOUZA, M. C.; PARISI, J. R. *et al.* Level of pain, muscle strength and posture: effects of PBM on an exercise program in women with knee osteoarthritis - a randomized controlled trial. **Lasers Med Sci**, 35, n. 9, p. 1967-1974, Dec 2020.

VASSÃO, P. G.; TOMA, R. L.; ANTUNES, H. K.; TUCCI, H. T. *et al.* Effects of photobiomodulation on the fatigue level in elderly women: an isokinetic dynamometry evaluation. **Lasers Med Sci**, 31, n. 2, p. 275-282, Feb 2016.

VASSÃO, P. G.; TOMA, R. L.; ANTUNES, H. K. M.; RENNO, A. C. M. Photobiomodulation and physical exercise on strength, balance and functionality of elderly women. **Fisioterapia em Movimento**, 31, n. 0, 2018.

VIEIRA, K.; CIOL, M. A.; AZEVEDO, P. H.; PINFILDI, C. E. *et al.* Effects of Light-Emitting Diode Therapy on the Performance of Biceps Brachii Muscle of Young Healthy Males After 8 Weeks of Strength Training: A Randomized Controlled Clinical Trial. **J Strength Cond Res**, 33, n. 2, p. 433-442, Feb 2019.

VIEIRA, W. H.; FERRARESI, C.; PEREZ, S. E.; BALDISSERA, V. *et al.* Effects of low-level laser therapy (808 nm) on isokinetic muscle performance of young women submitted to endurance training: a randomized controlled clinical trial. **Lasers Med Sci**, 27, n. 2, p. 497-504, Mar 2012.

VINCK, E.; COOREVITS, P.; CAGNIE, B.; DE MUYNCK, M. *et al.* Evidence of changes in sural nerve conduction mediated by light emitting diode irradiation. **Lasers Med Sci**, 20, n. 1, p. 35-40, 2005.

INTENSIDADE DOS ESFORÇOS NAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR: APTIDÃO FÍSICA E COMPETÊNCIA MOTORA

*Intensity of strains in physical education classes in schools:
physical aptitude and motor competence*

Carla Cristiane da Silva

Henrique Flore Cavenago

Gabriela de Oliveira

Thais Maria de Souza Silva

Introdução

As aulas de educação física na escola são cruciais para proporcionar competência motora em múltiplas habilidades, conhecimentos específicos e disposições necessárias para os escolares alcançarem um estilo de vida ativo e adquirirem bons níveis de aptidão física. Sabe-se que a prática regular de atividade física cursa direta e positivamente com escores da aptidão física ligados aos componentes da saúde (GALLOTA *et al.*, 2017). Além disso, estudos prévios já indicaram a relação entre atividade física habitual, aptidão física e competência motora (STODDEN *et al.*, 2008; ROBINSON *et al.*, 2015). Nesta direção, uma revisão sistemática indicou fortes evidências de que o desenvolvimento da competência motora foi inversamente associado à massa corporal total e positivamente associado à aptidão cardiorrespiratória e musculoesquelética ao longo da infância e adolescência (CATTUZZO *et al.*, 2016).

É importante ressaltar que o engajamento em práticas motoras na vida adulta tem forte correlação com o que foi vivido e aprendido durante a infância. Resultados de um estudo longitudinal com duração de 27 anos reportaram que o nível de atividade física habitual em torno dos 6 anos de idade prediz significativamente a atividade física na juventude e

na idade adulta (TELAMA *et al.*, 2014), demonstrando que o envolvimento em práticas motoras em idades pediátricas pode ser estável e duradouro. Adicionalmente, o treinamento de habilidades motoras fundamentais para alunos do jardim de infância, orientado por profissional especializado, três vezes por semana, melhorou a proficiência motora e aumentou a intensidade da atividade física habitual. Como consequência, o comportamento sedentário diminuiu concomitantemente com uma redução da obesidade infantil (ENGEL *et al.*, 2018). Outros autores destacam que crianças com boa coordenação motora são mais predispostas a praticar atividades esportivas (VANDORPE *et al.*, 2012), o que melhora a aptidão física e pode ter uma influência notável na qualidade da saúde física e mental (GU *et al.*, 2016), bem como levar a um estilo de vida mais saudável (YUKSEL *et al.*, 2020).

Ademais, sabe-se que o envolvimento de crianças em práticas motoras é natural (SIGMUND *et al.*, 2007; DWYER *et al.*, 2008) e frequentemente elas se movimentam com considerável habilidade em resistir à fadiga, em protocolos intervalados de alta intensidade e curta duração, quando comparados com adultos (RATEL *et al.*, 2006).

No Brasil, um estudo transversal identificou que crianças entre 3 e 5 anos que praticam esportes, além das aulas de EF escolar, apresentaram vantagens significativas na competência motora em relação às crianças não praticantes (QUEIROZ *et al.*, 2014). Outro estudo observou que níveis mais elevados de habilidades locomotoras em crianças em idade pré-escolar estão associados a menor risco de obesidade (HENRIQUE *et al.*, 2020).

De outro modo, observa-se que atualmente crianças ainda na primeira infância passam grande parte do dia expostas a telas e à imobilidade (KEANE *et al.*, 2017). Os desdobramentos deste estilo de vida sedentário infantil são o excesso

de peso e suas complicações (NIGHTINGALE *et al.*, 2017). Como a inatividade física e o comportamento sedentário são comportamentos modificáveis comuns em crianças e adolescentes, estratégias eficazes direcionadas para esta população são urgentemente necessárias.

Com base nesses pressupostos, o objetivo deste capítulo é mostrar, a partir de uma revisão narrativa da literatura, a relação entre intensidade das aulas de Educação Física (EF) escolar e suas repercussões na aptidão física e competência motora de escolares.

O que refletem as aulas de Educação Física na escola?

Órgãos de saúde recomendam um mínimo de 50% do tempo de aula gastos com esforços de moderada à alta intensidade. Entretanto, estudos têm identificado a realização de percentuais inferiores a essa diretriz (HOLLIS *et al.*, 2017), sugerindo a necessidade de estratégias adicionais e de novas pesquisas de intervenção para construir um tempo de aula mais ativo durante a EF escolar. No Brasil, a EF é uma disciplina integrada à proposta pedagógica da escola, caracterizada como um componente curricular obrigatório da educação básica (MEC, 2018). A disciplina tem reconhecido destaque por seu conteúdo na cultura corporal do movimento e na inserção dos escolares em um universo vasto de possibilidades para usufruir desses saberes em benefício do exercício crítico e autônomo, bem como para melhoria da qualidade de vida. Reconhece-se que a promoção e a incorporação de hábitos saudáveis durante a infância e adolescência têm impacto significativo no estilo de vida fisicamente ativo na vida adulta (TELAMA *et al.*, 2014).

Entretanto, em um estudo com a análise quanti-qualitativa de 144 aulas de EF mostrou que, em média, em apenas

16% do tempo das aulas (~6 minutos) os escolares apresentaram frequência cardíaca equivalente a esforços físicos de intensidade moderada (GUEDES & GUEDES, 1997; 2001). Cerca de 69% do tempo (~28 minutos) a intensidade avaliada variou de baixa a muito baixa. Qualitativamente, as aulas analisadas indicaram tempo significativo em que os escolares ficavam inativos à espera do momento da participação, além de um tempo longo em que o professor se dedicou a aspectos de administração/organização das atividades, caracterizando-se as aulas por longos períodos de inatividade física (GUEDES & GUEDES, 1997; 2001). De fato, estudos têm apontado que o número de aulas semanais e a intensidade alcançada durante as aulas não são suficientes e eficientes quando comparadas a atividades extras para que as crianças melhorem os parâmetros da aptidão física (WALKER *et al.*, 2018; GALLOTTA *et al.*, 2017), estando abaixo das recomendações propostas pelas diretrizes de atividade física na infância (LEITÃO *et al.*, 2000). Corroborando com estes achados, um estudo que analisou 39 aulas de EF reportou que, em média, apenas 25% do tempo de aula era despendido em atividade física de moderada à vigorosa intensidade, com pouca variação motora (FRÖBERG *et al.*, 2017). Esses resultados são preocupantes, tendo em vista que tem sido recomendado que, no mínimo, 50% do tempo de aula sejam despendidos em atividades físicas de intensidade moderada à vigorosa para a melhora do estado de saúde (HOLLIS *et al.*, 2017).

Adicionalmente, uma revisão sistemática examinou intervenções realizadas nas aulas de EF projetadas para impactar o nível de atividade física, aptidão física e/ou composição corporal de crianças em idade escolar. Os resultados dos 12 estudos incluídos demonstraram que os 50% que avaliaram a aptidão física não demonstraram impacto significativo a partir das aulas (ERRISURIZ *et al.*, 2018). Em outro estudo, Tanaka

e colaboradores realizaram uma análise com 517 crianças da escola primária e identificaram por acelerometria que crianças passaram 27,3% das aulas de EF em atividade física de moderada à vigorosa e 24,3% em comportamento sedentário. Em análise qualitativa, descreveram que as crianças foram menos ativas nas aulas de ginástica e atletismo em comparação com as aulas que envolviam jogos com bola (TANAKA *et al.*, 2018).

Com relação aos aspectos de competência motora, Spessato e colaboradores analisaram aulas de educação física escolar envolvendo 1.248 crianças entre 3 e 10 anos de idade. No geral, 69% dos meninos e 82% das meninas pontuaram abaixo da média de idade para o teste. Os autores reportaram que apesar de terem duas aulas semanais de 45 minutos, muito dos conteúdos ministrados são livres ou esportivos, sem, contudo, envolver a instrução e correção das habilidades motoras, o que minimiza as chances de ajuste das tarefas e melhora na competência motora (SPESSATO *et al.*, 2013).

Neste cenário tão complexo, estudos prévios afirmaram que as aulas de educação física costumam ser superlotadas e o espaço disponível para atividades físicas é restrito tanto na escola quanto na comunidade (RÉ *et al.*, 2018). Além disso, as crianças passam mais tempo em comportamento sedentário durante o período letivo (DA COSTA *et al.*, 2017). Por esse motivo, é importante introduzir pausas ativas em todas as disciplinas escolares (BRUSSEAU *et al.*, 2018).

Para alguns pesquisadores da área, estratégias de intervenção devem ser priorizadas para que aumentem os níveis de atividade física e de competência motora particularmente durante a infância (RÉ *et al.*, 2018). Investigações anteriores reportaram que intervenções podem ser realizadas ainda em idade pré-escolar em que as crianças são naturalmente mais ativas, responsivas e atendem mais facilmente às recomendações

de atividade física (SIGMUND *et al.*, 2007; DWYER *et al.*, 2008; HINKLEY *et al.*, 2011; HNATIUK *et al.*, 2012).

O atendimento da recomendação é crucial, uma vez que baixos níveis de atividade física têm sido apontados pela OMS como o quarto fator de risco para mortalidade global (WHO, 2020). Nesse sentido o aumento da atividade física de moderada à vigorosa intensidade deveria ser realizada diariamente por crianças. Sessenta minutos diários de atividades físicas sistematizadas durante a infância e adolescência melhoram os perfis de risco para doença cardiovascular e metabólica, aumentam a densidade mineral óssea, reduzem os sintomas de depressão e melhoram a socialização; o bem-estar emocional e cognitivo infantil (WALKER *et al.*, 2018). Além disso, Lee e colaboradores sinalizaram que o engajamento em práticas esportivas auxilia na redução dos gastos em saúde (LEE *et al.*, 2017). Os resultados deste estudo demonstraram que 75% das crianças norte americanas com idade entre 8 e 11 anos, ao realizarem esportes de moderada à alta intensidade três vezes por semana, geraram uma economia de aproximadamente 16,6 bilhões de dólares em custos médicos diretos (LEE *et al.*, 2017). Contudo, é importante indagar se a prática esportiva incorporada no período das aulas de EF no próprio ambiente escolar tem efeito sobre os níveis de aptidão física de crianças e adolescentes. Estudo brasileiro demonstrou correlações positivas entre atividade física habitual, aptidão física e competência motora em crianças de 8 a 10 anos com a prática esportiva adicional às aulas de EF. Os autores reportaram que as aulas de forma isolada não demonstraram resultados suficientes no sentido de garantir níveis adequados de aptidão física e competência motora (DOS SANTOS *et al.*, 2017).

Em outra investigação, os pesquisadores avaliaram o período escolar geral e as aulas de EF em estudo observacional e transversal em cinco escolas primárias com a amostra

total de 683 crianças em idade escolar (ROBINSON *et al.*, 2014). Foram analisados os comportamentos de atividade física durante o dia escolar avaliados por um pedômetro, utilizando também o Sistema de Observação de Tempo de Instrução *Fitness* (SOFIT) e o Sistema de Observação de Jogo e lazer na juventude (SOPLAY). Os alunos acumularam uma média diária de 4.079 passos para meninos e 3.473 passos para as meninas durante todo o dia escolar. Os resultados indicam que os alunos passaram uma média de $23,8 \pm 5,33$ min/dia em atividade física leve e apenas $14,3 \pm 6,10$ min/dia foram gastos em atividade física de moderada à vigorosa. Os autores concluíram que as escolas estão em conformidade com as políticas determinadas pelo estado no ensino aprendizagem com relação ao tempo de aula proposto, no entanto, observou-se uma deficiência quanto à análise da intensidade das atividades propostas nas aulas de EF (ROBINSON *et al.*, 2014).

Neste contexto, é imprescindível um olhar para as aulas de EF não somente para o atendimento das diretrizes escolares vigentes, mas com foco em atender aspectos de conteúdo da disciplina, bem como aspectos da intensidade dos esforços durante as aulas com intuito de se alcançar proficiência motora, aptidão física e incorporação de um estilo de vida saudável.

Intervenções para o engajamento em práticas motoras e esportivas

O baixo nível de aptidão física em crianças e adolescentes pode estar ligado aos baixos escores de competência motora, caracterizada pela proficiência de habilidades de locomoção e controle de objetos. Como resultado, observa-se um baixo engajamento na prática regular em atividades físicas (FRASEN *et al.*, 2012). Particularmente, a competência motora é um desfecho de grande relevância, uma vez que a proficiência

das habilidades motoras fundamentais, principalmente no controle de objetos, previu subsequentemente o tempo gasto em atividades físicas moderadas e vigorosas na adolescência (BARNETT *et al.*, 2009).

Neste cenário, múltiplas estratégias têm sido documentadas no sentido de promover o aumento do tempo despendido em atividades de moderada à vigorosa, e, como consequência potencializar os níveis de aptidão física e competência motora em escolares. Thivel e colaboradores propuseram duas aulas extras semanais de 60 minutos com atividades lúdicas para melhorar a coordenação, flexibilidade, força, velocidade e resistência, com resultados positivos na prevenção da obesidade ao melhorar a aptidão aeróbia e anaeróbia de crianças de 6 a 10 anos (THIVEL *et al.*, 2011). Além disso, propostas para adicionar períodos de 15 minutos de movimentos funcionais e calistênicos antes da aula (FAIGENBAUM *et al.*, 2015), participação em 2 horas semanais em esportes de grupo supervisionados (QUEIROZ *et al.*, 2014), aumento de 4 sessões de atividade física vigorosa com duração de 60 minutos na semana (DALLOLIO *et al.*, 2016) e aquecimentos padronizados mais ativos e intensos durante as aulas de EF (THOMAS *et al.*, 2020) mostraram-se intervenções eficazes para aumentar a intensidade dos esforços em escolares.

Pesquisadores da área reconhecem que atividades esportivas adicionais às aulas de EF se caracterizam como uma possível estratégia de auxílio na potencialização dos componentes da aptidão física (GALLOTTA *et al.*, 2017). Assim, um possível método para garantir bons níveis de aptidão física são as intervenções na escola, tais como práticas que incentivem a participação em jogos ativos e recreativos fora do horário escolar regular, no sentido de despertar maior interesse pela prática do movimento (HOLLIS *et al.*, 2017). Nesta direção, uma investigação com 1.119 crianças com média de idade de

7,6 anos de ambos os sexos (54% meninos, 47% meninas), provenientes de 32 escolas alemãs, detectou que as crianças que estavam inseridas de uma a duas vezes por semana em práticas esportivas demonstraram superioridade, nos testes de aptidão física de sentar e alcançar, na corrida de 6 minutos e no arremesso de *medicine Ball* (DRENOWATZ *et al.*, 2013). O impacto positivo das atividades físicas e/ou esportivas extraclasse para a manutenção da aptidão física relacionada à saúde em crianças e adolescentes foi demonstrada em diferentes países (FAIRCLOUGH *et al.*, 2006).

