Ciência do Esporte e Exercícios

ORGANIZADORES

ELIZ CASSIELI PEREIRA PINTO
GUILHERME BARROSO L. DE FREITAS

EDITORA
PASTEUR

Ciência do Esporte e Exercícios

Edição 1

Organizadores

Eliz Cassieli Pereira Pinto
Guilherme Barroso L. De Freitas

2021

2021 by Editora Pasteur
Copyright © Editora Pasteur

Editor Chefe:

Dr Guilherme Barroso Langoni de Freitas

Corpo Editorial:

Dr. Alaércio Aparecido de Oliveira
Dra. Aldenora Maria X Rodrigues
Bruna Milla Kaminski
Dr. Daniel Brustolin Ludwig
Dr. Durinézio José de Almeida
Dr. Everton Dias D'Andréa
Dr. Fábio Solon Tajra
Francisco Tiago dos S Silva Júnior
Dra. Gabriela Dantas Carvalho
Dr. Geison Eduardo Cambri
MSc. Guilherme Augusto G. Martins
Dr Guilherme Barroso L de Freitas
Dra. Hanan Khaled Sleiman
MSc. Juliane Cristina de A Paganini
Dr. Lucas Villas Boas Hoelz
MSc. Lyslian Joelma Alves Moreira
Dra. Márcia Astrês Fernandes
Dr. Otávio Luiz Gusso Maioli
Dr. Paulo Alex Bezerra Sales
MSc. Raul Sousa Andreza
Dra. Teresa Leal

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Editora Pasteur, PR, Brasil)

FR862c FREITAS, Guilherme Barroso Langoni de.
Ciência do Esporte e Exercícios / Guilherme Barroso Langoni de Freitas - Irati: Pasteur, 2021.
1 livro digital; 181 p.; ed. I; il.

Modo de acesso: Internet
ISBN 978-65-867-0085-5
https://doi.org/10.29327/554140
1. Medicina 2. Esporte 3. Ciências da Saúde
I. Título.

CDD 610
CDU 601/618

PREFÁCIO

Este livro busca a multidisciplinaridade da ciência do esporte com capítulos nos seguintes campos: Ciências Aplicadas ao Esporte; Biomecânica e Controle Motor; Dietas que promovem aumento do desempenho esportivo e saúde; Psicologia e esportes e prevenção e reabilitação de lesões esportivas.

Esperamos que os leitores possam ter um leitura agradável e informativa. Os autores são estudantes e profissionais que área, os quais se engajaram para tornar a redação do livro a mais atualizada possível. Portanto, a divulgação destes estudos pode ajudar atletas, treinadores, profissionais ou estudiosos da área na ampliação dos seus conhecimentos.

Boa leitura.

Sumário

Capítulo 01
A CONTRIBUIÇÃO DA SOMATOMETRIA NA FORMAÇÃO DE ATLETAS DE VOLEIBOL: UM ESTUDO DESCRITIVO 1

Capítulo 02
TRAUMAS ORTOPÉDICOS DE MEMBROS INFERIORES EM ATLETAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 16

Capítulo 03
CICLO MENSTRUAL E DESEMPENHO FÍSICO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA 29

Capítulo 04
CROSSFIT: INJÚRIAS DA PROPOSTA CORPORAL INTEGRADORA.....40

Capítulo 05
DOENÇA DE OSGOOD-SCHLATTER.....47

Capítulo 06
REABILITAÇÃO PÓS COVID-19.....57

Capítulo 07
EXERCÍCIO FÍSICO COMO TRATAMENTO COMPLEMENTAR DE DOENÇAS 67

Capítulo 08
SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS E ESPORTES: USO DA CREATINA 79

Capítulo 09
PERIODIZAÇÃO DE DIETA E PREVENÇÃO DE LESÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA 86

Capítulo 10
EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NA FORÇA MUSCULAR: UMA REVISÃO DA LITERATURA.....92

Capítulo 11
PRÁTICA ESPORTIVA COMO TRATAMENTO COMPLEMENTAR DA FIBROMIALGIA.....100

EDITORA PASTEUR

Sumário

Capítulo 12
TERAPIA POR ONDAS DE CHOQUE.....110

Capítulo 13
EFEITOS ERGOGÊNICOS E TERAPÊUTICOS DO USO DA CREATINA:UMA REVISÃO DE LITERATURA.....117

Capítulo 14
AS FUNÇÕES DO ÔMEGA-3 NO DESENVOLVIMENTO MUSCULAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA 124

Capítulo 15
ARTROPLASTIA UNICOMPARTIMENTAL DE JOELHO POR CIRURGIA ROBÓTICA 133

Capítulo 16
EPIDEMIOLOGIA DAS LESÕES DE MEMBRO INFERIOR EM SURFISTAS 140

Capítulo 17
EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO NO CONTROLE DA ANSIEDADE E NA PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA.....146

Capítulo 18
ABORDAGEM DE SISTEMAS COMPLEXOS APLICADOS À EDUCAÇÃO FÍSICA 153

Capítulo 19
OS BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO FÍSICO NA PREVENÇÃO DO AGRAVAMENTO DO COVID-19 EM PORTADORES DE HAS.....166

EDITORA
PASTEUR

Capítulo 01

A CONTRIBUIÇÃO DA SOMATOMETRIA NA FORMAÇÃO DE ATLETAS DE VOLEIBOL: UM ESTUDO DESCRITIVO

NADIME LASMAR RIBEIRO (1)
NÁGILA LASMAR RIBEIRO (2)
ROSEMARY DE OLIVEIRA PETKOWICZ (3)

1 Médica do Esporte pelo Hospital Geral de Caxias do Sul;
2 Discente – Medicina pela Universidade Nove de Julho Campus São Bernardo do Campo;
3 Médica do Esporte, Coordenadora do Departamento Médico do Clube Grêmio Náutico União.

Palavras-chave:
Somatropia; Voleibol; Atletas.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A importância da somatometria no Voleibol

O voleibol é a modalidade esportiva que, até o momento, mais conquistou medalhas olímpicas para o Brasil. As equipes brasileiras de vôlei, tanto de quadra, quanto de praia, têm se destacado nos campeonatos mundiais, desde o profissional até as categorias de base (Comitê Olímpico do Brasil – COB, 2020). O sucesso dessa modalidade representa um grande incentivo para a população jovem, despertando interesse pela prática desse esporte e fazendo do voleibol o segundo esporte mais praticado no país.

Nas categorias de base, vários jovens buscam o voleibol como possibilidade de sucesso esportivo nacional e internacional. O aumento da procura juntamente ao desejo desses jovens (e de seus pais) de crescerem no esporte, pode tornar o trabalho dos treinadores na seleção daqueles que estariam mais propensos ao futuro de atleta profissional, um verdadeiro desafio. Muito tem se pesquisado e várias técnicas de aprimoramento têm sido discutidas. A especialização esportiva é uma das técnicas mais difundidas e muitos pais e treinadores apostam na especialização precoce de crianças acreditando que, dessa forma, seus atletas terão maior chance de desenvolver as habilidades necessárias para atingir maiores níveis de desempenho. É indiscutível que, em algum momento, caso queira seguir carreira, o atleta deverá escolher uma modalidade para se profissionalizar. Porém, a especialização esportiva iniciada em atletas muito jovens, embora incentivada pelo sucesso mundial de alguns jovens atletas e frequentemente encorajada pela mídia, é, muitas vezes, desaconselhada por muitos estudiosos (WIERSMA, 2000; MALINA, 2010).

Acontece que a habilidade técnica, quando analisada de forma isolada, não é suficiente para se alcançar o alto rendimento no voleibol mundial; o desempenho e o sucesso de atletas de elite sofrem influencia de muitos outros fatores (MARTÍN-MATILLAS *et al.*, 2013).

Fatores psicossociais e econômicos − tais como, investimentos financeiros, patrocínios, carga horária de treino e outras atividades da vida cotidiana: estudo, trabalho, etc. − além de influenciarem positiva ou negativamente no sucesso da carreira, podem surgir muito depois da especialização ter sido iniciada, limitando, portanto, as habilidades e, até mesmo, as oportunidades desse jovem (WIERSMA, 2000).

A desmotivação ocasionada pela especialização precoce é outro assunto discutido por Malina (2010). Quando o atleta se especializa em um esporte ainda muito jovem e deixa de praticar outras atividades que lhe agradam, pode passar a entedê-lo mais com um trabalho, uma obrigação, do que uma atividade prazerosa. Muitas vezes, a criança não tem espaço para a diversão, perdendo o interesse pela modalidade ao longo do seu desenvolvimento.

Não obstante às dificuldades externas à prática esportiva, é imprescindível avaliar detalhadamente os fatores morfogenéticos do individuo. Pois, seu papel nesse contexto, pode ser ainda mais importante que aqueles citados anteriormente, visto que eles influenciam diretamente as habilidades do atleta e sua capacidade de alcançar altos níveis de rendimento. Estudos específicos de voleibol realizados em vários países, mostram diferenças significativas entre as características físicas de atletas de diferentes níveis de competição e até mesmo de acordo com a posição de jogo, comparando várias categorias do infantil ao adulto (TOSELLI

& CAMPA, 2018; NIKOLAIDIS *et al.*, 2014; GIANNOPOULOS *et al.*, 2017; MARTÍNMATILLAS *et al.*, 2013; GUALDI-RUSSO & ZACCAGNI, 2001; MALOUSARIS *et al.*, 2008).

A explicação para essas diferenças é que essas características morfológicas influenciam na eficiência dos sistemas de fornecimento de energia, na capacidade aeróbica e anaeróbica, na intensidade de recuperação, no desenvolvimento das qualidades físicas e na natureza dos processos de adaptação (YAKUSHEVA & SARAFINYUK, 2014). Logo, para se alcançar o alto rendimento passa a ser necessário identificar os padrões das características antropométricas, fisiológicas e neuromusculares específicas da modalidade esportiva (MALOUSARIS *et al.*, 2008). Vários estudos brasileiros, por exemplo, têm sido realizados visando identificar os perfis morfológicos mais adequados ao alto desempenho no voleibol do Brasil, tanto no sexo masculino quanto no feminino (TOLEDO *et al.*, 2010; CABRAL, 2008; MEDINA *et al.*, 2002; PETROSKI *et al.*, 2013; ZARY; FILHO, 2007).

Embora algumas características morfológicas possam ser aprimoradas por meio do treinamento, as básicas exigidas para a prática do voleibol podem ser essencialmente herdadas (por exemplo, altura corporal e comprimento dos membros) (MILIĆ *et al.*, 2016). Nesse contexto, nota-se a importância exercida pelo genótipo, associado às influências exógenas, na constituição de características específicas que, além de determinar as habilidades esportivas do indivíduo, influenciam fortemente na sua capacidade de evoluir à nível profissional (SARAFINYUK *et al.*, 2018; STROHMAN, 2002) O uso de marcadores genéticos, portanto, pode auxiliar no diagnóstico precoce dessas características para o processo de seleção esportiva em atletas ainda em fase de desenvolvimento, (MEDINA *et al.*, 2002; STROHMAN, 2002). Nesse caso, a detecção oportuna da suscetibilidade de crianças e adolescentes a determinados tipos de atividade motora, além de auxiliar a compreender a sua individualidade esportiva, cria condições favoráveis para a plena divulgação do potencial de um jovem atleta e de seu aprimoramento (MALINA, 2010; YAKUSHEVA; SARAFINYUK, 2014).

Enfim, o somatótipo de um atleta fornece informações completas e significativas sobre seu perfil antropométrico; combinando gordura, massa musculoesquelética e linearidade ou esbeltez de um físico (CARTER & HEATH, 1990).

Diante do exposto, torna-se evidente a importância da somatometria desde a identificação de novos talentos e desenvolvimento de jovens atletas na especialização esportiva, até o aprimoramento das características morfológicas especificas necessárias no alto rendimento. Apesar disso, muitos atletas em formação não realizam essa avaliação nos clubes brasileiros. O presente estudo, portanto, é justificado pela necessidade, não apenas de realizar esse diagnóstico morfofuncional, mas também, de divulgar as informações da literatura e salientar a importância dessas características no voleibol, um esporte tão promissor no Brasil.

Conceitos de somatometria

A somatometria é um método de avaliação da morfologia corporal que permite quantificar a sua composição e descrever suas proporções. Existem dois métodos principais de avaliação do somatotipo: fotoscópico ou antropométrico. (CARTER & HEATH, 1990; CARTER, 1996).

No primeiro, as avaliações são feitas a partir de uma fotografia padronizada. O modelo tipográfico de Sheldon classifica as pessoas em endomórficas, mesomórficas e ectomórficas, com base em muitas fotografias e medidas de

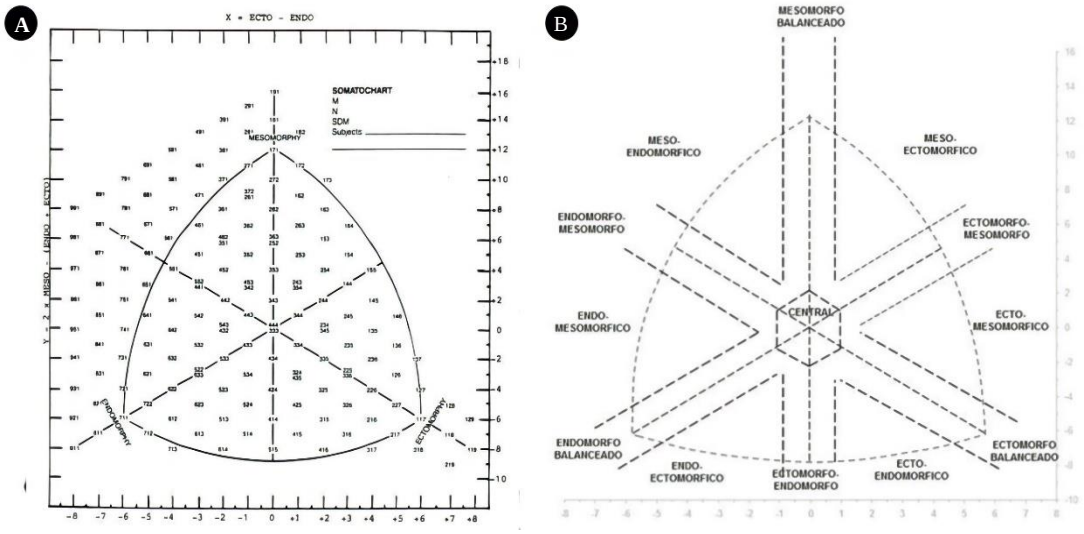
figuras nuas em escolas da Ivy League. Já o modelo antropométrico de Heat-Carter, mais utilizado atualmente, é mais completo e se baseia em dados numéricos da antropometria para estimar o somatotipo em várias categorias (CARTER & HEATH 1990).