Corroborando com esses achados, um estudo de acelerometria por 1 semana objetivou detectar o impacto na participação em esportes organizados sobre a atividade física de moderada à vigorosa em crianças e adolescentes de 7 a 12 anos. Os resultados demonstraram que a participação em 1 sessão de esportes na semana dobrou as chances de atender às recomendações de atividade física naquele dia (MOOSES & KUL, 2020). Outros pesquisadores observaram que crianças inseridas em prática esportiva organizada apresentaram melhores escores de aptidão física e competência motora, e maior nível de atividades físicas cotidianas quando comparadas com crianças que não estavam inseridas em tais práticas (LAI *et al.*, 2014; DOS SANTOS *et al.*, 2017).

Outro aspecto importante a ser analisado é o local das aulas e/ou atividades e impacto sobre a intensidade dos esforços. Em um estudo inglês, os pesquisadores avaliaram 307 adolescentes entre 12 e 13 anos de idade de 6 escolas com acelerômetros durante uma aula de EF. Os resultados demonstraram que as aulas ao ar livre induziram maiores intensidades comparadas com aulas internas (nos ginásios e salas). Além disso, aulas artísticas, tais como dança e ginástica, foram significativamente menos ativas que aulas baseadas em condicionamento ou aptidão física (DELETRAT *et*

al., 2020). De forma similar, um estudo longitudinal por 21 meses envolveu 220 crianças com média de idade de 11 anos, submetidas ao mesmo programa de aulas de EF. No entanto, um grupo realizou a aula em ambiente ao ar livre, enquanto o outro em ambiente da quadra. Os resultados demonstraram superioridade na aptidão aeróbia, velocidade de corrida e força dos membros inferiores no grupo que realizou as aulas ao ar livre quando comparado ao grupo que realizou as aulas na quadra (PASEK *et al.*, 2020).

Além destas estratégias supracitadas, recebem destaque na literatura intervenções com atividades intervaladas de alta intensidade (*High Intensity Interval Training* - HIIT). Delgado-Floody e colaboradores realizaram uma intervenção com HIIT durante as aulas de EF por 28 semanas em crianças de 6 a 11 anos e compararam com as aulas tradicionais da disciplina. Os resultados indicaram melhora significativa na capacidade cardiorrespiratória das crianças do grupo HIIT frente aquelas envolvidas na aula tradicional de EF (DELGADO-FLOODY *et al.*, 2018). Reforçando esses achados, uma meta análise com 15 estudos longitudinais demonstrou que o HIIT potencializou significativamente a capacidade cardiorrespiratória [VO_2 máx 1,117 (95% CI = 0,528 para 1,706, $p < 0,001$], reduziu o peso corporal [-0,295 (95 % CI = 0,525 para -0,066, $p < 0,05$)] e a gordura corporal [-0,786 (95%CI= -1,452 para -0,120)] em crianças e adolescentes de 6 a 18 anos de idade com sobrepeso/obesidade (THIVEL *et al.*, 2019). Adicionalmente, a intervenção por 12 semanas comparando o HIIT, o futebol recreativo e um grupo controle, indicou efeito positivo na composição corporal com o aumento da força nos membros inferiores e a melhora na agilidade e na flexibilidade de meninos com sobrepeso/obesidade de 11 a 13 anos (CVETKOVIC *et al.*, 2018).

Adicional aos estudos sobre as possibilidades de intervenção na escola, é indispensável articular estratégias com atividades lúdicas, recreativas e esportivas, uma vez que estas potencializam o engajamento da prática motora na infância (HENRIQUE *et al.*, 2020). Para Metos e colaboradores (2011) é indispensável realizar atividades lúdicas e recreativas para promover aderência à prática de atividades estruturadas, seja no período escolar seja no contraturno (METOS *et al.*, 2011).

Neste cenário múltiplo, envolvendo intervenções dentro da aula de EF durante o período escolar ou no contraturno, somados aos desafios de engajamento dos escolares e a maximização da intensidade dos esforços, alguns estudos fazem a proposição de programas curriculares. Na China, a grade curricular escolar é composta por 3 aulas de EF semanais, além de atividades extracurriculares pelo menos duas vezes na semana. Os pesquisadores investigaram a associação entre a aptidão cardiorrespiratória e as práticas de estilo de vida mais saudáveis em 13.138 adolescentes com média de 14 anos, sendo 7.094 do sexo masculino e 6.044 do sexo feminino. Os resultados indicaram que esse modelo de aulas de EF planejadas adequadamente, com intensidade apropriada e apoio dos professores responsáveis, contribuíram positivamente para a aquisição de hábitos saudáveis e, conseqüentemente, dos índices melhores de aptidão cardiorrespiratória (LI *et al.*, 2019).

De forma similar, Barret-Williams e colaboradores implementaram um programa educacional unido com a saúde pública. O foco do programa foi o aumento das oportunidades de prática de atividade física no ambiente escolar. Os autores realizaram um levantamento das oportunidades e ofertas de prática de atividades físicas em 719 escolas primárias. Posteriormente, 160 destas instituições de ensino participaram de uma pesquisa adicional. Os resultados apontaram

que as escolas que ofertaram oportunidades de atividades em recessos, antes e depois das aulas, aumentaram o tempo de aulas com atividade física, possibilitando que mais escolares atingissem as recomendações de aptidão física relacionadas à saúde (BARRET-WILLIAMS *et al.*, 2017).

Considerações finais

A compilação de investigações apresentada neste capítulo indica que as aulas de EF na escola, particularmente no Brasil, parecem não ser suficientes para garantir adequados níveis de intensidade dos esforços, bem como estimular aspectos da competência motora e da aptidão física dos escolares. Assim, é urgente e relevante que estudos futuros sejam direcionados para diferentes métodos de intervenção durante as aulas de EF e/ou durante o período escolar global. A perspectiva é de garantir oportunidades de prática física com intensidade que atinjam as recomendações, bem como potencializar a aptidão física, a competência motora e, com isso, promover maior engajamento nas atividades motoras pelos escolares. Finalmente, é importante ressaltar o papel crucial da disciplina de Educação Física no contexto escolar para a vivência de conhecimentos necessários para um estilo de vida fisicamente ativo e para o cultivo de comportamentos pessoais e sociais responsáveis em prol da melhora e manutenção de bons níveis de saúde.

Referências

BARNETT, L. M.; VAN BEURDEN, E.; MORGAN, P. J.; *et al.* Childhood Motor Skill Proficiency as a Predictor of Adolescent Physical Activity. **Journal of Adolescent Health**, v. 44, n. 3, p. 252–259, 2009.

BARRETT-WILLIAMS, S. L.; FRANKS, P.; KAY, C.; *et al.* Bridging Public Health and Education: Results of a School-Based Physical Activity Program to Increase Student Fitness. **Public Health Reports**, v. 132, n. 2, p. 81S-87S, 2017.

BRUSSEAU, T. A.; HANNON, J. C.; FU, Y.; *et al.* Trends in physical activity, health-related fitness, and gross motor skills in children during a two-year comprehensive school physical activity program. **Journal of science and medicine in sport**, v. 21, n. 8, p. 828–832, 2018.

CATTUZZO, M. T.; DOS SANTOS HENRIQUE, R.; RÉ, A. H. N.; *et al.* Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. **Journal of science and medicine in sport**, v. 19, n. 2, p. 123–129, 2016.

CVETKOVIĆ, N.; STOJANOVIĆ, E.; STOJILJKOVIĆ, N.; *et al.* Exercise training in overweight and obese children: Recreational football and high-intensity interval training provide similar benefits to physical fitness. **Scandinavian Journal of medicine and science in sports**, v. 28, p. 18–32, 2018.

DA COSTA, B. G. G.; DA SILVA, K. S.; GEORGE, A. M.; *et al.* Sedentary behavior during school-time: Sociodemographic, weight status, physical education class, and school performance correlates in Brazilian schoolchildren. **Journal of science and medicine in sport**, v. 20, n. 1, p. 70–74, 2017.

DALLOLIO, L.; CECILIANI, A.; SANNA, T.; *et al.* Proposal for an enhanced physical education program in the primary school: evaluation off feasibility and effectiveness in improving physical skills and fitness. **Journal of physical activity and health**, v. 13, n. 10, p. 1025–1034, 2016.

DELESTRAT, A.; ESSER, P.; BEALE, N.; *et al.* Effects of gender, activity type, class location and class composition on physical activity levels experienced during physical education classes in British secondary schools: a pilot cross-sectional study. **BMC Public Health**, v. 20, n. 1, p. 1–12, 2020.

DELGADO-FLOODY, P.; ESPINOZA-SILVA, M.; GARCÍA-PINILLOS, F.; *et al.* Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors in Chilean school children: a pilot trial. **European journal of pediatrics**, v. 177, n. 7, p. 1019–1027, 2018.

DOS SANTOS, C. R.; DA SILVA, C. C.; MARQUES, I. Relationship between physical activity, physical fitness, and motor competence in school children. **Motricidade**, v. 13, n. S1, p. 76–83, 2017.

DRENOWATZ, C.; STEINER, R. P.; BRANDSTETTER, S.; *et al.* Organized sports, overweight, and physical fitness in primary school children in Germany. **Journal of obesity**, v. 2013, 2013.

DWYER, G. M.; HIGGS, J.; HARDY, L. L.; *et al.* What do parents and pré school staff tell us about young children's physical activity: a qualitativ estudy. **International journal of behavioral nutrition and physical activity**, v. 5, n. 1, p. 1–11, 2008.

ENGEL, A. C.; BRODERICK, C. R.; VAN DOORN, N.; *et al.* Exploring the relationship between fundamental motor skill interventions and physical activity levels in children: a systematic review and meta-analysis. **Sports medicine**, v. 48, n. 8, p. 1845–1857, 2018.

ERRISURIZ, V. L.; GOLASZEWSKI, N. M.; BORN, K.; *et al.* Systematic Review of physical education-based physical activity interventions among elementary school children. **Journal of primary prevention**, v. 39, n. 3, p. 303–327, 2018.

FAIGENBAUM, A. D.; BUSH, J. A.; MCLOONE, R. P.; *et al.* Benefits of strength hand skill-based training during primary school physical education. **Journal of strength and conditioning research**, v. 29, n. 5, p. 1255–1262, 2015.

FAIRCLOUGH, S. J.; STRATTON, G. A review of physical activity levels during elementary school physical education. **Journal of teaching in physical education**, v. 25, n. 2, p. 239–257, 2006.

FRASEN, J.; PION, J.; VANDENDRIESSCHE, J.; *et al.* Differences in physical fitness and gross motor coordination in boys aged 6–12 years specializing in one versus sampling more than one sport. **Journal of sports sciences**, v. 30, n. 4, p. 379–386, 2012.

FRÖBERG, A.; RAUSTORP, A.; PAGELS, P.; *et al.* Levels of physical activity during physical education lessons in Sweden. **Acta paediatrica, international journal of paediatrics**, v. 106, n. 1, p. 135–141, 2017.

GALLOTTA, M. C.; EMERENZIANI, G. PIETRO; IAZZONI, S.; *et al.* Effects of different physical education programmes on children's skill- and health-related out comes: a pilot randomized controlled trial. **Journal of sports sciences**, v. 35, n. 15, p. 1547–1555, 2017.

GU, X.; CHANG, M.; SOLMON, M. A. Physical activity, physical fitness, and health-related quality of life in school-aged children. **Journal of teaching in physical education**, v. 35, n. 2, p. 117–126, 2016.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. Esforços físicos nos programas de educação física escolar. **Revista paulista de educação física**, v. 15, n. 1, p. 33–44, 2001.

GUEDES, J.; GUEDES, D. P. Características dos programas de educação física escolar. **Revista paulista de educação física**, v. 11, n. 1, p. 49–62, 1997.

HENRIQUE, R. S.; STODDEN, D. F.; FRANSEN, J.; *et al.* Is motor competence associated with the risk of central obesity in preschoolers? **American journal of human biology**, v. 32, n. 3, p. e23364, 2020.

HINKLEY, T.; SALMON, J.; OKELY, A. D.; *et al.* Influences on preschool children's physical activity: exploration through focus groups. **Family and community health**, v. 34, n. 1, p. 39–50, 2011.

HNATIUK, J.; RIDGERS, N. D.; SALMON, J.; *et al.* Physical activity levels and patterns of 19-month-old children. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 44, n. 9, p. 1715–1720, 2012.

HOLLIS, J. L.; SUTHERLAND, R.; WILLIAMS, A. J.; *et al.* A systematic review and meta-analysis of moderate-to-vigorous physical activity levels in secondary school physical education lessons. **International journal of behavioral nutrition and physical activity**, v. 14, n. 1, p. 1–26, 2017.

KEANE, E.; KELLY, C.; MOLCHO, M.; *et al.* Physical activity, screen time and the risk of subjective health complaints in school-aged children. **Preventive medicine**, v. 96, p. 21–27, 2017.

LAI, S. K.; COSTIGAN, S. A.; MORGAN, P. J.; *et al.* Do school-based interventions focusing on physical activity, fitness or fundamental movement skill competency produce a sustained impact in these outcomes in children and adolescents? A systematic review of follow-up studies. **Sports medicine**, v. 44, n. 1, p. 67–79, 2014.

LEE, B. Y.; ADAM, A.; ZENKOV, E.; *et al.* Modeling the economic and health impact of increasing children's physical activity in the United States. **Health affairs**, v. 36, n. 5, p. 902–908, 2017.

LEITÃO, M. B.; LAZZOLI, J. K.; DE OLIVEIRA, M. A. B.; *et al.* Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde na mulher. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 6, n. 6, p. 215–220, 2000.

LI, Y.; WANG, S.; YU, Y.; *et al.* Associations among physical education, activity-related healthy lifestyle practices, and cardiorespiratory fitness of Chinese youth. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 90, n. 2, p. 123–132, 2019.

METOS, J.; MURTAUGH, M. Words or reality: Are school district wellness policies implemented? A systematic review of the literature. **Childhood obesity**, v. 7, n. 2, p. 90–100, 2011.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). **Educação física – obrigatoriedade da disciplina**. 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/inicio/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados-82187207/12962-educacao-fisica-obrigatoriedade-da-disciplina>. Acesso em: 01 ago. 2021.

MOOSES, K.; KULL, M. The participation in organized Sport doubles the odds of meeting physical activity recommendations in 7–12-year-old children. **European journal of sport science**, v. 20, n. 4, p. 563–569, 2020.

NIGHTINGALE, C. M.; RUDNICKA, A. R.; DONIN, A. S.; *et al.* Screen time is associated with adiposity and insulin resistance in children. **Archives of disease in childhood**, v. 102, n. 7, p. 612–616, 2017.

PASEK, M.; SZARK-ECKARDT, M.; WILK, B.; *et al.* Physical fitness as part of the health and well-being of students participating in physical education lessons indoors and outdoors. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 1, p. 309, 2020.

QUEIROZ, D. D. R.; RÉ, A. H. N.; HENRIQUE, R. D. S.; *et al.* Participation in sports practice and motor competence in preschoolers. **Motriz. Revista de educação física**, v. 20, n. 1, p. 26–32, 2014.

RATEL, S.; DUCHÉ, P.; WILLIAMS, C. A. Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. **Sports medicine**, v. 36, n. 12, p. 1031–1065, 2006.

RÉ, A. H. N.; TUDELA, M. C.; DE MELLO MONTEIRO, C. B.; *et al.* Motor competence of schoolchildren from public education in São Paulo city, Brazil. **Journal of physical education (Maringa)**, v. 29, n. 1, 2018.

ROBINSON, L. E.; STODDEN, D. F.; BARNETT, L. M.; *et al.* Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. **Sports medicine**, v. 45, n. 9, p. 1273–1284, 2015.

ROBINSON, L. E.; WADSWORTH, D. D.; KIPLING WEBSTER, E.; *et al.* School reform: the role of physical education policy in physical activity of elementary schoolchildren in Alabama's blackbelt region. **American journal of health promotion**, v. 28, n. SUPPL 3, p. S72–S76, 2014.

SIGMUND, E.; DE STE CROIX, M.; MIKLÁNKOVÁ, L.; *et al.* Physical activity patterns of kindergarten children in compare is onto teenagers and young adults. **European journal of public health**, v. 17, n. 6, p. 646–651, 2007.

SPESSATO, B. C.; GABBARD, C.; VALENTINI, N.; *et al.* Gender differences in Brazilian children's fundamental movement skill performance. **Early child development and care**, v. 183, n. 7, p. 916–923, 2013.

STODDEN, D. F.; LANGENDORFER, S. J.; GOODWAY, J. D.; *et al.* A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: an emergent relationship. **Quest**, v. 60, n. 2, p. 290–306, 2008.

TANAKA, C.; TANAKA, M.; TANAKA, S. Objective lye valued physical activity and sedentary time in primary schoolchildren by gender, grade and types of physical education lessons. **BMC public health**, v. 18, n. 1, p. 1–10, 2018.

TELAMA, R.; YANG, X.; LESKINEN, E.; *et al.* Tracking of physical activity from early childhood through you thin to adulthood. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 46, n. 5, p. 955–962, 2014.