O modelo de Heat-Carter defende que cada indivíduo possui um certo grau de endomorfia, mesomorfia e ectomorfia e consiste em calcular separadamente cada um desses componentes e representá-los por uma sequência numérica que servirá de base para a somatocarta. **(Figura 1.1**A**).** Os valores dos componentes e sua proporção mútua expressam as variações individuais específicas, tanto na forma, quanto na composição de um corpo e suas partes.

O componente endomórfico descreve o grau de adiposidade em relação à estatura, independentemente da sua distribuição ao longo do corpo. Seu valor é proporcional ao nível de gordura subcutânea com aumento linear, sendo que uma "unidade" de endomorfia corresponde a aproximadamente 5% de gordura corporal. O componente mesomórfico está relacionado ao desenvolvimento músculo-esquelético em relação à altura do indivíduo. Representa então a quantidade de massa muscular e a robustez do esqueleto. O grau de ectomorfia, por sua vez, avalia a linearidade aparente do corpo, na ausência de qualquer volume, seja músculo, gordura ou outros tecidos. Em outras palavras, esse componente representa o grau de distribuição longitudinal de endomorfia e mesomorfia do corpo. (CARTER & HEATH, 1990).

Existem várias possibilidades de combinação dos valores de endomorfia, mesomorfia e ectomorfia de um indivíduo. Quando plotados na somatocarta esses valores podem representar um ponto no gráfico, que se aproxime mais de uma das periferias (pontas do triângulo), quando um dos elementos é mais prevalente que os outros dois. Ou pode ser mais central, quando os elementos estão mais equilibrados entre si. Dessa forma, os perfis somatotípicos foram divididos em treze categorias, que envolvem as várias possibilidades de combinação dos valores dos três componentes **(Figura 1.1B)**

Figura 1.1 Somatocarta e categorias de perfis somatotípicos



Legenda: (A) Figura de somatocarta utilizada para plotagem dos dados somatimétricos; (B) Categorias somatotípicas obitidas na somatocarta. **Fonte:** (A) Carter e Heath (1990); (B) Adaptado de Duquet e Carter (2002).

Os indivíduos categorizados como endo, meso ou ectomorfos balanceados são aqueles que possuem um componente principal e os valores dos outros dois estão equilibrados entre si. Existem indivíduos, contudo, nos quais dois dos componentes predominam, enquanto que o terceiro componente possui valor mais baixo. Logo, são classificados com base nos componentes sobressalentes, são eles: endomorfo-mesomorfo, endomorfoectomorfo e mesomorfo-ectomorfo. Outras seis categorias são utilizadas para classificar aqueles que possuem valores mais heterogêneos, sendo um deles mais prevalente, outro médio e um com pouca representatividade. São categorizados conforme os dois valores em ordem de importância, por exemplo, um indivíduo 1-4-6 possui perfil ectomorfo-mesomórfico. Por último, aqueles cujos três valores são muito próximos possuem perfil central, sendo que alguns autores citam ainda a tendência desse perfil, por exemplo, um individuo 4-3-3 possui um perfil central com tendência à endomorfia, que também pode ser chamado de centro-endomorfo.

Cada perfil possui características específicas que poderão beneficiar ou não o atleta em determinada modalidade esportiva. Entendendo o somatotipo de um atleta, pode-se compreender suas características morfológicas e de suas capacidades e reservas que podem ser desenvolvidas. Levando-se em consideração a afiliação somatotipológica de uma pessoa, é possível ainda indicar o tempo de puberdade e envelhecimento, bem como predizer a influência de diversos fatores ambientais no organismo (SARAFYNIUK *et al.*, 2018).

O objetivo geral do estudo foi explanar a importância da somatometria na avaliação e na seleção dos atletas de voleibol, bem como identificar os fatores morfofuncionais mais importantes que devem ser considerados nesse processo. Tendo como objetivos específicos: (1) descrever o perfil somatotípico dos atletas de voleibol das categorias de base do Clube Grêmio Náutico União (GNU); (2) discutir os dados obtidos e compará-los com a literatura a fim de identificar os pontos positivos e os pontos que necessitam aprimoramento. Com o intuito de, futuramente, acrescentar essas aferições no protocolo de avaliação da modalidade para obter uma caracterização mais completa e fidedigna dos atletas, esse estudo contribui com o objetivo do próprio GNU, que é dar, ao atleta em formação, as melhores condições para desenvolver o seu potencial no esporte.

MÉTODO

Estudo de caráter transversal, observacional e descritivo, realizado nos atletas de voleibol do Clube de Formação de Atletas Grêmio Náutico União (GNU), da cidade de Porto Alegre - RS. Todos os participantes foram orientados quanto aos benefícios do estudo, esclarecidas dúvidas sobre a proteção dos dados, objetivos da pesquisa, entre outras, e preencheram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Foram incluídos no estudo todos os atletas devidamente matriculados nas equipes de alto rendimento do clube, que estavam em treinamento no período de setembro a outubro de 2020 e que realizaram a avaliação médica e antropométrica nesse período. Aqueles atletas que não compareceram à avaliação médica, que estavam de férias ou por qualquer outro motivo, não estavam ativos no treinamento foram excluídos da pesquisa. Foram excluídos também, atletas cujos dados estavam incompletos e que poderia comprometer o cálculo do seu somatotipo.

Os atletas foram separados por gênero e categoria de treinamento, formando um total de oito grupos: Dois grupos da categoria Mirim

(feminino e masculino) composto por atletas de 12 e 13 anos; dois da Infantil, com idade de 14 a 15 anos; dois da Infanto-Juvenil, na faixa etária de 16 a 17 anos e dois da Juvenil, atletas de 18 anos.