THIVEL, D.; ISACCO, L.; LAZAAR, N.; *et al.* Effect of a 6-month school-based physical activity program on body composition and physical fitness in lean and obese schoolchildren. **European journal of pediatrics**, v. 170, n. 11, p. 1435–1443, 2011.

THIVEL, D.; MASURIER, J.; BAQUET, G.; *et al.* High-intensity interval training in overweight and obese children and adolescents: systematic review and meta-analysis. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 59, n. 2, p. 310–324, 2019.

THOMAS, E.; BIANCO, A.; TABACCHI, G.; *et al.* Effects of a physical activity intervention on physical fitness of schoolchildren: the enriched Sport activity program. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 5, p. 1723, 2020.

VANDORPE, B.; VANDENDRIESSCHE, J.; VAEYENS, R.; *et al.* Relationship between sports participation and the level of motor coordination in childhood: a longitudinal approach. **Journal of science and medicine in sport**, v. 15, n. 3, p. 220–225, 2012.

WALKER, G.; STRACCIOLINI, A.; FAIGENBAUM, A. D.; *et al.* Physical inactivity in youth: can exercise deficit disorder alter the way we view prevent active care? **ACSM's health and fitness journal**, v. 22, n. 2, p. 42–46, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO guidelines on physical activity and sedentary behavior. Geneva, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>. Acesso em: 01 ago. 2021. ISBN: 9789240015128.

YUKSEL, H. S.; ŞAHİN, F. N.; MAKSIMOVIC, N.; *et al.* School-based intervention programs for preventing obesity and promoting physical activity and fitness: a systematic review. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 1, p. 347, 2020.

EXERCÍCIOS DE PILATES NA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA E MUSCULOESQUELÉTICA

*Pilates exercises in cardiorespiratory and
musculoskeletal aptitude*

Raphael Gonçalves de Oliveira
Jorge Furtado de Campos Júnior
Alex Lopes dos Reis
Rafaela Almeida Gonçalves

Introdução

Os exercícios de Pilates se popularizaram no mundo todo, havendo, com isso, um crescimento na mesma proporção de pesquisas científicas que tiveram por objetivo verificar a eficácia do método sobre diferentes desfechos de saúde ou relacionados ao desempenho humano. Dentre os diferentes desfechos estudados, alguns ainda permanecem com importantes lacunas no âmbito da investigação científica, fazendo com que profissionais tenham dúvida na definição de protocolos de intervenção.

Neste capítulo, abordaremos desfechos ligados aos seguintes componentes da aptidão física: aptidão cardiorrespiratória (ACR) e aptidão musculoesquelética. Neste último caso, os seguintes componentes serão considerados: força, potência e resistência muscular, e equilíbrio postural. A escolha destes componentes se deu pelo fato da controvérsia existente na literatura quanto à eficácia dos exercícios de Pilates na modulação de marcadores a eles relacionados. Por exemplo, por se tratar especificamente de movimentos que exigem do executante flexibilidade e força muscular, não está claro como a técnica pode auxiliar no ganho de volume máximo de

oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$), um marcador da ACR, apesar de estudos de revisão sistemática com metanálise apontarem neste sentido.

Quanto à força, resistência e potência muscular, a controvérsia é se os exercícios dinâmicos de alongamento pré-sessões de Pilates podem potencializar ou eventualmente prejudicar o ganho destas variáveis. No que diz respeito ao equilíbrio postural, os diferentes estudos, apesar de indicarem a eficácia dos exercícios de Pilates, não apontam de maneira clara a dose resposta necessária para o desenvolvimento deste componente.

Visando elucidar o estado da arte desta problemática e indicar possibilidades metodológicas para estudos futuros, este capítulo aborda a temática em subtópicos específicos, levando em consideração o que a literatura já evidenciou sobre o assunto, assim como recentes investigações do Grupo de Pesquisa em Aptidão Física Relacionada à Saúde e ao Desempenho Humano, ligado ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano – Mestrado Acadêmico da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP).

Pilates e aptidão cardiorrespiratória (ACR)

Com a popularização do Pilates, tem se explorado os diversos desfechos que a técnica pode impactar. Um desfecho que ainda gera muita controvérsia é ACR (SOUZA *et al.*, 2017). Segundo o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACMS), a ACR se enquadra nos componentes da aptidão física relacionada à saúde, sendo definida como a capacidade máxima do sistema cardiorrespiratório em transportar e consumir oxigênio (BHAMMAR *et al.*, 2019) diretamente ligada à integração dos sistemas metabólico, cardiopulmonar, nervoso central e muscular esquelético (GRAZZI *et al.*, 2020). Este componente também é reconhecido como determinante do estado de saúde atual e futuro do indivíduo, sendo, portanto,

um marcador importante de resultados relacionados à saúde (APPELQVIST-SCHMIDLECHNER *et al.*, 2020).

Uma revisão sistemática conduzida sobre essa temática identificou eficácia dos exercícios de Pilates sobre ACR, porém, este resultado deve ser analisado com cautela. Isso porque, nas análises, foram incluídos apenas três estudos que realizaram em sua intervenção o Pilates solo, conhecido também como MatPilates. Outra limitação diz respeito à população considerada, que no caso envolveu somente pessoas idosas (SOUZA *et al.*, 2018).

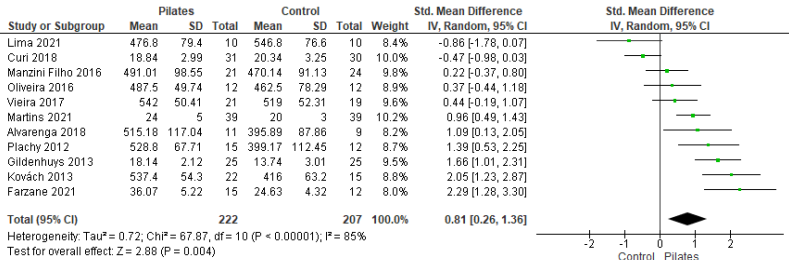
Outra revisão sistemática (RODRÍGUEZ *et al.*, 2019) identificou que o Pilates é um exercício alternativo para melhorar os valores de $\text{VO}_{2\text{máx}}$, independente da condição de saúde da população, podendo ser prescrito tanto para o público saudável quanto para os pacientes com distúrbios específicos. Todavia, nos cálculos de metanálise foram incluídos ensaios clínicos não randomizados e séries de casos sem grupo de comparação, o que limita qualquer extrapolação dos resultados.

Na literatura, já há um consenso de que a ACR pode melhorar por meio de exercícios aeróbicos, realizados em intensidade moderada (ou seja, $\geq 60\%$ do $\text{VO}_{2\text{máx}}$) 3 vezes ou mais por semana por um período superior a 16 semanas. Dessa forma, considerando as características do método Pilates, que trabalha basicamente com exercícios de alongamento e fortalecimento muscular, pode-se considerar que ele não fornece estímulos suficientes para provocar mudanças na ACR (SOUZA *et al.*, 2018). Este mesmo argumento é sustentado por Rodríguez *et al.* (2019), que afirmam que os benefícios mais significativos do Pilates na ACR foram alcançados quando outras atividades, como, por exemplo a corrida, foram associadas, sendo isso explicado por intermédio de uma relação sinérgica entre esses métodos de treinamento.

Na revisão sistemática de Souza *et al.* (2018), outra limitação deve ser considerada no que diz respeito ao método de avaliação da ACR em pessoas idosas. Isso porque a maioria dos estudos se valem do teste de caminhada de 6 minutos (TC6min). Embora o TC6min seja frequentemente utilizado na avaliação desse desfecho, devido a sua praticidade e baixo custo, seus resultados são influenciados por diversos fatores como estatura, sexo, índice de massa corporal, presença de doenças e força muscular. Dessa forma, é possível que tenha havido uma melhora na força dos membros inferiores dos indivíduos devido ao treinamento de Pilates. Essa condição, de forma indireta, pode ter influenciado a melhora da distância percorrida no TC6min. Esse fato foi observado também no estudo de Manzini Filho et al (2016) que avaliou diferentes programas de exercícios físicos sobre a força muscular e autonomia funcional de idosas, tendo como resultado que o treinamento de força tradicional foi superior ao Pilates, no caso, a ginástica e a hidroginástica na avaliação da capacidade aeróbica, realizada por meio do TC6min.

Nosso grupo de pesquisa realizou recentemente uma busca sistematizada na literatura e procedimento estatístico de metanálise visando identificar os efeitos do Pilates sobre a aptidão cardiorrespiratória. A análise preliminar, contendo 11 estudos, demonstrou um grande tamanho de efeito ($ES = 0,81$) para os exercícios de Pilates (Figura 1). Contudo, deve ser considerado que 10 estudos envolviam exclusivamente pessoas idosas, além de que a maior parte dos estudos se valeu do TC6min como procedimento de avaliação.

Figura 1. Florestplot da análise primária demonstrando a diferença das médias padronizadas entre os grupos Pilates e controle na aptidão cardiorrespiratória.



Fonte: Os autores (2021)

O método padrão ouro para avaliação da ACR é a medição do $VO_{2\text{máx}}$ realizada durante um teste de exercício incremental máximo, que mensura de forma direta esse marcador por meio da análise de gases expirados. Com este teste, o $VO_{2\text{máx}}$ reflete a capacidade máxima de um indivíduo absorver, transportar e consumir oxigênio. Portanto, na prática, considera-se $VO_{2\text{máx}}$ o equivalente ao maior valor de VO_2 obtido no pico do esforço ((BHAMMAR; ADAMS-HUET; BABB, 2019; HERDY; CAIXETA, 2016). Porém, para a prática clínica, esse teste se torna limitado, pois exige tempo e experiência necessários para sua realização, além de equipamentos específicos de alto custo, encontrados quase exclusivamente em laboratórios de pesquisa e clubes esportivos de elite. Com isso, apesar de limitado, justifica-se a utilização de testes de exercício submáximo ou testes de caminhada de resistência, sendo vantajosos devido a sua simplicidade, custo insignificante, segurança e aplicabilidade (GRAZZI; MYERS; CHIARANDA, 2020).

Evidências trazidas por Rodríguez et al. (2019) sugerem que pessoas com níveis mais baixos de ACR, como aquelas com distúrbios de saúde, são mais sensíveis à melhora dessa condição por meio do Pilates, sendo, portanto, recomendada a prática do método em programas de reabilitação para melhora

da ACR, uma vez que os exercícios de Pilates podem ser mais tolerados do que os exercícios aeróbicos convencionais.

O que ainda permanece sem resposta clara e necessita ser melhor explorado é o mecanismo pelo qual os exercícios de Pilates promovem a melhora da ACR. Em outras palavras, o que explica o impacto positivo do Pilates na ACR encontrado nos diferentes artigos científicos e confirmado em estudos de metanálise?

Seria o fortalecimento dos músculos lombo-pélvicos e centrais, que produz um padrão de movimento adequado nos membros inferiores e superiores, assim como nos músculos expiratórios? Ou ainda poderia ser o aumento da flexibilidade da caixa torácica, promovendo um padrão mais eficiente de mobilidade desta? Seriam as técnicas de respiração adotadas durante a execução do método, podendo aumentar a capacidade pulmonar e a funcionalidade dos músculos intercostais, alcançando a melhora da ventilação, resultando em um maior fluxo de sangue oxigenado para os tecidos musculares e menos desperdício de energia? Talvez um conjunto de fatores combinados possa fazer com que os exercícios de Pilates consiga atingir a mínima intensidade necessária para melhorar a ACR em alguns grupos populacionais (RODRÍGUEZ et al., 2019).

Tendo em vista a importância da ACR na saúde humana e a tendência de diminuição da capacidade aeróbica com a idade (o $VO_{2máx}$ pode declinar em torno de 10% por década em indivíduos não atletas, começando com uma variação de queda entre 3% a 6% em pessoas entre 20 e 30 anos, podendo chegar a reduções mais abruptas após os 60 anos) (BELLI et al., 2012), torna-se importante verificar exercícios que possam contribuir para sua manutenção ou melhora.

Neste cenário, apesar de promissores para melhora da ACR, os exercícios de Pilates devem ser considerados de maneira cautelosa. Ensaios clínicos randomizados de longo

prazo, com diferentes análises ao longo do tempo, mensurando preferencialmente o $VO_{2\text{máx}}$ de forma direta, precisam ser realizados. Além disso, a maior parte dos estudos está sendo realizada com pessoas idosas, sendo necessário também verificar os efeitos sobre a população de adultos jovens.

Alongamento do Pilates sobre a força, resistência e potência muscular

A prática de alongamento tem sido extensivamente investigada nas últimas décadas, devido à relevância deste tipo de exercício tanto para os aspectos do desempenho físico e prevenção de lesões, quanto para o aspecto da reabilitação física (BEHM *et al.*, 2016). A saber, existem quatro tipos principais de alongamentos: estático, dinâmico, facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) e o balístico (JAGGERS *et al.*, 2008). Desses, os alongamentos mais estudados são o alongamento estático e o alongamento dinâmico.

O alongamento estático pode ser realizado de maneira ativa ou passiva. Geralmente é executado passivamente, com ajuda de um avaliador e mantido em amplitudes próximas ao limite articular, por um período tipicamente de 15 a 30 segundos por série, com maior controle na execução, sem velocidade, com pouco ou nenhum movimento. Este alongamento pode produzir modificações temporárias no comprimento e rigidez da unidade musculotendínea do seguimento envolvido (ALTER, 2004).

O alongamento dinâmico pode ser definido como o ato de mover ativamente uma articulação por toda a sua amplitude de movimento livre, sem manutenção no ponto de maior amplitude, com velocidade moderada a rápida, com pouca resistência. Consiste em exercícios mais funcionais, que podem incorporar movimentos específicos do esporte, como na preparação de atletas antes da atividade esportiva.

Os mecanismos fisiológicos relacionados a este exercício são: elevação de temperatura muscular, velocidade de condução nervosa e/ou impulso central, ciclo enzimático, produção de energia e modificações na complacência muscular (FLETCHER; JONES, 2004).

Apesar de o alongamento estático ser utilizado com frequência antes de atividades esportivas, uma revisão sistemática (BEHM *et al.*, 2016) encontrou afirmações de que o alongamento estático agudo, quando executado em condições específicas – isoladamente, em intensidade máxima e em volume elevado (≥ 60 segundos por grupo muscular) – é capaz de prejudicar a performance de saltos e sprints. Outra revisão sistemática (BEHM; CHAOUACHI, 2011) também encontrou efeito prejudicial deste alongamento quando executado antes do desempenho de força muscular máxima isométrica. De outra forma, Behm *et al* (2016) encontraram resultados positivos sobre a potência muscular quando o alongamento dinâmico foi realizado em velocidade de movimento moderada, com volume $\geq$ ou < 90 segundos por grupo muscular.

Um estudo recente (REIS *et al.*, 2020) realizado por nosso grupo de pesquisa procurou verificar o efeito do alongamento estático, dinâmico e FNP sobre a performance de força, resistência e potência muscular de membros inferiores na população jovem adulta, por meio de uma revisão sistemática com meta-análise. No entanto, nenhum efeito significativo foi encontrado sobre estas capacidades após a realização aguda do alongamento estático. Em contrapartida, a realização aguda do alongamento dinâmico melhorou a performance de potência muscular, avaliado pelo salto vertical contra movimento, mesmo quando o exercício foi executado com um volume < 90 segundos por grupo muscular, porém, com pequeno tamanho de efeito em ambas as análises. Em contraste, foi observado que o alongamento FNP piora a performance de resistência

muscular de membros superiores, com grande tamanho de efeito (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito agudo do alongamento na força, potência e resistência muscular

Alongamento estáticovs. controle					
	ES	IC [95%]	P	N (estudos)	I²
Força muscular	0.25	-0.04 até 0.53	0.09	192 (6)	0%
Resistência muscular	0.04	-0.68 até 0.76	0.91	30 (1)	-
Potência muscular	0.15	-0.03 até 0.33	0.09	497 (15)	0%
Alongamento dinâmico vs. controle					
Força muscular	0.16	-0.19 até 0.51	0.38	126 (4)	0%
Potência muscular	0.38	0.05 até 0.70	0.02#	270 (9)	40%
FNPvs. controle					
Resistência muscular	1.68	0.83 até 2.53	0.0001†	30 (1)	-
Potência muscular	0.09	-0.71 até 0.89	0.83	24 (1)	-

FNP: facilitação neuromuscular proprioceptiva; ES: *effectsize*; IC: Intervalo de confiança a 95%; I²: Heterogeneidade; -: heterogeneidade não aplicável; N: tamanho da amostra; # a favor do alongamento dinâmico; † a favor do grupo controle.

Fonte: Os autores (2021)

Por outro lado, o alongamento estático e dinâmico a longo prazo contribuiu com a melhora do desempenho de força e potência muscular de membros inferiores, respectivamente (REIS *et al.*, 2020), demonstrando a eficácia destes tipos de alongamento pré-exercício físico quando o objetivo for de longo prazo (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito crônico do alongamento na força, potência e resistência muscular

Alongamento estático x controle					
	ES	IC [95%]	P	N (estudos)	I ²
Força muscular	0.72	0.25 até 1.19	0.003 [‡]	75 (3)	0%
Resistência muscular	0.06	-0.73 até 0.84	0.89	25 (1)	-
Potência muscular	0.37	-0.42 até 1.16	0.36	25 (1)	-
Alongamento dinâmico x controle					
Força muscular	1.04	0.21 até 1.88	0.01 [#]	26 (1)	-
FNP x controle					
Força muscular	0.45	-0.44 até 1.34	0.32	20 (1)	-

FNP: facilitação neuromuscular proprioceptiva; ES: *effectsize*; IC: Intervalo de confiança a 95%; I²: Heterogeneidade; -: heterogeneidade não aplicável; N: tamanho da amostra; [‡] a favor do alongamento estático; [#] a favor do alongamento dinâmico.

Fonte: Os autores (2021)

Apesar disso, ao contrário do que já se sabe a respeito do alongamento agudo, a literatura ainda permanece escassa de ensaios clínicos robustos que investigam os efeitos desses alongamentos sobre a performance muscular a longo prazo. Torna-se necessária, então, maior quantidade de trabalhos que abordem o impacto crônico de diferentes formas de alongamento sobre o desempenho muscular, a fim de realizar comparações mais profundas acerca da sua forma de aplicação. Além do mais, outras formas de alongamento também necessitam ser estudadas, como exercícios de alongamento dinâmico executados com o método Pilates.

Os exercícios de Pilates se popularizaram no mundo todo nas últimas décadas, sendo praticado por pessoas de diferentes faixas etárias. A técnica pode ser executada em equipamentos tradicionais (Reformer, Cadillac, Lader Barrel, StepChair, Wall Unit) que permitem ajuste de cargas por meio das tensões de molas, ou no solo, sem uso de aparelhos, em que o peso corporal é a principal resistência. Este método combina fortalecimento e alongamento muscular, envolvendo todos os seguimentos corporais, juntamente com padrões

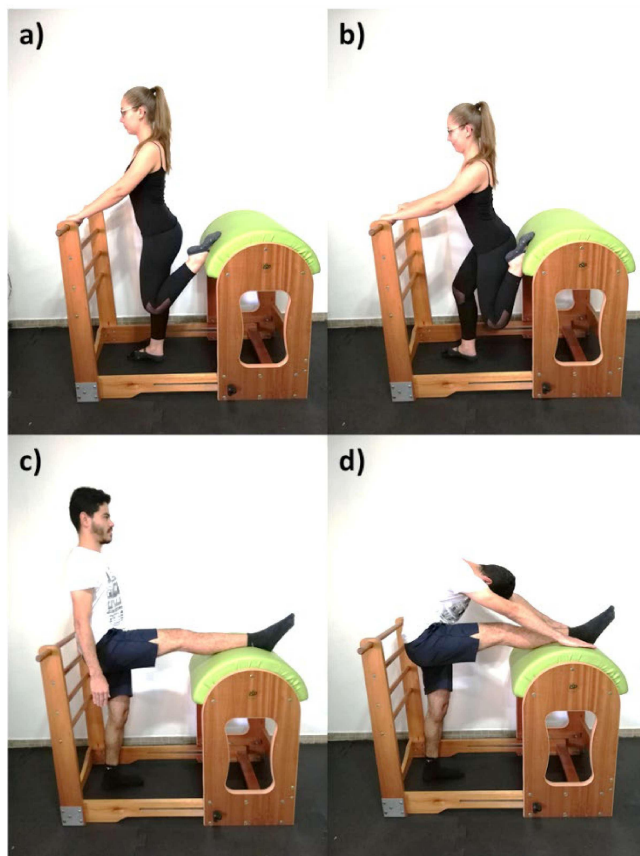
respiratórios específicos, visando o controle neuromotor do tronco (KLOUBEC, 2011). Sua prática caracteriza-se por seguir seis princípios essenciais: respiração, concentração, centro, precisão, fluidez e controle, presente em cada exercício executado, inclusive durante os exercícios de alongamentos. Os movimentos são executados de maneira mais lenta e controlada, diferindo o Pilates de exercícios tradicionais. Tipicamente, exercícios de alongamento dinâmico são executados de maneira relativamente rápida pré atividades esportivas, enquanto os alongamentos dinâmicos realizados durante as sessões de Pilates respeitam o ritmo da respiração do executante, fazendo com que sejam sistematicamente mais lentos.

O impacto desta forma de alongamento sobre a força, resistência e potência muscular ainda carece de investigação. De maneira geral, na literatura, é bem evidenciado os efeitos do Pilates na melhora da força muscular, como demonstrado em um ensaio clínico (OLIVEIRA; OLIVEIRA; PIRES-OLIVEIRA, 2017) que avaliou o impacto de 12 semanas da técnica sobre a força muscular de extensores e flexores de joelho em mulheres mais velhas. Um estudo de revisão (CRUZ-FERREIRA *et al.*, 2011) identificou, ainda, os efeitos significativos da técnica sobre a flexibilidade, equilíbrio dinâmico e resistência muscular em população saudável. Porém, nenhum estudo verificou os efeitos imediatos ou de longo prazo dos exercícios de alongamento utilizados no Pilates sobre a força, resistência ou potência muscular.

Procurando iniciar esta discussão, um trabalho recente de nosso grupo de pesquisa (MORENO *et al.*, 2019), investigou o efeito agudo do alongamento estático *versus* alongamento do Pilates sobre a pico de torque isocinético de extensores e flexores de joelho à 60°/s, em uma população jovem adulta fisicamente ativa. Para isso, ambas as formas de alongamento foram executadas, nos mesmos agrupamentos musculares

(extensores e flexores do joelho) da perna dominante dos participantes, sobre um equipamento do Pilates denominado Ladder Barrel (Figura 2). Os protocolos de alongamento estático e do método Pilates foram executados com a mesma quantidade de tempo. Os voluntários alocados no grupo controle permaneceram em repouso, sentado em uma cadeira, o tempo equivalente necessário para aplicação de um dos protocolos de intervenção com alongamento. Os resultados não demonstraram qualquer diferença entre os alongamentos estático, método Pilates ou condição de controle, demonstrando que os exercícios de alongamento do método Pilates não impactaram negativamente ou positivamente sobre o desempenho de força muscular (Tabela 3).

Figura 2. Movimentos realizados durante a execução dos alongamentos dinâmicos do método Pilates para extensores do joelho: a) posição inicial; b) posição final; e flexores do joelho: c) posição inicial; d) posição final. Obs: os exercícios de alongamento estático para estes mesmos grupamentos musculares consistiram em manter apenas a posição final (figuras b e d) por 30 segundos em cada uma das 3 séries.



Fonte: Os autores (2021)

Tabela 3. Comparação entre os grupos para o pico de torque isocinético dos músculos extensores e flexores do joelho (60°/s e 180°/s).

	Alongamento Estático N = 33	Alongamento Pilates N = 34	Grupo Controle N = 35	F	P[‡]
PT Extensores 60°/s (N.m)					
Pré-intervenção	193,6 (53,1)	198,9 (56,7)	216,8 (55,4)	3,093	0,213
Pós-intervenção	196,4 (51,7)	202,1 (55,1)	214,5 (55,8)		
Diferença (Δ%)	1,9 (9,5)	2,1 (6,7)	-0,9 (8,4)		
P [†]	0,464	0,149	0,252		
Cohens'd	0,16	0,26	0,13		
PT Flexores 60°/s (N.m)					
Pré-intervenção	101,7 (30,9)	102,7 (29,2)	111,2 (34,7)	0,060	0,971
Pós-intervenção	103,4 (31,2)	104,0 (30,5)	112,3 (35,9)		
Diferença (Δ%)	2,4 (11,0)	1,4 (10,6)	1,2 (9,0)		
P [†]	0,503	0,467	0,502		
Cohens'd	0,16	0,13	0,12		
PT Extensores 180°/s (N.m)					
Pré-intervenção	126,3 (33,2)	122,3 (32,1)	134,7 (33,5)	0,335	0,846
Pós-intervenção	128,8 (33,2)	123,2 (31,5)	138,5 (37,0)		
Diferença (Δ%)	2,5 (11,9)	1,5 (10,8)	2,9 (11,4)		
P [†]	0,649	0,197	0,252		
Cohens'd	0,19	0,06	0,24		
PT Flexores 180°/s (N.m)					
Pré-intervenção	74,3 (22,3)	73,3 (23,1)	75,8 (21,4)	1,284	0,526
Pós-intervenção	76,2 (22,2)	73,4 (21,1)	79,2 (24,8)		
Diferença (Δ%)	3,3 (10,5)	1,6 (11,0)	3,9 (10,2)		
P [†]	0,218	0,669	0,040		
Cohens'd	0,26	0,01	0,42		

Média (desvio padrão); †Comparação intragrupo – Teste de Wilcoxon; ‡Comparação entre os grupos – Teste de Kruskal–Wallis.

Fonte: Os autores (2021)

Dessa maneira, o alongamento dinâmico possibilitado pelo método Pilates pode ser melhor explorado em estudos

futuros no âmbito do desempenho humano, tanto para indivíduos praticantes de atividades esportivas recreacionais quanto entre atletas. Para isso, ensaios clínicos controlados e aleatorizados devem ser conduzidos no sentido de clarificar os efeitos dos alongamentos do Pilates sobre a performance de diferentes capacidades físicas como força, resistência e potência muscular, além de comparar o efeito agudo e crônico deste método de alongamento com outros tipos de alongamento tradicionais.

Pilates e equilíbrio postural

O equilíbrio ou controle postural é uma das partes mais importantes do controle motor humano, responsável por manter a estabilidade e propiciar condições para o movimento. Esse controle da postura pode ser definido como a habilidade de assumir e manter a posição corporal desejada durante uma atividade, seja ela estática seja dinâmica. Para a manutenção da posição em pé, por exemplo, são necessários ajustes corporais constantes e coerentes com o objetivo de manter os segmentos corporais alinhados e orientados apropriadamente (GRANACHER *et al.*, 2013). Isso ocorre por meio de informações enviadas pelos sistemas proprioceptivo, cutâneo, visual e vestibular. Esses sistemas enviam informações ao sistema nervoso central sobre a posição relativa de cada parte do corpo, proporcionam uma imagem global da situação do corpo em relação ao espaço que o envolve e, por fim, fornecem informações sobre a posição dos membros e os movimentos da cabeça. Essas informações sensoriais são a base para as contrações musculares necessárias para garantir a posição corporal desejada (TEIXEIRA, 2013).

O equilíbrio postural pode ser dividido em equilíbrio dinâmico e equilíbrio estático. O equilíbrio dinâmico refere-se à capacidade de manter o equilíbrio enquanto se move pelo

espaço ou alterna as posições, com ou sem mover os pés. Já o equilíbrio estático é definido como a capacidade de manter o equilíbrio, seja em posição vertical seja testando os limites da estabilidade, mas sem mover os pés a partir da posição original. Ambas as capacidades são essenciais e indispensáveis tanto para a realização de movimentos de alta complexidade, quanto para as ações simples do dia a dia (SEGURA *et al.*, 2017).

Estudos recentes indicam que os níveis de força muscular dos membros inferiores e do tronco possuem grande influência sobre as variáveis de equilíbrio estático e dinâmico, assim como no medo de quedas, principalmente em pessoas idosas. Os extensores do tronco são necessários para estabilizar o tronco acima de uma base de apoio relativamente pequena, o que deixa evidente a importância dessa musculatura para a estabilização e mobilidade. Já as musculaturas dos membros inferiores são responsáveis por sustentar toda a estrutura corporal por longos períodos, tanto para manter a posição bípede estática, quanto durante algum movimento, como caminhada ou corrida (GRANACHER *et al.*, 2013). Essa interdependência entre força muscular e equilíbrio postural realça a importância dos exercícios de controle postural, assim como de fortalecimento muscular por meio de exercícios físicos apropriados, para uma redução significativa nos índices de queda (OLIVEIRA; OLIVEIRA; PIRES-OLIVEIRA, 2015).

Entre as intervenções estudadas, o método Pilates é de grande relevância por ser capaz de desenvolver exercícios para o fortalecimento de membros inferiores, superiores e tronco, até exercícios para coordenação e equilíbrio, sendo também capaz de reduzir exponencialmente o risco de quedas (SEGURA *et al.*, 2017). Outro diferencial desse método é o fortalecimento do núcleo, controle muscular exigido em torno da coluna lombar para manter a estabilidade funcional. Para desenvolver a força do núcleo, são necessários esforços de

diferentes músculos sinergicamente. Muitos exercícios de Pilates visam essas qualidades, sendo o foco da técnica a realização de exercícios que envolvem controle e estabilidade do movimento, ao invés do desenvolvimento de força absoluta (KLOUBEC, 2011).

Segura *et al.* (2017), por meio de uma revisão sistemática com meta-análise, forneceram uma síntese de dados quantitativos sobre os efeitos dos exercícios de Pilates sobre o equilíbrio postural. Os autores concluíram que a prática de exercícios com o método Pilates melhora o equilíbrio dinâmico, estático e estabilidade, além do estado geral de equilíbrio de pessoas mais velhas. Os resultados também sugerem que o Pilates pode produzir maiores efeitos no equilíbrio do que outras abordagens de treinamento orientadas para o mesmo fim. Foi demonstrado ainda, que a técnica pode reduzir as quedas nesta população, embora a literatura ainda seja escassa para tirar conclusões definitivas sobre os efeitos nesse desfecho. Além disso, essa revisão também forneceu deduções importantes em relação à aplicação clínica e prescrição dos exercícios de Pilates. De acordo com o estudo, a realização dos exercícios duas a três vezes por semana em sessões de 60 minutos pode ser uma prescrição conveniente para produzir efeitos significativos no equilíbrio em adultos mais velhos.

Outra revisão sistemática buscou avaliar os efeitos do Pilates sobre o equilíbrio postural em crianças e jovens. Onze estudos atenderam os critérios de inclusão e os resultados mostraram que o Pilates se mostrou eficaz para esta população, com melhorias na orientação postural e equilíbrio, além de outros desfechos avaliados no estudo. Apesar de a pesquisa para jovens e crianças estar em estágios preliminares, essas informações são necessárias para embasar diretrizes de intervenção tanto para fins esportivos, quanto para patologias musculoesqueléticas ou neurológicas associadas a problemas de controle postural. Isso,

por sua vez, pode ajudar jovens e crianças a melhorar sua aderência ao exercício físico, contribuindo com melhor qualidade de vida (HORNSBY; JOHNSTON, 2020).

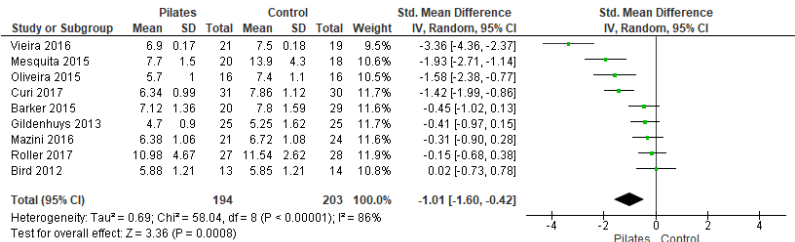
Os exercícios de Pilates também são eficientes no controle postural de jovens com dor lombar não específica. Lopes *et al.* (2017) avaliaram os efeitos de uma única sessão de Pilates na oscilação postural e no equilíbrio dinâmico de jovens com lombalgia inespecífica. Após a realização de um programa simples composto por quatro exercícios e com duração de 20 min, o grupo Pilates apresentou diferenças significativas na redução das medidas de deslocamento total e na velocidade do centro de pressão, além de significativa melhora do equilíbrio dinâmico comparado ao grupo controle. Esse estudo fornece a primeira evidência de que uma única sessão baseada em exercícios de Pilates induz uma alteração imediata nas medidas de equilíbrio postural.

Pilates é também uma estratégia interessante de reabilitação para pessoas com patologias neurológicas. Dois estudos de revisão sistemática e meta-análise se propuseram a analisar os efeitos da intervenção sobre os desfechos de equilíbrio em indivíduos com esclerose múltipla (SÁNCHEZ-LASTRA *et al.*, 2019; IGLESIAS *et al.*, 2019) e doença de Parkinson (IGLESIAS *et al.*, 2019). Em relação à esclerose múltipla, o método Pilates se mostrou eficaz na melhora da confiança de equilíbrio e na habilidade de caminhada (SÁNCHEZ-LASTRA *et al.*, 2019). Essas melhoras são de grande importância, pois o comprometimento da marcha é um dos sintomas mais comuns nessa população (SÁNCHEZ-LASTRA *et al.*, 2019). No que diz respeito à doença de Parkinson, Iglesias *et al.* (2019) encontraram significativa melhora no equilíbrio, na mobilidade funcional (avaliada através do teste “time-up-and-go”) e na confiança de equilíbrio durante atividades da vida diária em pacientes que apresentavam sintomas leve ou

moderados da doença. Entretanto, em ambas as revisões, os autores destacaram a necessidade de mais estudos que investiguem os efeitos do método em pessoas com doenças neurológicas, disponibilizando evidências científicas atualizadas e de maneira clara a esse respeito (SÁNCHEZ-LASTRA., 2019; IGLESIAS *et al.*, 2019).