Durante a avaliação dos atletas, além da consulta médica e coleta de dados antropométricos gerais realizados de rotina no serviço, foram feitas aferições extras, específicas para a determinação do somatotipo. Dos dados coletados, dez medidas antropométricas foram utilizadas na pesquisa. Duas aferições básicas, (1) estatura (E) e (2) massa corporal (MC); quatro dobras cutâneas, (3) tricipital (TR), (4) subescapular (SE), (5) suprailíaca (SI) e (6) perna medial (PM); dois diâmetros ósseos, (7) bicondiloumeral direito (DU) e (8) bicondilofemural direito (DF); e dois perímetros de membros, (9) do braço direito flexionado e tenso (PB) e (10) da perna direita (PP). Os instrumentos utilizados foram: uma balança digital com precisão de 0,1kg, estadiômetro manual com precisão de 0,2cm, adipômetro analógico previamente calibrado com precisão de 0,1mm, fita métrica metálica com precisão de 0,1cm e paquímetro analógico com precisão de 1mm.

Os dados foram coletados por dois avaliadores treinados, seguindo as determinações da Sociedade Internacional de Antropometria (ISAK *et al.*, 2001) e as recomendações do Manual de Cineantropometria de Eston & Reilly (2009), com atenção especial ao capítulo de somatometria (DUQUET & CARTER, 2009). O Software Excel® 2010, foi utilizado para armazenamento dos dados e cálculo das três equações de Heath & Carter. Após obtidos os valores de Endomorfia, Mesomorfia e Ectomorfia, foram calculadas as coordenadas e plotadas nas somatocartas. Além da análise das somatocartas, os dados somatotípicos obtidos foram analisados descritivamente no Software SPSS® e foram calculados médias e desvio padrão de cada grupo.

RESULTADOS

Dos indivíduos participantes do estudo (n= 62), a maioria foi do sexo masculino (54,8%). A média de idade foi de 15,3 anos (DV±1,77) e foram avaliados de acordo com a categoria de treinamento. Cada categoria engloba as faixas etárias correspondentes conforme a descrição da **Tabela 1.1**

Tabela 1 Número de participantes divididos por gênero e categoria de base.

Categoria	Geral	%	Feminino	%	Masculino	%
Mirim	11	17,7	7	63,6	4	34,4
Infantil	21	33,9	8	38,1	13	61,9
Infanto-juvenil	23	37,1	10	43,5	13	56,5
Juvenil	7	11,3	3	42,9	4	57,1
Total	62	100	28	45,2	34	54,8

A categoria Mirim foi a única na qual prevaleceu o sexo feminino, com 7 (63,6%) meninas dentre os 11 (17,7%) atletas pertencentes a esse grupo. As categorias com maior amostra foram infanto-juvenil, 23 atletas (37,1%) seguida pela infantil com 21 (33,9%), cada uma com 13 atletas do sexo masculino (representando 61,9% e 56,5%, respectiva-

mente). A categoria juvenil foi a que teve menor número de participantes, com 7 indivíduos no total (11,3%), sendo a maioria do sexo masculino (57,1%).

Os dados coletados foram analisados separadamente de acordo com o sexo e categoria e os resultados descritivos apresentados nas **Tabelas 1.2 e 1.3.**

Tabela 1.2 Estatística descritiva de atletas do sexo feminino de acordo com categoria de treino

Categoria (n)	Medidas	Média	±DP	Min.	Max.
Mirim (7)	Estatura (cm)	165,0	5,8	157,0	173,5
	Peso (Kg)	65,1	10,9	49,6	81,1
	Somatório de Dobras	85,6	25,7	46,3	128,7
Infantil (8)	Estatura (cm)	167,7	8,1	155,0	180,0
	Peso (Kg)	67,0	10,6	56,8	82,4
	Somatório de Dobras	81,5	21,8	45,4	117,4
Infanto-juvenil (10)	Estatura (cm)	168,3	4,2	162,0	176,0
	Peso (Kg)	63,8	6,7	53,1	71,8
	Somatório de Dobras	70,6	14,2	50,1	95,5
Juvenil (3)	Estatura (cm)	172,0	6,1	165,0	175,9
	Peso (Kg)	62,0	12,8	51,2	76,2
	Somatório de Dobras	49,0	14,1	38,5	65,0

Legenda: DP: desvio padrão; Min. e Máx.: valores mínimos e máximos, respectivamente.

Tabela 1.3 Estatística descritiva de atletas do sexo masculino de acordo com categoria de treino

Categoria (n)	Medidas	Média	±DP	Min.	Max.
Mirim (4)	Estatura (cm)	155,5	10,1	145,0	169,0
	Peso (Kg)	49,2	9,4	39,1	57,7
	Somatório de Dobras	60,9	25,1	31,7	91,9
Infantil (13)	Estatura (cm)	177,7	7,2	166,0	190,0
	Peso (Kg)	70,8	12,1	53,2	94,9
	Somatório de Dobras	47,1	18,5	25,3	85,0
Infanto-juvenil (13)	Estatura (cm)	182,1	9,7	160,0	200,0
	Peso (Kg)	74,0	8,5	60,4	84,1
	Somatório de Dobras	45,7	17,5	25,3	85,0
Juvenil (4)	Estatura (cm)	180,4	6,2	172,0	187,0
	Peso (Kg)	75,4	9,8	62,4	85,8
	Somatório de Dobras	44,0	20,1	30,2	73,4

Legenda: DP: desvio padrão; Min. e Máx.: valores mínimos e máximos, respectivamente.

Análise descritiva por categoria

Mirim: Nessa categoria, a estatura média das meninas foi de 164,9cm (±5,8cm) e a dos meninos foi 155,5cm (±10,1cm). Quanto ao peso, houve grande variação dentre o grupo de atletas do sexo feminino com diferença de 31,5kg entre o menor e o maior valor (Mín. 49,6kg; Máx. 81,1kg) e média de 65,3kg (±10,9kg). Já no sexo masculino, essa diferença foi bem menor, 18,6kg (Mín. 39,1kg; Máx. 57,7kg) e a média do grupo foi 49,2kg (±9,4 kg).

O somatório das dobras cutâneas também foi maior no sexo feminino, média de 85,57mm (±25,7mm), porém sem diferença significativa quando comparada ao grupo masculino da mesma categoria, 60,9mm (±25mm).

Infantil: Essa categoria, compreendendo a faixa etária de 14 e 15 anos, mostrou uma diferença mais significativa na estatura entre os sexos. As meninas tinham altura média de 167,7cm (±8,1cm), enquanto que, no sexo masculino, a média foi 177,7cm (±7,2 cm). O peso médio das meninas foi 67kg (±10,7kg) e dos meninos 70,8kg (±12,1kg).

Já o somatório de dobras foi menor no sexo masculino (Masc. 47,1±18,5mm; Fem. 81,5±21,8mm), enquanto que os diâmetros ósseos foram maiores nesse mesmo grupo (Masc.: DU 71,2±2,5mm e DF 102,2±4,7cm; Fem.: DU 63,4±2,3mm e DF 98,4±5,3mm).