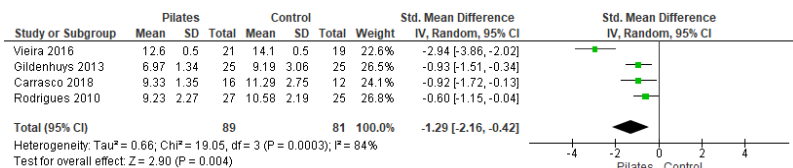
Nosso grupo de pesquisa realizou uma busca sistematizada na literatura visando identificar os efeitos do Pilates sobre o equilíbrio postural em adultos mais velhos. Quatorze ensaios clínicos randomizados foram incluídos nos cálculos de meta-análise. Os exercícios de Pilates foram capazes de promover melhora significativa sobre o equilíbrio postural dinâmico, mensurado pelos testes *Timed Up & Go* (SMD = -1.01 [IC 95%, -1.60 to -0.42] $p = 0.0008$; Figura 3), sentar e levantar 5 vezes da cadeira (5STS) (SMD = -1.29 [IC 95%, -2.16 to -0.42] $p = 0.004$; Figura 4) e para o estado geral de equilíbrio mensurado pelo teste de Berg (SMD = 0.63 [IC 95%, 0.03 to 1.24] $p = 0.04$; Figura 5). Para o teste de caminhada de 10 metros e deslocamento do centro de pressão na plataforma de força, nenhum resultado foi observado.

Figura 3. Análise dos efeitos do Pilates sobre o equilíbrio postural no teste Timed Up & Go.



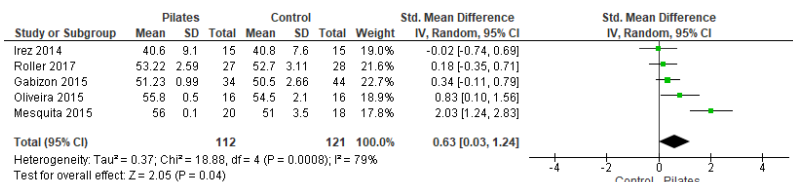
Fonte: Os autores (2021)

Figura 4. Análise dos efeitos do Pilates sobre o equilíbrio postural no teste de sentar e levantar da cadeira 5 vezes.



Fonte: Os autores (2021)

Figura 5. Análise dos efeitos do Pilates sobre o equilíbrio postural no teste de Berg.



Fonte: Os autores (2021)

Conforme evidenciado nos diferentes estudos e nas análises recentemente realizadas por nosso grupo de pesquisa, os exercícios de Pilates têm se mostrado eficazes sobre o equilíbrio postural dinâmico de diferentes populações. Contudo, algumas questões ainda não estão claras e necessitam serem investigadas: Os exercícios de Pilates são eficazes sobre o equilíbrio postural estático? Qual a dose cumulativa (duração da sessão x frequência semanal x tempo total de intervenção) de exercícios de Pilates necessária para promover a melhora do equilíbrio postural? Existe diferença na aplicação de exercícios realizados apenas no solo (mat Pilates) daqueles realizados em equipamentos nos desfechos de equilíbrio estático e dinâmico? Responder a estas questões auxiliará na melhor definição de protocolos de intervenção com o método Pilates visando a melhora do equilíbrio postural.

Considerações finais

Os exercícios de Pilates se popularizaram rapidamente em todo o mundo. Profissionais que trabalham com exercício físico utilizam-se desta técnica com diferentes populações, visando, dentre outros fatores, a melhora da ACR, da força, resistência e potência muscular e do equilíbrio postural. Contudo, é necessário avançar nas pesquisas sobre a eficácia dos exercícios de Pilates sobre estas variáveis. A literatura produzida até o momento e estudos preliminares de nosso grupo de pesquisa demonstram que o método pode ser efetivo sobre ACR em algumas populações, como aquelas acometidas por patologia ou pessoas mais velhas, notadamente com capacidade cardiorrespiratória reduzida, sendo necessária mais investigação em pessoas jovens saudáveis ou pessoas treinadas.

Em relação aos efeitos do alongamento dinâmico do Pilates sobre a força, resistência e potência muscular, mais estudos necessitam ser realizados. O único estudo sobre a temática até o momento foi realizado por nosso grupo de pesquisa, demonstrando não existir diferença entre o alongamento do método Pilates comparado ao alongamento estático ou a condição de controle sobre a força muscular. Ainda assim, este resultado reflete o efeito agudo, sendo necessários estudos que demonstrem o efeito de longo prazo.

Por fim, em relação ao equilíbrio postural, existem evidências robustas de que os exercícios de Pilates são capazes de impactar positivamente sobre este desfecho. No entanto, os resultados ainda são escassos no âmbito do equilíbrio estático, refletindo quase que exclusivamente, neste momento, efeitos favoráveis sobre o equilíbrio dinâmico. Além disso, as pesquisas devem avançar na explicação da melhor dose de resposta na aplicação dos exercícios de Pilates em diferentes populações sobre o equilíbrio postural estático e dinâmico.

Referências

ALTER, M. J. **Science of flexibility**. 3rd Ed. Human Kinetics; Champaign, 2004.

APPELQVIST-SCHMIDLECHNER, K; VAARA. J. P.; VASANKARI, T.; HÄKKINEN, A.; MÄNTYSAARI, M.; KYRÖLÄINEN, H. Muscular and cardiorespiratory fitness are associated with health-related quality of life among young adult men. **BMC Public Health**, v.20, n.842, 2020.

BEHM, D. G.; BLAZEVOICH, A. J.; KAY, A. D.; McHUGH, M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v.41, n.1, p.1-11, 2016.

BEHM, D. G.; CHAOUACHI, A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. **European Journal of Applied Physiology**, v.111, n.11, p.2633-2651, 2011.

BELLI, K. C.; CALEGARO, C. RICHTER, C. M.; KLAFKE, J. Z.; STEIN, R.; VIECILI, P.R. Aptidão cardiorrespiratória de uma amostra regional brasileira distribuída em diferentes tabelas. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**.v.99, n.3, p.811-817, 2012.

BHAMMAR, D. M.; ADAMS-HUET, B.; BABB, T.G. Quantification of cardiorespiratory fitness in children with obesity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.51, n.11, p.2243-2250, 2019.

CRUZ-FERREIRA, A.; FERNANDES, J.; LARANJO, L.; BERNARDO, L. M.; SILVA, A. A systematic review of the effects of pilates method of exercise in healthy people. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.92, n.12, p.2071-2081, 2011.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 10^a edição. Guanabara Koogan; Rio de Janeiro, 2018.

FLETCHER, I. M.; JONES, B. The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v.18, n.4, p.885-888, 2004.

GRANACHER, U.; GOLLHOFER, A.; HORTOBÁGYI, T.; KRESSIG, R. W.; MUEHLBAUER, T. The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. **Sports Medicine**. v.43, n.7, p.627-641, 2013.

GRAZZI, G.; MYERS, J.; CHIARANDA, G. Impact of cardiorespiratory fitness changes in cardiac rehabilitation. **European Journal of Preventive Cardiology**. v.27, n.8, p. 808-810, 2020.

HERDY, A.; CAIXETA, A. Classificação nacional da aptidão cardiorrespiratória pelo consumo máximo de oxigênio. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v.106, n.5, p.389-395, 2016.

HORNSBY, E.; JOHNSTON, L. M. Effect of Pilates intervention on physical function of children and youth: a systematic review. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v.101, n.2, p.317-328, 2020.

JAGGERS, J. R.; SWANK, A. M; FROST, K. L; LEE, C. D. The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.22, n.6, p.1844-1849, 2008.

KLOUBEC, J. Pilates: How does it work and who needs it? **Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, v.1, n.2, p.61-66, 2011.

LOPES, S.; CORREIA, C.; FÉLIX, G.; LOPES, M.; CRUZ, A.; RIBEIRO, F. Immediate effects of Pilates based therapeutic exercise on postural control of young individuals with non-specific low back pain: a randomized controlled trial. **Complementary Therapies in Medicine**. v.34, n.104-110, 2017.

MANZINI FILHO, M.; VIANNA, J.M.; VENTURINIZ, G.R.O.; MATOS, D.G.; FERREIRA, M.E.C. Avaliação de diferentes programas de exercícios físicos na força muscular e autonomia funcional de idosos. **Motricidade**. v.12, n.2, p.124-133, 2016.

MORENO, A. P. S.; BARBOSA, B.; REIS, A. L.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, R. G. Efeito agudo do alongamento estático versus alongamento dinâmico sobre a força muscular em adultos jovens. In: V ENCONTRO INTEGRAÇÃO DA UENP. **Anais...** Cornélio Procópio, p. 432-437, 2019.

OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, R. G.; PIRES-OLIVEIRA, D. A. A. Effects of Pilates on muscle strength, postural balance and quality of life of older adults: a randomized, controlled, clinical trial. **The Journal of Physical Therapy Science**. v.27, n.3, p.871-876, 2015.

OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, R. G.; PIRES-OLIVEIRA, D. A. A. Pilates increases the isokinetic muscular strength of the knee extensors and flexors in elderly women. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v.21, n.4, p.815-822, 2017.

RODRÍGUEZ, R.F.; BUENO, C.A.; MORALES, A.F.; COSTOSO, A.I.T.; REDONDO, I.C.; VIZCAÍNO, V.M. Pilates method improves cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Clinical Medicine**. v.8, n.11, p.1-17, 2019.

REIS, A. L.; DE SOUZA, A. Y. V.; OLIVEIRA, R. G.; OLIVEIRA, L. C. Efeitos do alongamento sobre a performance de força, resistência e potência muscular: meta-análise. In: VI ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO DA UENP. **Anais...** Jacarezinho, p.1337-1343, 2020.

SÁNCHEZ-LASTRA, M. A.; MARTÍNEZ-ALDAO, D.; MOLINA, A. J.; AYÁN, C. Pilates for people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. **Multiple Sclerosis and Related Disorders**. v.28, p.199-212, 2019.

SEGURA, N. M.; CAMACHO, C. I.; GIL, Y. B.; IGUAL, C. B.; BLASCO, J. M. The effects of the Pilates training method on balance and falls of older adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Aging and Physical Activity**. v.28, n.2, p.327-344, 2017.

SOUZA, C.; DA COSTA, L. M. R.; DA SILVEIRA, R.; LOSS, J. F. Evolução do saber científico no Brasil associado ao método Pilates. **FisioterapiaBrasil**. v.18, n.2, p.214-222, 2017.

SOUZA, R. O. B.; MARCON, L.F.; ARRUDA, A.S. F.; JUNIOR, F. L. P.; MELO, R.C. Effects of mat Pilates on physical functional performance of older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v.97, n.6, p.414-425, 2018.

SUÁREZ-IGLESIAS, D.; MILLER, K. J.; SEIJO-MARTÍNEZ, M.; AYÁN, C. Benefits of Pilates in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. **Medicina (Kaunas)**.v.55, n.8, 2019.

TEIXEIRA, C. L. Equilíbrio e controle postural. **Brazilian Journal of Biomechanics**. v.11, n.20, p.30-40, 2013.

UMAN, L. S. Systematic reviews and meta-analyses. **Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry**. v.20, n.1, p.57-59, 2011.

EXERCÍCIOS DE PILATES E INCONTINÊNCIA URINÁRIA EM MULHERES NA PÓS-MENOPAUSA

*Pilates exercises and urinary incontinence
in women in postmenopause*

Sabrina Gonzaga
Letícia Siqueira Oliveira
Laís Campos de Oliveira

Introdução

A menopausa é um período caracterizado por um declínio na produção de estrogênio, o que acarreta uma série de alterações corporais, incluindo manifestações urogenitais (BERTOTTO *et al.*, 2017; LUKACZ *et al.*, 2017). As principais alterações uroginecológicas são relacionadas às atrofia dos tecidos vaginais e periuretrais, o que predispõe à perda involuntária de urina (KOŁODYŃSKA; ZALEWSKI; ROŻEK-PIECHURA, 2019; CAGNACCI *et al.*, 2017; HOFFMAN *et al.*, 2012). A incontinência urinária (IU) em mulheres na pós-menopausa é um problema de saúde pública, ocorrendo com mais frequência do que outras doenças, como diabetes, hipertensão ou depressão (KOŁODYŃSKA; ZALEWSKI; ROŻEK-PIECHURA, 2019), afetando em torno de 58% a 84% das mulheres mais velhas (MOSTAFAEI *et al.*, 2020) e necessitando de intervenções específicas para a reversão.

As intervenções conservadoras incluem mudanças no estilo de vida, terapias comportamentais, como treinamento da bexiga, e terapias físicas, tal qual o treinamento muscular do assoalho pélvico (TMAP), que é considerado padrão ouro para o tratamento de IU (RUSSO *et al.*, 2021; BO, 2012; DUMOU-LIN; HAY-SMITH, 2008). Além disso, outras estratégias utilizando exercícios alternativos vêm sendo investigadas, como o treino de fortalecimento dos músculos abdominais profundos,

método Paula, Ioga, Tai Chi Chuan, exercícios respiratórios, exercícios de correção postural, exercícios de fortalecimento corporal global e exercícios de Pilates (BO; HERBERT, 2013).

Dentre os exercícios citados, o Pilates, em específico, possui maior foco no fortalecimento dos músculos estabilizadores do corpo, conhecidos como “*Power House*” ou “*Core*”. A ativação destes consiste numa contração dos músculos abdominais inferiores somados à co-ativação dos transversos, multífidos e do assoalho pélvico (SANTOS *et al.*, 2017). Devido ao fato do Pilates recrutar as fibras musculares do assoalho pélvico (MAP), acredita-se que essa possibilidade de exercício possa produzir significativo aumento na força e/ou contratilidade, levando à melhora da função dos MAP, podendo ser uma alternativa para o tratamento e para a prevenção de IU (SOUZA *et al.*, 2017; BO; HERBERT, 2013).

Em vista disso, levando em consideração o número crescente de mulheres na pós-menopausa e/ou mais velhas interessadas pela prática de exercícios de Pilates (COSTA *et al.*, 2016; MELO *et al.*, 2020; FARZANE; JAHROMI, 2021; CRUZ-DÍAZ *et al.*, 2018), esse capítulo aborda a seguinte questão: “Mulheres na pós-menopausa com incontinência urinária podem ser tratadas utilizando exercícios de Pilates?” Para dar profundidade a essa temática, os tópicos mulheres na pós-menopausa, incontinência urinária e exercícios de Pilates, serão abordados neste capítulo.

Mulheres na pós-menopausa

A OMS define o climatério como uma fase da vida da mulher em que há uma transição entre o período reprodutivo e o não reprodutivo, período que pode ser dividido em transição menopausal e pós-menopausa. Na transição menopausal acontece a cessação do ciclo menstrual devido à perda das funções ovarianas, já a pós-menopausa é o processo que se inicia

após os 12 meses do último período menstrual - conhecido também como amenorreia, e perdura até a velhice. É comum que até 50 anos de idade as mulheres entrem nesse período de término das funções ovarianas, quando esse evento se estabelece antes dos 40 anos, é considerada precoce, e, após, os 55 anos é considerado tardio (WHO, 1996; BRASIL, 2008).

Dentre as funções dos ovários, destaca-se a produção de estrogênio e progesterona, hormônios sexuais femininos que diminuem sua secreção nessa fase, uma vez que seu maior pico se encontra na adolescência e durante toda a vida adulta feminina. Ao longo da idade reprodutiva, a mulher possui em torno de 400.000 folículos ovarianos, número que se mantém reduzindo até chegar acerca de 25.000 na fase de transição menopausal à pós-menopausa. Por esse motivo, as concentrações hormonais decrescem, concretizando o último estágio do envelhecimento ovariano (PUTS *et al.*, 2013; WIRA *et al.*, 2015; GRACIA *et al.*, 2005). Portanto, durante essa fase, a mulher vivencia alguns sinais e sintomas que podem variar de leve a intenso e de transitórios a não transitórios, devido ao ciclo menstrual estar alterado, o que provoca uma desregulação hormonal somada à ocorrência de atrofia dos aparelhos genital e urinário e às disfunções no metabolismo lipídico e ósseo. Alguns dos diversos sintomas relatados são ondas de calor, distúrbios do sono, alterações do humor, depressão e alterações urogenitais (BRASIL, 2008; AL-SAFI; SANTORO, 2014; STUENKEL *et al.*, 2015).