Infanto-juvenil: Nesse grupo, a estatura média feminina foi 168,3cm (±4,24cm) e a masculina 182,1cm (±9,74cm). O peso médio feminino foi 63,7kg (±6,7kg) e o masculino 74,0kg (±8,5kg). Os atletas do sexo masculino desse grupo também apresentaram menor valor médio de dobras cutâneas (Masc. 45,7±17,5mm; Fem. 70,6±14,2mm) e maiores valores médios de diâmetros ósseos (Masc.: DU 72,6±4,6mm e DF 102,7±4,6mm; Fem.: DU 62,9±2,8mm e DF 95,4±4,6mm).

Juvenil: No sexo feminino a estatura e peso médios foram 172cm (±6cm) e 62kg (±12,8kg). No masculino, 181,2cm (±1,1cm) e 82,3kg (±4,9kg), respectivamente. no sexo masculino, o somatório de dobras foi menor (Masc. 44±20,1 mm; Fem. 49±14,1mm) e os diâmetros ósseos foram maiores (Masc. DU 71,5±4,9mm e DF 101,5±7,8mm; Fem. DU 64±4,4mm e DF 94±6,6mm).

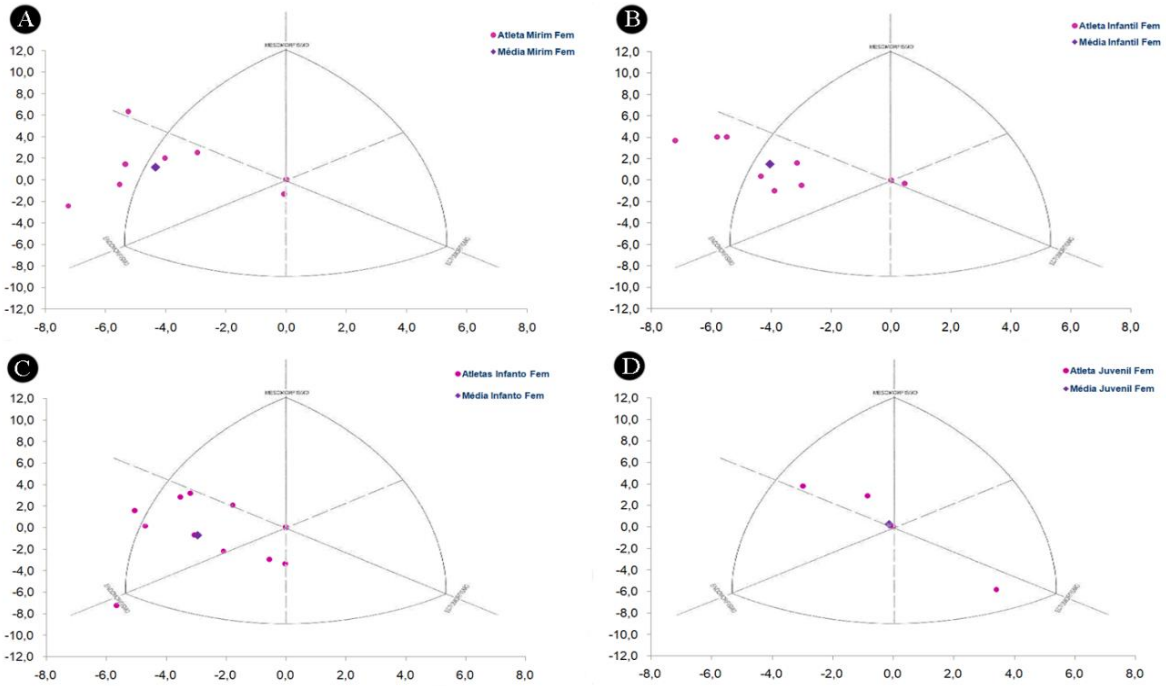
Análise dos somatotipos

Após calculados os componentes do somatotipo, os dados foram analisados em forma de tabela e também, plotados em somatocarta para análise do perfil somatotípico dos atletas, como apresentado nas **Figuras 1.2 e 1.3**.

Nas atletas do sexo feminino o componente endomórfico foi predominante em 3 das 4 categorias de base avaliadas. A média de endomorfa obtida foi classificada como alta nas categorias Mirim (6±1,4) e Infantil (5,9±1,2), e médio-alta na Infantojuvenil (5,3±1,1). Nas três categorias as atletas apresentaram baixos valores de ectomorfia [1,7(±1,1); 1,8(±1,1) e 2,3(±1,0), respectivamente] e médios de mesomorfia [4,4(±1,1); 4,6(±1,0) e 3,5(±1,5), respectivamente]. O padrão somatotípico médio identificado nas somatocartas foi endomesomórfico para as três categorias mais jovens.

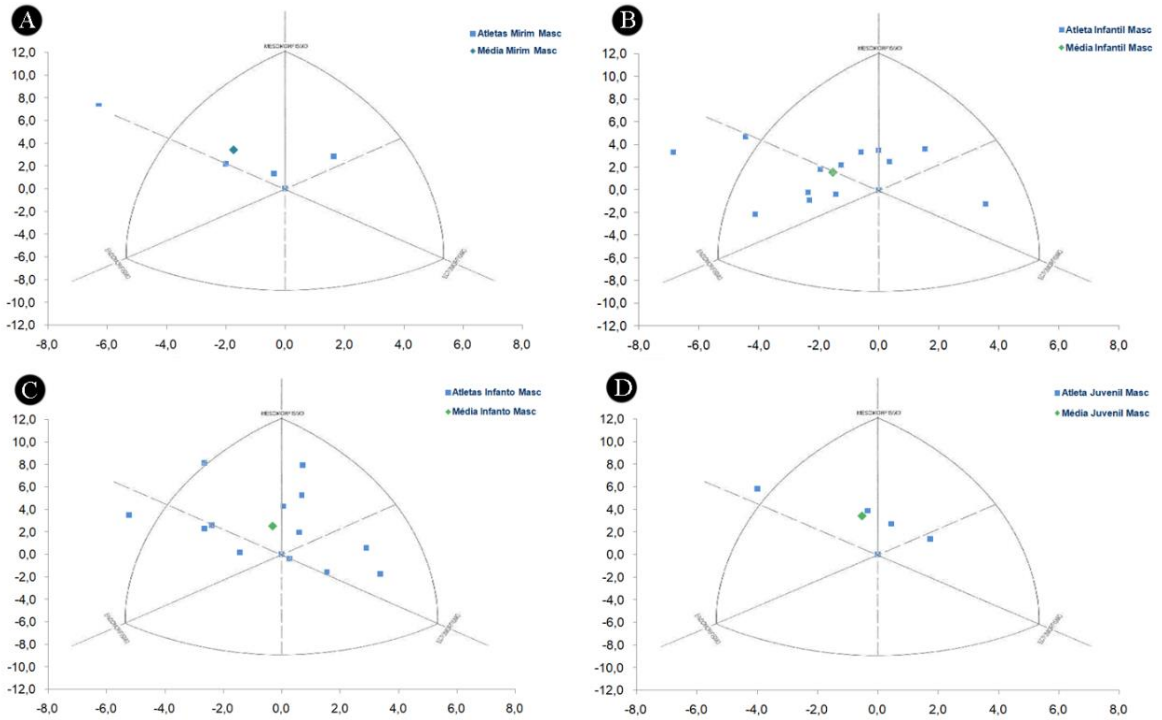
Já as atletas juvenis apresentaram médias dos componentes mais equilibradas [EME: 3,5±1,1, 3,6±2,0; 3,40±2,21], contudo, quando analisadas as somatocartas, as 3 atletas pertencentes a esse grupo apresentaram, entre si, diferenças notáveis no perfil somatotípico. Apenas uma apresentou o somatotipo central, as outras duas tiveram perfis opostos na representação gráfica, ectomorfo balanceado e endomorfo-mesomorfo.