As ondas de calor são conhecidas como “fogachos” e se classificam como sintomas vasomotores. Consistem na manifestação mais presente, relatada pelas mulheres, de uma forte sensação de calor sobre a pele, em especial nas estruturas mais superiores como a face, pescoço e colo. Acontece em qualquer fase do climatério, ocasionalmente ou várias vezes ao dia, e pode vir acompanhada de sudorese, calafrios entre outras. Sua

causa está atribuída à diminuição do estrogênio, causando alterações no centro termorregulador (BRASIL, 2008).

Em relação aos distúrbios do sono, a qualidade deste sofre alterações durante o envelhecimento com tendência à diminuição na quantidade de horas e na qualidade do descanso, sendo comum que ocorra uma contribuição do período da menopausa exacerbando ainda mais esse declínio, como mostra uma revisão sistemática com meta-análise que consistiu em 24 estudos com 63.542 mulheres de meia-idade, o qual afirmou que mulheres na menopausa frequentemente se queixam de distúrbios do sono (ALSAFI; SANTORO, 2014; XU; LANG, 2014). Estudos realizados na Austrália, apontam que esses mesmos distúrbios afetam diretamente a qualidade de vida das mulheres que vivem nesse período, sendo ainda maior na fase da pós-menopausa, prejudicando aspectos físicos e psicológicos (XU; LANG, 2014; SEIB; ANDERSON; LEE, 2014).

No que diz respeito às alterações do humor, são comuns oscilações repentinas, sentimento de tristeza, nervosismo, irritabilidade e ansiedade, devido principalmente ao fato de que a serotonina, um neurotransmissor cerebral, sofre ação hipoestrogênica, podendo resultar em quadros depressivos (SOARES; COHEN, 2001; BRASIL, 2008). Estes sintomas podem variar de acordo com a etnia e faixa etária. Sofrem também influência ambiental, além da interferência socioeconômica, cultural e educacional, afetando negativamente a qualidade de vida das mulheres que se encontram nesse período (CONDE et al., 2006; FUH *et al.*, 2003).

Por fim, as alterações urogenitais se dão, na maioria das vezes, por consequência da mudança do tônus geniturinário, resultando em modificações anátomo-funcionais e ocasionando disfunções em âmbito físico e comportamental (BRASIL, 2008). Alguns dos sintomas presentes em mulheres no período da pós-menopausa são a redução da libido, da

lubrificação vaginal, dos episódios de orgasmos e a presença de dor durante o intercuro sexual, podendo estar relacionados à diminuição da satisfação e da frequência da atividade sexual, imagem corporal distorcida e autoestima reduzida, implicando diretamente na função sexual e na qualidade de vida (SIERRA *et al.*, 2005; NAPPI, 2007; GENAZZANI *et al.*, 2007; MCCALL-HOSENFIELD *et al.*, 2008).

O período da pós-menopausa também pode favorecer o surgimento ou agravamento dos prolapsos de órgãos pélvicos (descida dos órgãos que constituem a pelve), o qual possui motivos multifatoriais, sendo um deles a insuficiência do hormônio estrogênio, levando à redução da elasticidade e hipotrofia dos músculos do assoalho pélvico (BRASIL, 2008; ALTMAN *et al.*, 2008). Além disso, uma das consequências das alterações urogenitais é a perda da continência urinária, sendo um dos principais e mais recorrentes sintomas na pós-menopausa, que consiste na perda involuntária de urina, afetando 40% das mulheres neste período e em torno de 58% a 84% das mulheres mais velhas, impactando diretamente na qualidade de vida e representando um sério problema de saúde pública (BRASIL, 2008; FOZZATTI *et al.*, 2012; CERVIGNI; GAMBACCIANI, 2015).

Incontinência urinária

Segundo a Sociedade Internacional de Continência (*International Continence Society - ICS*), a incontinência urinária (IU) é definida como “perda involuntária de urina” (JUNQUEIRA; SANTOS, 2018). Esta é uma condição que se torna mais comum com o aumento da idade. Apesar de ter alta prevalência, até metade das mulheres pode não relatar suas queixas para seus profissionais de saúde devido a crenças, constrangimento, estigma social ou medo, sendo, então, subnotificadas e não tratadas (NORTON *et al.*, 2017).

A IU é classificada em três principais tipos: (1) a incontinência urinária de esforço (IUE), quando ocorre perda de urina durante algum esforço que aumente a pressão intra-abdominal, como, por exemplo, tosse, espirro ou exercícios físicos, devido ao mau funcionamento do mecanismo de fechamento uretral e também devido a uma alteração anatômica do suporte uretral; (2) incontinência urinária de urgência (IUU), caracterizada pela perda de urina acompanhada por forte sensação de urgência para urinar sendo demasiadamente difícil o adiamento, o qual em mulheres sem nenhuma disfunção neurológica é uma condição idiopática, porém, é comum em mulheres que possuem doenças sistêmicas neurológicas como lesão da medula espinhal, lesão do nervo pélvico, esclerose múltipla, doença de Parkinson, entre outras, e é conhecida também como síndrome da bexiga hiperativa, quando ocorre um aumento significativo na frequência de urinar e contrações involuntárias do músculo detrusor da bexiga durante a fase de enchimento do ciclo de micção; (3) incontinência urinária mista (IUM), quando há queixa de perda associada à urgência e a esforços (ABRAMS; ANDERSON, 2007; MELO *et al.*, 2012). A IUE é a forma mais prevalente (50%), sendo a IUU e IUM representando 11% e 36% (3% não são classificados) respectivamente (CERVIGNI; GAMBACCIANI, 2015).

Vários fatores podem contribuir para o aumento da prevalência da IU, como, por exemplo, o envelhecimento que pode levar à hipotrofia dos músculos do assoalho pélvico ou à substituição dos tipos de fibras, fazendo com que diminua a resistência desses músculos. Além disso, as fibras musculares podem ser substituídas por adipócitos ou células de tecido conjuntivo, fazendo com que diminua a capacidade dos músculos do assoalho pélvico em contribuir de maneira efetiva para o processo de continência urinária (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). Mulheres na pós-menopausa, além de sofrerem por

conta da diminuição do hormônio estrogênio, também sofrem os déficits relacionados ao processo de envelhecimento, o que aumenta ainda mais o risco de IU, necessitando de tratamento.

Dentre os tratamentos, destacam-se: 1) procedimentos cirúrgicos; 2) intervenções medicamentosas; 3) dispositivos mecânicos; 4) intervenções psicológicas; 5) terapia educacional e comportamental; 6) treinamento muscular do assoalho pélvico, tratamento conservador considerado padrão ouro para a melhora da IU, que possui a finalidade de melhorar a função dos músculos do assoalho pélvico em termos de força, resistência e coordenação; 7) terapias complementares que vêm sendo estudadas, como acupuntura/eletroacupuntura, treino de fortalecimento dos músculos abdominais profundos, método Paula, Ioga, Tai Chi Chuan, exercícios respiratórios, exercícios de correção postural, exercícios de fortalecimento corporal global e exercícios de Pilates (MCCLURG *et al.*, 2016; RUSSO *et al.*, 2021; BO; HERBERT, 2013).

Exercícios de Pilates

Pilates é uma possibilidade de exercício físico que foi desenvolvido no início do século XX por Joseph Hubertus Pilates com o objetivo de fortalecimento e alongamento de todos os músculos do corpo, podendo ser realizado no solo ou em equipamentos específicos para a prática. Neste último caso, a sobrecarga ocorre principalmente por meio do uso de molas, que são responsáveis por oferecer uma resistência que se altera proporcionalmente à extensibilidade (torque de resistência). Para o aumento da sobrecarga, o posicionamento das molas é alterado nos equipamentos ou a mesma pode ser trocada por outra de maior resistência. De outra forma, nos exercícios realizados no solo a modificação da sobrecarga ocorre por adaptações no próprio movimento (realizando o exercício com grau de dificuldade maior), o que não permite

que a sobrecarga seja alterada de maneira sensível, como ocorre nos equipamentos (OLIVEIRA; OLIVEIRA; PIRES-OLIVEIRA, 2019; WELLS; KOLT; BIALOCERKOWSKI, 2012).

Os exercícios de Pilates envolvem contrações concêntricas, excêntricas e isométricas de todos os principais segmentos corporais, com grande enfoque na musculatura relacionada à estabilização lombo-pélvica (MARÉS et al., 2012), onde, para determinar um protocolo de intervenção, é necessário levar em consideração os objetivos de cada indivíduo. Durante a execução dos exercícios, os praticantes são orientados a respeitar seis princípios: centro, controle, concentração, fluidez, precisão e respiração, os quais são previamente ensinados e reforçados sobre sua importância durante todos os movimentos, em todas as aulas (DI LORENZO, 2011).

Wells, Kolt e Bialocerkowski (2012), em um estudo de revisão sistemática, explicam que o princípio da centralização diz respeito à contração dos músculos estabilizadores da coluna (durante todos os exercícios), localizados entre o assoalho pélvico e a caixa torácica. O controle diz respeito à forma de execução dos exercícios, que devem ser realizados por meio de uma boa postura e do controle das fases concêntricas, excêntricas e isométricas, em velocidade moderada durante a execução. A concentração refere-se à atenção cognitiva necessária para a execução correta dos exercícios e o foco direcionado sempre para o segmento muscular exigido durante o exercício, concentrando no segmento corporal que está sendo ativado. O princípio da fluidez diz respeito à transição suave dos movimentos dentro da sequência dos exercícios, sem trancos ou solavancos. A precisão refere-se ao fato de que os exercícios devem ser realizados sem compensações corporais, sempre em amplitude máxima para que o praticante possa obter melhores resultados, mas sem que provoque lesões. O princípio da respiração refere-se à coordenação

das fases de inspiração e de expiração profunda, que ocorrem da seguinte forma: no momento de preparação do exercício, o praticante é orientado a inspirar profundamente pelo nariz, durante a execução dos movimentos, o mesmo é orientado a expirar lentamente pela boca.

Os exercícios de Pilates também têm sido amplamente utilizados por profissionais da área da saúde com o objetivo de prevenção e de reabilitação de diversas condições, sempre observando os indivíduos integralmente e possibilitando melhora de capacidades físicas como flexibilidade (BERTOLLA et al., 2007; OLIVEIRA; OLIVEIRA; PIRES-OLIVEIRA, 2016), equilíbrio (BARKER; BIRD; TALEVSKI, 2015) e força muscular (OLIVEIRA et al., 2017; AIBAR-ALMAZÁN et al., 2020), além de melhora na função pulmonar (ALVARENGA et al., 2018), postural (JUNGES et al., 2012), prevenção de quedas (STIVALA; HARTLEY, 2014; JOSEPHS et al., 2016), diminuição de dores (KOMATSU et al., 2016; MIYAMOTO et al., 2018; FREITAS et al., 2020, CRUZ-DÍAZ et al., 2016) e aumento da qualidade de vida e da funcionalidade de pessoas mais velhas (SOUZA et al., 2017; DENHAM-JONES et al., 2021; LINS FILHO et al., 2019; DUARTE; SOUSA; NUNES, 2017; VIEIRA et al., 2017).

Sendo assim, ao respeitar os princípios do Pilates, ocorre a ativação dos músculos estabilizadores da coluna, conhecidos como “Power House” ou “Core”, recrutando dessa forma, fibras musculares do assoalho pélvico (MAP), as quais podem contribuir com o aumento da força e/ou contratilidade dessa musculatura, promovendo assim, uma melhora da funcionalidade dos MAP, podendo ser uma alternativa para prevenção ou tratamento da IU (SOUZA et al., 2017; SANTOS et al., 2017).

Discussão e lacuna científica

Na literatura existem poucos estudos que buscaram verificar os efeitos dos exercícios de Pilates para melhora da IU em mulheres na pós-menopausa. Chmielewska *et al.* (2019) realizaram intervenções por oito semanas, buscando comparar os efeitos do TMAP utilizando biofeedback eletromiográfico em um grupo, e exercícios de Pilates em outro, sobre a atividade bioelétrica dos MAP em mulheres com IU, mudanças nos diários miccionais e nos escores de questionário de qualidade de vida. Os resultados demonstraram que não houve diferenças entre os grupos para a frequência de micção, número de episódios de incontinência e pontuações do questionário de IU (ICIQ-SF). No entanto, diferenças intergrupos foram observadas em relação aos escores do questionário de qualidade de vida (KHQ) a favor do grupo Pilates.

Hein *et al.* (2020) realizaram um estudo piloto, o qual buscou verificar, durante um período de 12 semanas, os efeitos dos exercícios de Pilates para a melhora da IU em mulheres de 45 a 70 anos. Houve melhora significativa para algumas variáveis do questionário de IU (ICIQ-SF) após a intervenção. Esse estudo apresenta baixa qualidade metodológica de acordo com a escala PEDro (MAHER *et al.*, 2008) por se tratar de um estudo piloto, necessitando de um ensaio clínico aleatorizado que traga resultados mais consistentes, com maior número amostral, randomização em mais de um grupo, cegamento, dentre outros elementos necessários para maior confiança científica.

Schrader *et al.* (2017) realizou um ensaio clínico aleatorizado com o objetivo de verificar a melhora da IU. Nesse estudo, 14 mulheres na menopausa foram randomizadas em dois grupos: Pilates e biofeedback manométrico. Ambos realizaram 32 sessões de intervenções. Os resultados demonstraram que os grupos apresentaram resultados significativos

intragrupos para variáveis do questionário de IU (ICIQ-SF), mas não houve diferença significativa intergrupos. Esse estudo apresenta alguns vieses como uso amostral pequeno, com um número elevado de desistências e sem a realização da análise de intenção de tratar, além da distribuição dos sujeitos não ter ocorrido de forma aleatória.

Culligan *et al.* (2010) conduziram um ensaio clínico aleatorizado durante 12 semanas, visando comparar o TMAP com um programa de Pilates na melhora da força dos MAP de mulheres com 18 anos ou mais. Ambos os grupos obtiveram melhora significativa nos questionários que verificaram a angústia do assoalho pélvico (PFDI) e o impacto do assoalho pélvico (PFIQ), mas não houve resultado significativo intergrupos. Um importante achado diz respeito à adesão e aderência das voluntárias do Pilates, onde o grupo TMAP apresentou um número maior de abandono podendo ser devido à necessidade da utilização de “técnicas invasivas”. Esse estudo apresenta alta qualidade metodológica.

Torelli *et al.* (2016) conduziram um ensaio clínico em que 57 mulheres nulíparas foram randomizadas em dois grupos e realizaram 24 sessões individuais quinzenais de exercícios de Pilates, com ou sem a contração voluntária dos MAP, visando avaliar a eficácia da adição dessa contração, por meio do perineômetro *Peritron*. Os autores observaram que o grupo que realizou Pilates associado à contração dos MAP obteve melhora significativa da força muscular, da pressão vaginal e da espessura do músculo pubovisceral ao ser comparado com o grupo Pilates que não realizou a contração dos MAP. Esse estudo não executou análise de intenção de tratamento.

Uma revisão sistemática com metanálise conduzida por Lemos *et al.* (2018), teve como objetivo avaliar a resposta dos exercícios de Pilates na função dos músculos do assoalho pélvico de mulheres saudáveis, em comparação ao grupo

controle. Esse estudo demonstrou que Pilates não modifica a função muscular medida por perineometria. Entretanto o número de estudos e o número de voluntárias que participaram das intervenções dos ensaios clínicos foi muito baixo. Os autores destacam a necessidade da realização de mais ensaios clínicos aleatorizados robustos, com tamanho de amostra satisfatória e com baixo risco de viés para que, então, sejam fornecidas fortes evidências que contribuam, de fato, com a literatura.

Por fim, Bø e Herbert (2013) conduziram uma revisão sistemática buscando identificar se exercícios alternativos (treinamento abdominal, método Paula e os exercícios de Pilates) poderiam ser utilizados para tratar IU em mulheres. Ao todo foram incluídos sete estudos, dos quais dois eram ensaios clínicos randomizados com enfoque no Pilates. Um deles foi um estudo piloto com 10 participantes (SAVAGE, 2005) cujos dados fornecidos foram insuficientes para permitir comparações estatísticas entre os grupos. O outro (CULLIGAN *et al.*, 2010), já citado, não apresentou diferença significativa entre os grupos. Entretanto, os autores ressaltam a importância da realização de mais ensaios clínicos aleatorizados para análise de intervenções alternativas (incluindo exercícios de Pilates), para que dessa forma, profissionais da área pensem de utilizar exercícios alternativos quando o desfecho for melhora da IU, ou, dependendo dos achados futuros, para que os mesmos possam ser utilizados de forma segura pelos profissionais da saúde.