Figura 1.2 Perfil somatotípico das atletas de voleibol do sexo feminino



Legenda: Resultados individuais dos somatotipos das atletas do voleibol do sexo feminino para cada categoria de base e suas respectivas médias. (A) Mirim – Endoformo ectomórfico; (B) Infantil – Endoformo ectomórfico; (C) Infanto-juvenil – Endoformo ectomórfico; e (D) Juvenil - Central.

Figura 1.3 Perfil somatotípico das atletas de voleibol do sexo masculino



Legenda: Resultados individuais dos somatotipos dos atletas do voleibol do sexo masculino para cada categoria de base e suas respectivas médias. (A) Mirim – Endoformo mesomorfo; (B) Infantil – Endoformo mesomorfo; (C) Infanto-juvenil – Mesoformo balanceado; e (D) Juvenil - Mesoformo balanceado.

No sexo masculino houve uma tendencia à mesomorfia, com maior prevalência de perfis mesomorfo-balanceado e endomorfo-mesomorfo. O primeiro foi o padrão médio encontrado na categoria Infanto-Juvenil (EME: 3,6±1,4; 4,6±1,2; 3,2±1,4) e Juvenil (E-M-E: 3,3±1,4; 4,7±1,1; 2,7±1,1), e o segundo nas categorias Mirim (E-M-E: 4,5±2,0; 5,3±1,5; 2,7±1,4) e Infantil (E-M-E: 4,5±1,7; 4,5±0,9; 3,0±1,2).

Uma minoria dos atletas apresentou perfis de somatotipo com alto grau de ectomorfia. Os dados individuais separados por categoria e gênero sexual estão expostos nas somatocartas da **Figura 1.3**.

DISCUSSÃO

Esse estudo representou a primeira análise somatotípica dos atletas de voleibol das categorias de base do Clube Grêmio Náutico União (Porto Alegre - RS). Em uma primeira análise, de forma descritiva, além de caracterizar o perfil antropométrico e somatotípico dos atletas, foi possível identificar os pontos positivos de cada um e os pontos passíveis de aprimoramento no perfil morfológico. Contribuiu também para perceber as influências externas e suas consequências para o esporte, orientar o treinamento e criar um modelo inicial para diagnóstico e acompanhamento dessas equipes.

A análise das somatocartas mostrou que os grupos femininos foram mais homogêneos que os masculinos, isso fez com que a média fosse mais representativa nesse gênero. Ao observar os perfis somatotípicos em cada categoria, nota-se que os componentes endomorfo e mesomorfo estão muito presentes. No sexo feminino, por exemplo, 3 das 4 categorias apresentaram grau elevado de endomorfia. Notou-se ainda uma tendência à diminuição desse componente e do somatório de dobras cutâneas com o aumento da faixa etária em ambos os gêneros. O que pode ser justificado pelo maior tempo de treinamento, comprometimento com o esporte e até mesmo a preocupação com a estética, nos atletas mais velhos.

Os perfis endomórficos, apesar de frequentes em alguns estudos com atletas do sexo feminino (BAYIOS *et al.*, 2006; VALLESER *et al.*, 2018), em uma visão geral, não costumam corresponder aos melhores perfis no alto rendimento. O estudo de Milić *et al.* (2016) avaliou 181 jogadoras de vôlei croatas, com média de idade de 14 anos, e observou que as atletas mais bem sucedidas, além de terem força, velocidade e agilidade superiores que as demais, apresentavam menor índice de massa corpórea e somatotipo com predomínio ectomorfo. Esse mesmo perfil foi encontrado no estudo de Zang (2010) em atletas de elite chinesas (3,7-2,9-4,0), no de Cabral *et al*. (2008) em jogadoras jovens da Seleção Brasileira Feminina de Voleibol (3,1-2,2-3,90) e também no de Ayan, Bektas e Ali Emre (2012), realizado em candidatas à Seleção Nacional Feminina de Voleibol da Turquia (3,4-2,1-4,5).

Já o estudo de Martín-Matillas *et al*. (2013), com as atletas da Superliga Feminina de Voleibol da Espanha, mostrou um perfil um pouco diferente (3,1-3,4-3,1), caracterizado como central com tendência ao mesomorfo balanceado. É possível observar que, mesmo com classificações diferentes, há uma tendência a um padrão somatotípico mais centralizado no gênero feminino, sem diferenças tão expressivas entre os componentes. Nos estudos realizados por Malousaris *et al*. (2008), Nikolaidis *et al.* (2014), Bayios *et al*. (2006), Gualdi-Russo e Zaccagni (2001), por exemplo, esse perfil mais homogêneo também é evidente. Esses estudos encontraram diferenças

morfológicas significativas entre os diferentes níveis de competição e também entre jogadoras de diferentes posições. Mais uma vez, segundo os estudos acima citados, é possível afirmar que as características somatotípicas são de extrema importância na avaliação das atletas. No GNU, algumas atletas das categorias superiores apresentaram somatotipo mais central e outras mais ectomorfo, porém a correlação com a performance e posição de jogo de cada uma delas extrapola os objetivos aqui propostos.

O componente ectomórfico e a gordura corporal, avaliada seja por somatório de dobras ou por IMC e outros parâmetros, também foram significativos em estudos no sexo masculino. Um grupo de 69 voleibolistas europeus, competidores da Super Lega (A1) ou da 2a Divisão (A2), foram avaliados por Toselli e Campa (2018). Quanto às diferenças morfofuncionais entre seus diferentes níveis competitivos. Ambos os grupos apresentaram pequeno componente endomórfico e, nos atletas de nível superior, esse valor foi significativamente menor e a mesomorfia significativamente maior que em atletas da A2. O somatotipo da A1 foi ecto-mesomórfico enquanto que na A2 a média do somatotipo foi ectomorfo-mesomorfo. Essa diferença entre classes competitivas também foi observada em jogadores gregos de voleibol de elite no estudo de Giannopoulos *et al*. (2017) que avaliou, ainda, as diferenças entre as posições de jogo e sugeriu que treinadores e praticantes deem atenção especial ao treinamento dos centros ectomorfos, uma vez que eles podem garantir um alto nível de desempenho no ataque.

No Brasil, Petroski *et al.* (2013), avaliaram atletas da Seleção Brasileira masculina de voleibol infanto-juvenil por 11 anos consecutivos e o somatotipo médio encontrado foi ecto-mesomórfico (2.5-3,4-4,0). A elevada estatura aliada a um perfil com predominância de ectomorfia foram as características antropométricas e morfológicas mais presentes nestes atletas. Resultados semelhantes já haviam sido encontrados no estudo de Salem e Zary (2004), que avaliaram dois grupos de atletas da Seleção Brasileira Masculina Juvenil de vôlei, com 23 indivíduos dentre os convocados para o Campeonato Sul Americano e Mundial em 2000, e mais 12 que disputaram o Mundial de 2003. Ambos os grupos foram classificados como ectomesomórficos (2-3,5-4,1 e 1,8-3-4,4). E Massa *et al*. (2003) encontraram o mesmo perfil na média do somatotipo ao avaliar atletas de voleibol de várias categorias de base (2,06-3,03-4,36).

Os estudos reforçam que componente ectomórfico, juntamente com estatura elevada, são parâmetros que irão influenciar no sucesso do jovem atleta. E, uma vez que a altura é uma característica basicamente genética, a somatometria adquire um papel fundamental, tanto na seleção de jovens atletas, quanto na decisão pela especialização esportiva visando o alto rendimento no voleibol. O estudo de Toledo *et al*. (2010) comprova essa "forte" relação da estatura com o desempenho esportivo nos 101 atletas infanto-juvenis avaliados.

Além da ectomorfia, estudos realizados em categorias do juvenil ao adulto masculino mostram que existe uma tendência ao aumento da mesomorfia com o aumento da idade, equiparando-se, e por vezes, até ultrapassando o outro componente. Em uma análise dos componentes somatotípicos de 234 atletas do campeonato italiano de voleibol (Série A e Série B) feita por Gualdi-Russo e Zaccagni (2001), o somatotipo médio encontrado foi mesomorfo-ectomorfo (2,2-4,2-3,2); sendo que os da Série “A” (2,1-4,1-3,3) apresentaram componente ectomorfo maior comparados aos atletas da Série "B" (2,3-4,3-3,0). Almagià *et al*. (2009), ao analisarem o perfil morfológico de

atletas da seleção adulta dos países Colômbia, Paraguai, Uruguai, Venezuela e a seleção juvenil do Chile, observaram média somatotípica com predominância de mesomorfia, e foram classificados, em sua maioria, como meso-ectomórfico.

Alguns estudos brasileiros também confirmaram esse achado. Medina *et al*. (2002) avaliaram 22 atletas adultos, da Seleção Brasileira Masculina e encontraram o mesmo somatotipo, meso-ectomórfico (1,9-4,4-3,1). Zary *et al.* (2004) avaliaram 12 atletas da Seleção Brasileira, que disputaram os Jogos Olímpicos de Atenas 2004, e foi observada uma média de somatotipo mesomorfo-balanceado (2,6-4,2-2,6). O mesmo autor realizou estudos nas categorias de base até adulto e também identificou essa prevalência de ectomorfia nos jovens com tendencia à mesomorfia com o aumento da faixa etária (ZARY; FILHO, 2007). Dessa forma, fica evidente a necessidade de atletas cada vez mais longilíneos e com grande quantidade de massa muscular para o alto rendimento no vôlei mundial. No presente estudo, observou-se que os atletas mais jovens tinham maior grau de endomorfia e também acompanharam a tendencia à mesomorfia nas categorias superiores. Apesar de não terem componente ectomórfico tão expressivo a altura média dos atletas, quando comparados às categorias e faixas etárias correspondentes e devidamente respeitados os desvios-padrão de cada amostra, não foi diferente dos demais estudos citados. No feminino, as categorias mais jovens (Mirim e Infantil) também tiveram média de altura semelhante a outros estudos realizados na mesma faixa etária. (GRGANTOV *et al.*, 2017; MILIĆ *et al.*, 2016). A categoria Juvenil, por sua vez, teve média mais baixa que aquelas encontradas em jogadoras da Seleção Brasileira, porém mais altas quando comparadas à outras seleções (VALLESER *et al.*, 2018; MALOUSARIS *et al.*, 2008; CABRAL *et al.*, 2008).

Para a correta interpretação dos resultados, deve-se levar em consideração algumas limitações desta pesquisa. O foco deste trabalho foi a caracterização e análise descritiva do perfil somatotípico dos atletas, não cabe à pesquisa, portanto, realizar comparações entre informações genéticas, performance ou posição de jogo do atleta. Outra limitação é o fato de que esta foi a primeira análise somatotípica realizada nesses atletas, não sendo possível comparar com avaliações anteriores.

Quanto aos dados do estudo, é preciso ressaltar que foram coletados logo após o período de quarentena que se estendeu mundialmente durante a pandemia de Covid-19 no ano de 2020. Devido às restrições, os atletas continuaram o treinamento em casa, com supervisão online, e houve mudanças significativas na carga de treino e no modelo, focando mais no treinamento físico que específico. Portanto, é provável que tenha havido alterações relevantes das características antropométricas, como por exemplo, o aumento do peso e gordura corporal, que podem ter superestimado o grau de endomorfia e subestimado a ectomorfia dos atletas em ambos os gêneros. Logo, avaliações posteriores do somatotipo desses indivíduos serão necessárias para comparação.

Percebe-se então, que fatores externos podem influenciar tanto as avaliações quanto as próprias características morfológicas dos atletas. Portanto, torna-se fundamental avançar além do diagnóstico morfofuncional e de performance esportiva. Para se obter sucesso na seleção de jovens atletas no voleibol é imprescindível a interpretação.

CONCLUSÃO

O presente estudo elucidou a importância da análise somatotípica na avaliação dos atletas de voleibol e as evidências científicas encontradas na literatura reforçam a sua relevância, tanto na orientação esportiva, quanto na seleção de novos talentos. O diagnóstico morfofuncional permite melhor controle do desenvolvimento do treinamento e melhor planejamento na especialização esportiva. Além disso, os dados obtidos podem ser usados para comparações com perfis de atletas profissionais e planejamento de carreira.

Também foi possível identificar alguns fatores externos que influenciam positiva ou negativamente no desenvolvimento do atleta, podendo afetar suas características morfológicas. E, justamente por terem sofrido influência da mudança de treinamento durante a pandemia de Covid-19, os atletas do GNU se beneficiaram do incremento da análise de somatotipo na avaliação. Porque, dessa forma, foi possível visualizar com maior clareza os pontos que necessitam de aprimoramento, e também, planejar as intervenções de forma a respeitar as individualidades de cada um. Embora, as análises nesse estudo tenham sido feitas baseadas na média do grupo, o resultado individual será de grande valia no seguimento de cada atleta participante.

Por fim, observou-se que os atletas avaliados no presente estudo, apresentam uma característica morfológica adequada à modalidade de voleibol, pois os atletas são jovens e têm a tendência, com o retorno da carga de treino, de passar por modelações morfológicas benéficas para o seu rendimento. Estudos posteriores poderão avaliar melhor essa evolução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMAGIÀ, A.F. *et al*. Perfil antropométrico de jugadores profesionales de voleibol sudamericano. International Journal of Morphology, v.27, n.1, p.7,2009.

AYAN, V.; BEKTAS, Y.; ALI, EMRE, E. Anthropometric a performance characteristics of Turkey National U-14 volleyball players. African Journal for Physical Health Education, v.18, n.2, p.395, 2012.

BAYIOS, I.A. *et al*. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v. 46, p. 271, 2006.

CABRAL, B.G. *et al*. Somatotipia e Antropometria na Seleção Brasileira de Voleibol. Motricidade, v.4, n.1, p.67, 2008.

CARTER, J. E. L. & HEATH, B. H. Somatotyping: Development and Applications. Cambridge University Press, v.1, f. 252, p.503, 1990.

COB. Comitê Olímpico do Brasil. Disponível em: https://www.cob.org.br. Acesso em: 15 dez. 2020.

DUQUET, W. & CARTER, J. E. L. Somatotyping. In: ESTON, R & REILLY, T. Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data: Volume One: Anthropometry. 3. ed. UK: Routledge, v. 1, 2009. cap. 2.

GIANNOPOULOS, N. *et al*. Somatotype, Level of Competition, and Performance in Attack in Elite Male Volleyball. Journal of Human Kinetics, v.58, p.131, 2017.

GRGANTOV, Z. *et al*. Intra-Positional and Inter-Positional Differences in Somatotype Components and Proportions of Particular Somatotype Categories in Youth Volleyball Players. Annals of Applied Sport Science, v.5, n.2, p.37, 2017.

GUALDI-RUSSO, E. & ZACCAGNI, L. Somatotype, role and performance in elite volleyball players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.41, n.2, p. 256, 2001.

ISAK, *et al*. International Standards for Anthropometric Assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2001.

MALINA, R. M. Early Sport Specialization: Roots, Effectiveness, Risks. Current Sports Medicine Reports, v.9, n.6, p. 364, 2010.

MALOUSARIS, G.G. *et al*. Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. Journal of Science and Medicine in Sport, v. 11, p.337, 2008.

MARTÍN-MATILLAS, M *et al*. Anthropometric, body composition and somatotype characteristics of elite female volleyball players from the highest Spanish league. Journal of Sports Science, v.32, n.2, p.137, 2013.

MASSA, M. *et al*. Análise de referenciais cineantropométricos de atletas de voleibol masculino envolvido em processos de promoção de talentos. Revista Mackenzie de Educação Física Esportiva, v.2, n.2, p.101, 2003.

MEDINA, M.F. *et al*. Identificação dos perfis genético e somatotípico que caracterizam atletas de voleibol masculino adulto de alto rendimento no Brasil. Fitness & Performance Journal, v.1, n.4, p.12, 2002.

MILIĆ, M. *et al*. Anthropometric and physical characteristics allow differentiation of young female volleyball players according to playing position and level of expertise. Biology of Sport, v. 34, n. 1, p. 19-26, 2016.

NIKOLAIDIS, P. T. *et al*. Differences in anthropometry, somatotype, body composition and physiological characteristics of female volleyball players by competition level. Sport Science & Health, 10 07 2014.

PETROSKI, EL *et al*. Características antropométricas, morfológicas e somatotípicas de atletas da seleção brasileira masculina de voleibol: estudo descritivo de 11 anos. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, v. 15, n. 2, p. 184-192, 2013.

SALEM, M; ZARY, JCF. Evolução do perfil somatotípico da Seleção Brasileira de Voleibol masculino juvenil de 2000/2003. Revista de Educação Física, v. 128, n. 1, p. 41-51, 2004.

SARAFINYUK, L.A. *et al*. Features of total body sizes and anthropometric body sizes in volleyball players of mesomorphic somatotype. Reports of Morphology, v.24, n.3, p.32, 2018.

STROHMAN, R. Maneuvering in the complex path from genotype to phenotype. Science, v. 296, n. 5568, p.701, 2002.

TOLEDO, C.F. *et al*. Perfil antropométrico de atletas brasileiros de voleibol infanto juvenil em diferentes níveis de qualificação esportiva. Revista Salud Pública, v. 12, n. 6, p. 915-928, 2010.

TOSELLI, S. & CAMPA, F. Anthropometry and Functional Movement Patterns in Elite Male Volleyball Players of Different Competitive Levels. Journal of Strength Conditioning Research, v.32, n.9, p.2601, 2018

VALLESER, C.W.M. *et al*. Anthropometric profile of elite women's volleyball players in the Philippines. Turkish Journal of Kinesiology, v.4, n.2, p.53, 2018.

WIERSMA, L. D. Risks and benefits of youth sport specialization: Perspectives and recommendations. Pediatric Exercise Science, v. 12, n.1, p.13, 2000.

YAKUSHEVA, Y. I. &SARAFINYUK, L. A. Features of total and separate partial anthropometric sizes in volleyball players of adolescence. Reports of Morphology, v.20, n.2, p.473, 2014.

ZANG, Y. An investigation on the anthropometry profile and its relationship with physical performance of elite Chinese women volleyball players [Dissertação]. Lismore (NSW), Australia: Southern Cross University, 2010.

ZARY, J.C.F. *et al*. Perfil somatotípico dos atletas de voleibol masculino do Brasil participantes dos jogos olímpicos de Atenas – 2004. Revista de Educação Física, v.129, n.1, p.37, 2004.

ZARY, JCF; FILHO, JF. Identificação do Perfil Dermatoglífico e Somatotípico dos Atletas de Voleibol Masculino Adulto, Juvenil e Infanto-Juvenil, de Alto Rendimento no Brasil. Revista Brasileira de Ciências e Movimento, v.15, n.1, p.53, 2007.

Capítulo 02

TRAUMAS ORTOPÉDICOS DE MEMBROS INFERIORES EM ATLETAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

HEIKE FELIPE RANGEL DIAS (1,2)
GUILHERME TANOUE NUNES (1,3)
1Discentes – Medicina da Faculdade de Medicina de Penápolis;
2Presidente do Comitê Acadêmico Paulista de Medicina do Esporte e do Exercício;
3Diretor do Comitê Acadêmico Paulista de Medicina do Esporte e do Exercício.

PALAVRAS-CHAVE:
Lesões de membro inferior; Lesões na medicina esportiva; Ortopedia e Traumatologia.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

É fato que as lesões osteomusculares acompanham atletas pela história e pelo mundo, independentemente da modalidade esportiva. E é também uma verdade que as chances de lesões aumentam conforme a demanda de performance do atleta, como principal exemplo os atletas profissionais, ou devido à prática exaustiva de atividades de maneira extenuante, sem orientação ou de forma errônea (HASKELL *et al.*, 2007).

Na Copa do Mundo de 2002, foi relatada uma incidência média de 2,7 lesões por partida (JUNGE *et al.*, 2004). Segundo uma análise feita por BARROSO *et al*. (2011