Levando em consideração a lacuna ainda existente na literatura, os poucos estudos voltados especificamente para mulheres na pós-menopausa, a contradição dos estudos existentes e as sugestões dos pesquisadores, é notável a necessidade de mais ensaios clínicos aleatorizados robustos com distribuição e avaliação realizada de maneira cega; número de amostra considerável; intervenção de no mínimo 12 semanas de duração; avaliação prévia da capacidade de contração dos

músculos do assoalho pélvico; familiarização das voluntárias com os exercícios de Pilates com execução exata de cada princípio; familiarização com a correta contração dos MAP; e incentivo da contração voluntária desses músculos durante a execução dos exercícios de Pilates, para, dessa forma, poderemos responder, se, de fato, mulheres na pós-menopausa com incontinência urinária podem ser tratadas utilizando exercícios de Pilates.

Referências

ABRAMS, P.; ANDERSSON, K. E. Muscarinic receptor antagonists for over active bladder. **BJU International**. v. 100, n. 5, p. 987-1006, 2007.

AIBAR-ALMAZÁN, A.; MARTÍNEZ-AMAT, A.; CRUZ-DÍAS, D.; TORRE-CRUZ, M. J.; JIMÉNEZ-GARCÍA, J. D.; ZAGALAZ-ANULA, N.; REDECILLAS-PEIRÓ, M.; GUEVARA, N. M. L.; HITA-CONTRERAS, F. The influence of Pilates Exercises on Body Composition, Muscle Strength, and Gait Speed in Community-Dwelling Older Women. A Randomized Controlled Trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2020.

AL-SAFI, Z. A.; SANTORO, N. Menopausal hormone therapy and menopausal symptoms. **Fertility and Sterility**. v. 101, n. 4, p. 905-915, 2014.

ALTMAN, D.; FALCONER, C.; CNATTINGIUS, S.; GRANATH, F. Pelvic organ prolapse surgery following hysterectomy on benign indications. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**. v. 198, n. 5, p. 572. e1-572. e6, 2008.

ALVARENGA, G. M.; CHARKOVSKI, S. A.; SANTOS, L. K.; SILVA, M. A. B.; TOMAZ, G. O.; GAMBA, H. R. The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. **Clinics**.v.73, 2018.

BARKER, A. L.; BIRD, M. -L.; TALEVSKI, J. Effect of Pilates Exercise for Improving Balance in Older Adults: A Systematic Review With Meta-Analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v.96, n.4, p.715-723, 2015.

BERTOLLA, F.; BARONI, B. M.; JUNIOR, E. C. P. L.; OLTRAMARI, J. D. Efeito de um programa de treinamento utilizando o método Pilates na flexibilidade de atletas juvenis de futsal. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. v.13, n.4, 2007.

BERTOTTO, A.; SCHVARTZMAN, R.; UCHÔA, S.; WENDER, M. C. O. Effect of electro myographic biofeedback as an add-on to pelvic floor muscle exercises on neuromuscular outcomes and quality of life in postmenopausal women with stress urinary incontinence: a randomized controlled trial. **Neurourology and Urodynamics**. v. 36, n. 8, p. 2142-2147, 2017.

BO, K. Pelvic floor muscle training in the treatment female urinary stress incontinence, pelvic organ prolapse and sexual dysfunction. **World Journal of Urology**. v.30, n.4, p.437-443, 2012.

BO, K.; HERBERT, R. D. There is not yet strong evidence that exercise regimens other than pelvic floor muscle training can reduce stress urinary incontinence in women: a systematic review. **Journal of Physiotherapy**. v. 59, n. 3, p. 159-168, 2013.

BRASIL, M. S. **Manual de Atenção à Mulher no Climatério/Menopausa**. Brasília: Ministério da saúde. 2008.

CAGNACCI, A.; PALMA, F.; CARBONE, M. M.; GRANDI, G.; XHOLI, A. Association between urinary incontinence and climacteric symptoms in postmenopausal women. **Menopause**. v. 24, n. 1, p. 77-84, 2017.

CERVIGNI, M.; GAMBACCIANI, M. Female urinary stress incontinence. **Climacteric**. v. 18, n. sup1, p. 30-36, 2015.

CHMIELEWSKA, D.; STANIA, M.; KUCAB-KLICH, K.; BLASZCZAK, E.; KWASNA, K.; SMYKLA, A.; JUDZIAK, D.; DOLIBOG, P. Electromyographic characteristics of pelvic floor muscles in women with stress urinary incontinence following EMG-assisted biofeedback training and Pilates exercises. **Plos One**. v. 14, n. 12, p. e0225647, 2019.

CONDE, D. M.; PINTO-NETO, A. M.; SANTOS-SÁ, D.; COSTA-PAIVA, L.; MARTINEZ, E. Z. Factors associated with quality of life in a cohort of postmenopausal women. **Gynecological Endocrinology**. v. 22, n. 8, p. 441-446, 2006.

COSTA, L. M. R.; SCHULZ, A.; HAAS, A. N.; LOSS, J. The Effects of Pilates on the Elderly: An Integrative Review. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. v.19, n.4, 2016.

CRUZ-DIAZ, D.; MARTÍNEZ-AMAT, A.; OSUNA-PÉREZ, M. C.; DE LA TORRE-CRUZ, M.J.; HITA-CONTRERAS, F. Short- and long-term effects of a six-week clinical Pilates program in addition to physical therapy on postmenopausal women with chronic low back pain: a randomized controlled trial. **Disability and Rehabilitation**. v.38, n.3, p.1300-1308, 2016.

CRUZ-DIAZ, D.; ROMEU, M.; VELASCO-GONZÁLEZ, V.; MARTÍNEZ-AMAT, A.; HITA-CONTRERAS, F. The Effectiveness of 12 Weeks os Pilates Intervention on disability, pain and kinesiophobia in Patients with Chronic low back pain: A Randomized Controlled Trial. **Clinical Rehabilitation**. v.32, n.9, p.1249-1257, 2018.

CULLIGAN, P. J.; SCHERER, J.; DYER, K.; PRIESTLEY, J. L.; GUINGON-WHITE, G.; DELVECCHIO, D.; VANGELI, M. A randomized clinical trial comparing pelvic floor muscle training to a Pilates exercise program for improving pelvic muscle strength. **International Urogynecology Journal**. v. 21, n. 4, p. 401-408, 2010.

DENHAM-JONES, L.; GASKELL, L.; SPENSE, N.; PIGOTT, T. A systematic review of the effectiveness of Pilates on pain, disability, physical function, and quality of life in older adults with chronic musculoskeletal conditions. **Musculoskeletal Care**. 2021.

DI LORENZO, C.E. Pilates: whatis it? Should it beused in rehabilitation? **Sports Health**. v.3, p.352- 361, 2011.

DUARTE, D. S.; SOUSA, C. A.; NUNES, C. R. O. Effect of Pilates method and conversation circles on the health of older adults. **Fisioterapia em Movimento**. v.30, n.1, p.39-48, 2017.

DUMOULIN, C.; HAY-SMITH, J. Pelvic floor muscle training versus no treatment for urinary incontinence in women. A Cochrane systematic review. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**. v. 44, n. 1, p. 47-63, 2008.

FARZANE, A.; JAHROMI, M.K. The Effect of Pilates training on hormonal and psychophysical function in older women. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. 2021.

FIGUEIREDO, E. M.; LARA, J. O.; CRUZ, M. C.; QUINTÃO, D. M. G.; MONTEIRO, M. V. C. Perfil sociodemográfico e clínico de usuárias de serviço de fisioterapia uroginecológica da rede pública. **Brazilian Journal of Physical Therapy**. v. 12, n. 2, p. 136-142, 2008.

FOZZATTI, C.; RICCETTO, C.; HERRMANN, V.; BRANCALION, M. F.; RAIMONDI, M.; NASCIF, C. H.; MARQUES, L. R.; PALMA, P. P. Prevalence study of stress urinary incontinence in women who perform high-impact exercises. **International Urogynecology Journal**. v. 23, n. 12, p. 1687-1691, 2012.

FREITAS, C. D.; COSTA, D. A.; CARVAS JUNIOR, N.; CIVILE, V. T. Effects of the pilates method on kinesiophobia associated with chronic non-specific low backpain: Systematic review and meta-analysis. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. v.24, n.3, p.300-306, 2020.

FUH, J. L.; WANG, S. J.; LEE, S. J.; LU, S. R.; JUANG, K. D. Quality of life and menopausal transition for middle-aged women on Kinmen island. **Quality of life Research**. v. 12, n. 1, p. 53-61, 2003.

GENAZZANI, A. R.; GAMBACCIANI, M.; SIMONCINI, T. Menopause and aging, quality of life and sexuality: International Menopause Society Expert Workshop. **Climacteric**. v. 10, n. 2, p. 88-96, 2007.

GRACIA, C. R.; SAMMEL, M. D.; FREEMAN, E. W.; LIN, H.; LANGAN, E.; KAPOOR, S.; NELSON, D. B. Defining menopause status: creation of a new definition to identify the early changes of the menopausal transition. **Menopause**. v. 12, n. 2, p. 128-135, 2005.

HEIN, J. T.; RIECK, T. M.; DUNFEE, H. A.; JOHNSON, D. P.; FERGUSON, J. A.; RHODES, D. J. Effect of a 12-Week Pilates Pelvic Floor-Strengthening Program on Short-Term Measures of Stress Urinary Incontinence in Women: A Pilot Study. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**. v. 26, n. 2, p. 158-161, 2020.

HOFFMAN, L. B.; SCHORGE, J. O.; SCHAFFER, J. I.; HALVORSON, L. M.; BRADSHAW, K. D.; CUNNINGHAM, F. G. Urinary incontinence. Williams Gynecology. **The McGraw-Hill Companies Inc**, 2012.

JOSEPHS, S.; PRATT, M. L.; MEADOWS, E. C.; THURMOND, S.; WAGNER, A. The effectiveness of Pilates on balance and falls in community dwelling older adults. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. v.20, n.4, p.815-823, 2016.

JUNGES, S.; GOTTLIEB, M. G.; BAPTISTA, R. R.; QUADROS, C. B.; RESENDE, T. L.; GOMES, I. Eficácia do Método Pilates para a Postura e Flexibilidade em Mulheres com Cifose. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.20, n.1, p.21-33, 2012.

JUNQUEIRA, J. B.; SANTOS, V. L. C. G. Incontinência urinária em pacientes hospitalários: prevalência y factores asociados 1. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**. v. 25, 2018.

KOŁODYŃSKA, G.; ZALEWSKI, M.; ROŻEK-PIECHURA, K. Urinary incontinence in postmenopausal women—causes, symptoms, treatment. **Przegląd Menopauzalny Menopause Review**. v. 18, n. 1, p. 46, 2019.

KOMATSU, M.; AVILA, M. A.; COLOMBO, M. M.; GRAMANISAY, K.; DRIUSSO, P. Pilates training improves pain and quality of life of women with fibromyalgia syndrome. **Revista Dor**. v.17, n.4, 2016.

LEMO, A. Q.; BRASIL, C. A.; VALVERDE, D.; FERREIRA, J. S.; LORDÊLO, P.; SÁ, K. N. The Pilates method in the function of pelvic floor muscles: Systematic review and meta-analysis. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**. v. 23, n. 1, p. 270-277, 2018.

LINS FILHO, O. L. L.; QUEIROZ, G. K. F.; SANTOS, J. F. J.; SANTOS, M. A. M.; OLIVEIRA, L. M. F. T.; FARAH, B. Q. Efeitos do Pilates na qualidade do sono em adultos e idosos: Uma Revisão Sistemática. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v.24, 2019.

LUKACZ, E. S.; SANTIAGO-LASTRA, Y., ALBO, M. E.; BRUBAKER, L. Urinary incontinence in women: a review. **Jama**. v. 318, n. 16, p. 1592-1604, 2017.

MAHER, C. G.; MOSELEY, A. M.; SHERRINGTON, C.; ELKINS, M. R.; HERBERT, R. D. A description of the trials, reviews, and practice guidelines indexed in the PEDro data base. **Physical Therapy**. v. 88, n. 9, p. 1068-1077, 2008.

MARÉS, G.; OLIVEIRA, K. B. D.; PIAZZA, M. C.; PREIS, C.; BERTASSONI NETO, L. A importância da estabilização central no método Pilates: uma revisão sistemática. **Fisioterapia em Movimento**. v.25, p.445-51, 2012.

MELO, K.C.B.; ARAÚJO, F.S.; JÚNIOR, C.C.M.C.; ANDRADE, K.T.P.; MOREIRA, S.R. Pilates method training: Functional and blood glucose responses of older women with type 2 diabetes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.34, n.4, p.1001-1007, 2020.

MELO, B. E. S.; FREITAS, B. C. R.; OLIVEIRA, V. R. C.; MENEZES, R. L. Correlação entre sinais e sintomas de incontinência urinária e autoestima em idosas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. v. 15, n. 1, p. 41-50, 2012.

MCCALL-HOSENFIELD, J. S.; JARAMILLO, S. A.; LEGAULT, C.; FREUND, K. M.; COCHRANE, B. B.; MANSON, J. E.; WENGER, N. K.; EATON, C. B.; RODRIGUEZ, B. L.; MCNEELEY, S. G.; BONDS, D. Correlates of sexual satisfaction among sexually active postmenopausal women in the Women's Health Initiative-Observational Study. **Journal of General Internal Medicine**. v. 23, n. 12, p. 2000-2009, 2008.

MCCLURG, D.; POLLOCK, A.; CAMPBELL, P.; HAZELTON, C.; ELDERS, A.; HAGEN, S.; HILL, D. C. Conservative interventions for urinary incontinence in women: an overview of

Cochrane systematic reviews. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**. v. 2016, n. 9, 2016.

MIYAMOTO, G. C.; FRANCO, K. F. M.; VAN DONGEN, J. M.; FRANCO, Y. R. S.; OLIVEIRA, N. T. B.; AMARAL, D. D. V.; BRANCO, A. N. C.; SILVA, M. L.; VAN TULDER, M. W.; CABRAL, C. M. N. Different doses of Pilates-based exercise therapy for chronic low back pain: a Randomised controlled trial with economic evaluation. **British Journal of Sports Medicine**. v.52, n.13, p.859-868, 2018.

MOSTAFAEI, H.; SADEGHI-BAZARGANI, H.; HAJEBRAHIMI, S.; SALEHI-POURMERH, H.; GHOJAZADEH, M.; ONUR, R.; MOUSA, R. T. A.; OELKE, M. Prevalence of female urinary incontinence in the developing world: A systematic review and meta-analysis-A report from the developing world committee of the international continence society and Iranian research center for evidence-based medicine. **Neurourology and Urodynamics**. v. 39, n. 4, p. 1063- 1086, 2020.

NAPPI, R. E. New attitudes to sexuality in the menopause: clinical evaluation and diagnosis. **Climacteric**. v. 10, n. sup2, p. 105-108, 2007.

NORTON, J. M.; DODSON, J. L.; NEWMAN, D. K.; ROGERS, R. G.; FAIRMAN, A. D.; COONS, H. L.; STAR, R. A.; BAVENDAM, T. G. Non biologic factors that impact management in women with urinary incontinence: review of the literature and findings from a national institute of diabetes and digestive and kidney diseases workshop. **International Urogynecology Journal**. v. 28, n. 9, p. 1295-1307, 2017.

OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, R. G.; PIRES-OLIVEIRA, D. A. A. Comparison between static stretching and the Pilates method on the flexibility of older women. **Journal of Body work and Movement Therapies**. v.20, n.4, p.800-806, 2016.

OLIVEIRA, L. C.; PIRES-OLIVEIRA, D. A. A.; ABUCARUB, A. C.; OLIVEIRA, L. S.; OLIVEIRA, R. G. Pilates increases kinetic muscular strength of the elbow flexor and extensor muscles of older women: A randomized controlled clinical trial. **Journal of Body work and Movement Therapies**. v. 21, n.1, p. 2-10, 2017.

OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, R. G.; PIRES-OLIVEIRA, D. A. A. Effects of whole-body vibration versus Pilates exercise on bone mineral density in postmenopausal women: A Randomized and controlled clinical trial. **Journal of Geriatric Physical Therapy**. v.42, n.2, p.23-31, 2019.

PUTS, D. A.; BAILEY, D. H.; CÁRDENAS, R. A.; BURRISS, R. P.; WELLING, L. L. M.; WHEATHEY, J. R.; DAWOOD, K. Women's attractiveness changes with estradiol and progesterone across the ovulatory cycle. **Hormones and Behavior**. v. 63, n. 1, p. 13-19, 2013.

RUSSO, E.; CARETTO, M.; GIANNINI, A.; BITZER, J.; CANO, A.; CEAUSU, I.; CHEDRAUI, P.; DURMUSOGLU, F.; ERKKOLA, R.; GOULIS, D. G.; KIESEL, L.; LAMBRINOUDAKI, I.; HIRSCHBERG, A. L.; LOPES, P.; PINES, A.; REES, M.; TROTSENBURG, M. V.; SIMONCINI, T. Management of urinary incontinence in postmenopausal women: An EMAS clinical guide. **Maturitas**. v. 143, p. 223-230, 2021.

SANTOS, A. C.; DIAS, A.; BARBOSA, A.; SILVA, C.; ROCHA, V. Performance of the pilates method in the strengthening of the pelvic floor muscles in the urinary incontinence of effort.

Reon Facema, v. 3, n. 3, p. 617-623, 2017.

SAVAGE, A. M. Is lumbo pelvic stability training (using the Pilates model) an effective treatment strategy for women with stress urinary incontinence? A review of the literature and report of a pilot study. **Journal-association of Chartered Physiotherapists in Womens Health**. v. 97, p. 33, 2005.

SCHRADER, E. P.; FRARE, J. C.; COMPARIN, K. A.; DIAMANTE, C.; ARAÚJO, B. G.; DANIELLI, C.; MURBACH, L. D. Eficácia do método Pilates e do biofeedback manométrico em mulheres na menopausa com incontinência urinária. **Sêmima: Ciências Biológicas e da Saúde**. v. 38, n. 1, p. 61-78, 2017.

SEIB, C.; ANDERSON, D.; LEE, K. Prevalence and correlates of sleep disturbance in postmenopausal women: the Australian Healthy Aging of Women (HOW) Study. **Journal of Women's Health**. v. 23, n. 2, p. 151-158, 2014.

SIERRA, B.; HIDALGO, L. A.; CHEDRAUI, P. A. Measuring climacteric symptoms in an Ecuadorian population with the Greene Climacteric Scale. **Maturitas**. v. 51, n. 3, p. 236-245, 2005.

SOARES, C. N.; COHEN, L. S. The perimenopause, depressive disorders, and hormonal variability. **Sao Paulo Medical Journal**. v. 119, n. 2, p. 78-83, 2001.

SOUZA, L. M.; PEGORARE, A. B. G. S.; CHRISTOFOLETTI, G.; BARBOSA, S. R. M. Influência de um protocolo de exercícios do método Pilates na contratilidade da musculatura do assoalho pélvico de idosas não institucionalizadas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. v. 20, n. 4, p. 484-492, 2017.

STIVALA, A.; HARTLEY, G. The effects of a Pilates-based exercise rehabilitation program on functional outcome and fall risk reduction in an aging adult status-post traumatic hip fracture due to a fall. **Journal of Geriatric Physical Therapy**. v.37, n.3, p.136-145, 2014.

STUENKEL, C. A.; DAVIS, S. R.; GOMPEL, A.; LUMSDEN, M. A.; MURAD, M. H.; PINKERTON, J. V.; SANTEN, R.J. Treatment of symptoms of the menopause: an endocrine society clinical practice guideline. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**. v. 100, n. 11, p. 3975-4011, 2015.

TORELLI, L.; de JARMY DI BELLA Z. I.; RODRIGUES C. A.; STÜPP, L.; GIRÃO, M. J. SARTORI, M. G. Effectiveness of adding voluntary pelvic floor muscle contraction to a Pilates exercise program: an assessor-masked randomized controlled trial. **International Urogynecology**. v. 27, n. 11, p. 1743-1752, 2016.

VIEIRA, N. D.; TESTA, D.; RUAS, P. C.; SALVINI, T. F.; CATAI, A. M.; MELO, R. C. The effects of 12 weeks Pilates-inspired exercise training on functional performance in older women: A randomized clinical trial. **Journal of Body work and Movement Therapies**. v.21, n.2, p.251-258, 2017.

WELLS, C.; KOLT, G. S.; BIALOCERKOWSKI, A. Defining Pilates exercise: A systematic review. **Complementary Therapy Medicine**. v.20, p.253-262, 2012.

WIRA, C. R.; RODRIGUEZ-GARCIA, M.; PATEL, M. V. The role of sex hormones in immune protection of the female reproductive tract. **Nature Reviews Immunology**. v. 15, n. 4, p. 217-230, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Research on the menopause in the 1990s: report of a WHO scientific group. **World Health Organization**. 1996.

XU, Q.; LANG, C. P. Examining the relationship between subjective sleep disturbance and menopause: a systematic review and meta-analysis. **Menopause**. v. 21, n. 12, p. 1301-1318, 2014.

SOBRE OS AUTORES

Alex Lopes dos Reis, graduado em Educação Física e Fisioterapia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, mestrando em Ciências do Movimento Humano pela UENP, membro do Grupo de Pesquisa em Aptidão Física Relacionada à Saúde e ao Desempenho Humano.

Contato: alexlopesreis57@gmail.com

Ana Paula do Nascimento, graduada em Fisioterapia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) e mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano pela UENP.

Contato: anaapaulanascimento@gmail.com

Andreo Fernando Aguiar. Doutor em Biologia Geral e Aplicada pela Universidade Estadual Paulista, com Pós-Doutorado pela *McMaster University* (Hamilton, Ontario, Canadá). Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano na Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Contato: andreo.aguiar@uenp.edu.br

Anibal Pires do Amaral Neto, graduado em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), mestrando em Ciências do Movimento Humano pela UENP e integrante do Grupo de Pesquisa em Treinamento com Pesos e Performance Humana.

Contato: neto_pmpr@yahoo.com.br

Antonio Stabelini Neto, doutorado em Educação Física pela Universidade Federal do Paraná. Professor Associado da Universidade Estadual do Norte do Paraná. Pesquisador e líder do Grupo de Pesquisa em Estilo de Vida, Exercício e Saúde (GPEVES).

Contato: asneto@uenp.edu.br

Aryanne Hydeko Fukuoka Bueno, graduada em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) e mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UENP.

Contato: aryanneuenp@gmail.com

Carla Cristiane da Silva, doutorado em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), é Professora Adjunta da Universidade Estadual de Londrina (UEL), pesquisadora e líder do Grupo de Estudos em Adaptações Biológicas do Treinamento Infantil (GEABTI).

Contato: ccsilva@uel.br

Carlos Eduardo de Araújo, mestrado em Exercício Físico na Promoção da Saúde pela Universidade Norte do Paraná, Professor de Educação Física do Colégio Elo Formação Integral, Jacarezinho, Paraná e Coordenador do Departamento de Esportes da Prefeitura Municipal de Jacarezinho, Paraná.

Contato: duaraujojac@hotmail.com

Carlos Samuel Gomes de Araújo, mestrado em Exercício Físico na Promoção da Saúde pela Universidade Norte do Paraná e Professor de Esporte da Faculdade de Tecnologia e Ciências do Norte do Paraná.

Contato: samuelgomes.abasp@hotmail.com

Caroline Coletti de Camargo, bacharel em Fisioterapia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, mestranda em Ciências do Movimento Humano pela UENP, membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Atividade Física e Saúde.

Contato: carolcolettic@gmail.com

Caroline Pereira Santos, doutoranda em Fisioterapia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCT/UNESP). Vinculada ao Laboratório de Estudos do Aparelho Muco-Secretor (LEAMS/UNESP).

Contato: carolinepereirasantos@yahoo.com.br

Claudinei Ferreira dos Santos, doutorado em Educação Física pela Universidade Estadual de Campinas, professor associado da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), líder do Grupo de Pesquisa em Treinamento com Pesos e Performance Humana (GETPH).

Contato: neief@uenp.edu.br

Dartagnan Pinto Guedes, doutorado em Educação Física pela Universidade de São Paulo, Pós-doutorado em Condição Física e Saúde pela Universidade Técnica de Lisboa e Docente-orientador do Mestrado em Ciências do Movimento Humano da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Contato: dartagnan.guedes@uenp.edu.br

Débora Alves Guariglia, doutorado em Educação Física pelo programa associado da Universidade Estadual de Londrina e Universidade Estadual de Maringá. É docente no programa de pós-graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Contato: debora.guariglia@uenp.edu.br

Dionei Ramos, doutorado em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo. Livre docente em Fisioterapia e professora adjunta da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Líder do Grupo de Pesquisa em Morfologia e Fisioterapia do Aparelho Cardiorrespiratório (UNESP).

Contato: dionei-ramos@bol.com.br

Eurico Lara de Campos Neto, mestrando em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Estadual do Norte do Paraná e integrante do Grupo de Pesquisa em Treinamento com Pesos e Performance Humana.

Contato: netolaraef31@hotmail.com

Ezequiel Moreira Gonçalves, doutorado em Saúde da Criança e do Adolescente pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), docente do mestrado em Ciências do Movimento Humano da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP).

Contato: emaildozeique@gmail.com

Fábio Antônio Néia Martini, doutorado em Ciências do Desporto pela Universidade Trás os Montes e Auto Douro – Portugal, é docente do curso de Fisioterapia no Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Contato: famartini@uenp.edu.br

Fabício José Jassi, doutorado em Reabilitação e Desempenho Funcional pela Universidade de São Paulo. Docente do Mestrado em Ciências do Movimento Humano na Universidade Estadual do Norte do Paraná e líder do grupo de pesquisa em Biomecânica e Intervenção Musculoesquelética.

Contato: fjjassi@uenp.edu.br

Gabriela de Oliveira, bacharel em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UENP. Membro do Grupo de Estudos em Adaptações Biológicas do Treinamento Infantil.

Contato: gabi.oliveira528@gmail.com

Geisa Franco Rodrigues, mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Contato: geisafrancorodrigues777@gmail.com

Géssika Castilho dos Santos, mestrado em Educação Física pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Estilo de Vida, Exercício e Saúde (GPEVES).

Contato: gessika.castilho@gamil.com

Giani Alves de Oliveira, graduanda em Fisioterapia na Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP, membro do Grupo de Pesquisa em Biomecânica e Intervenção Musculoesquelética.

Contato: gianialves10@gmail.com

Guilherme Luis Santana Luchesi, graduado em Fisioterapia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), especialização em Terapia Manual e Técnicas Osteopáticas – Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP e mestrando em Ciências do Movimento Humano – UENP.

Contato: luchesi.osteo@gmail.com

Henrique Flore Cavenago, bacharel em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UENP. Membro do Grupo de Estudos em Adaptações Biológicas do Treinamento Infantil.

Contato: henriquefcavenago@gmail.com

Jadson Márcio da Silva, graduação em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), pesquisador do Grupo de Pesquisa em Estilo de Vida, Exercício e Saúde (GPEVES).

Contato: jadson.marcio16@gmail.com

Jorge Furtado de Campos Júnior, graduado em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, mestrando em Ciências do Movimento Humano pela UENP, membro do Grupo de Pesquisa em Aptidão Física Relacionada à Saúde e ao Desempenho Humano.

Contato: jorge_junior.1995@hotmail.com

Júlia Lopes Pinheiro, mestrado em Fisioterapia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Vinculada ao Laboratório de Estudos do Aparelho Muco-Secretor (LEAMS/UNESP).

Contato: lopessju@outlook.com

Karina Arielle da Silva Souza, mestranda em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Estadual do Norte do Paraná e docente do curso de Fisioterapia na Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Contato: karina.souza@uenp.edu.br

Laís Campos de Oliveira, doutorado em Ciências da Reabilitação pelo Programa associado UEL/UNOPAR, docente do mestrado em Ciências do Movimento Humano da UENP e líder do Grupo de Pesquisa em Aptidão Física Relacionada à Saúde e ao Desempenho Humano.

Contato: oliveiralc@uenp.edu.br

Letícia Siqueira Oliveira, graduada em Fisioterapia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, mestranda em Ciências do Movimento Humano pela UENP, membro do Grupo de Pesquisa em Aptidão Física Relacionada à Saúde e ao Desempenho Humano.

Contato: leticiasiq1@gmail.com

Lorena Barreto Fonseca da Mata, graduação em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Estilo de Vida, Exercício e Saúde (GPEVES).

Contato: lorena.bfonseca@hotmail.com

Lucas Lopes dos Reis, mestrando em Ciências do Movimento Humano, Universidade Estadual do Norte do Paraná. Pós-graduado em Treinamento Personalizado Universidade Norte do Paraná. Pós-graduado em Treinamento Desportivo, Universidade Estadual de Londrina.

Contato: lucasuenp@outlook.com

Luciana da Silva Lirani, doutorado em Educação Física pela UFPR e pós-doutorado em Ciências da Saúde pela UNIVASF. Professora Adjunta da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), pesquisadora/orientadora do Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano da UENP.

Contato: luciana.lirani@uenp.edu.br

Mahara-Daian Garcia Lemes Proenca, doutorado em Ciências da Saúde pela Universidade Estadual de Londrina, docente do Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano na Universidade Estadual do Norte do Paraná. Contato: mahara.proenca@uenp.edu.br

Maria Carolina Juvêncio Francisquini, graduação em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Estilo de Vida, Exercício e Saúde (GPEVES). Contato: maria.carolini231@hotmail.com

Mariane Lamin Francisquinho, bolsista mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Contato: marianelamin@hotmail.com

Matheus de Paula Bandeira e Silva, licenciado e bacharel em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, mestrando em Ciências do Movimento Humano pela UENP, membro do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Atividade Física. Contato: matheusbandeira_96@hotmail.com

Núbia Maria de Oliveira, graduada em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná e mestranda no Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente pela Universidade Estadual de Campinas. Contato: nubiajapira@gmail.com

Otávio Henrique Borges Amaral, graduado em Fisioterapia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, mestrando em Ciências do Movimento Humano – UENP.
Contato: otaviohba@hotmail.com

Paolla de Oliveira Sanches, mestranda em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Estadual do Norte do Paraná e docente do curso de Fisioterapia na Universidade Estadual do Norte do Paraná.
Contato: paolla.sanches@uenp.edu.br

Pedro Gabriel Pito Lopes, bolsista mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Estadual do Norte do Paraná.
Contato: gabrielpito92@gmail.com

Rafaela Almeida Gonçalves, graduada em Fisioterapia pela Faculdade Estácio de Sá, mestranda em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, membro do Grupo de Pesquisa em Aptidão Física Relacionada à Saúde e ao Desempenho Humano.
Contato: rafagzus@hotmail.com

Rafaela Maria de Souza, mestranda em Ciências do Movimento Humano na Universidade Estadual do Norte do Paraná. Membro do Grupo de Pesquisa em Avaliação e Intervenção nas Disfunções Agudas e Crônicas (GPAIDIC/UENP).
Contato: desouzarafaelamaria@gmail.com

Raphael Gonçalves de Oliveira, doutorado em Ciências da Reabilitação pelo programa associado UEL/UNOPAR, docente do mestrado em Ciências do Movimento Humano da UENP e líder do Grupo de Pesquisa em Aptidão Física Relacionada à Saúde e ao Desempenho Humano.

Contato: rgoliveira@uenp.edu.br

Raquel David Langer, mestrado e doutorado em Ciências Médicas pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), com doutorado sanduíche no Hospital Bispebjerg e Frederiksberg da Universidade de Copenhagen (UC-Dinamarca).

Contato: raqueldlanger@gmail.com

Renan Camargo Corrêa, mestrado em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), pesquisador do Grupo de Pesquisa em Estilo de Vida, Exercício e Saúde (GPEVES).

Contato: renan_edf91@hotmail.com

Rodrigo de Oliveira Barbosa, graduação em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), pesquisador do Grupo de Pesquisa em Estilo de Vida, Exercício e Saúde (GPEVES).

Contato: rodrigo.oli.barbos@gmail.com

Rui Gonçalves Marques Elias, doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Maringá. Professor adjunto da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), pesquisador e orientador do Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da UENP.

Contato: rgmelias@uenp.edu.br

Sabrina Gonzaga, graduada em Fisioterapia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, mestranda em Ciências do Movimento Humano pela UENP, membro do Grupo de Pesquisa em Aptidão Física Relacionada à Saúde e ao Desempenho Humano.

Contato: sa_gonzaga@hotmail.com

Thaís Maria de Souza Silva, licenciada em Educação Física pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP); Residente do Programa Residência Pedagógica - CAPES. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC.

Contato: thais.msouza@outlook.com

Vanessa Cristina Godoi de Paula, mestranda em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP. Especialização em Técnicas Osteopáticas e Terapia Manual – UENP.

Contato: vanessa.paula@uenp.edu.br

Atualmente, é indiscutível os benefícios da prática habitual de atividade física visando à prevenção e ao tratamento de doenças crônicas. Igualmente, sabe-se que o desempenho humano em diferentes tarefas do cotidiano ou em atividades esportivas é influenciado e determinado por aspectos funcionais e psicofisiológicos. No entanto, a relação entre essas variáveis é complexa, requerendo investigação científica rigorosa para que estratégias de intervenção adequadas possam ser traçadas por profissionais que atuam na área das Ciências do Movimento Humano. O livro **Biodinâmica do Movimento Humano: Respostas e Adaptações Orgânicas na Saúde e no Desempenho** apresenta uma série de capítulos que elucidam de maneira clara e didática a complexa relação entre atividade física e doenças crônicas; entre desempenho humano, funcionalidade e fatores psicofisiológicos. Configura-se, com isso, como importante leitura para profissionais da Educação Física, Ciência do Esporte, Fisioterapia, Terapia Ocupacional, dentre outros.



MESTRADO EM
CIÊNCIAS DO
MOVIMENTO
HUMANO

FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA
Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná

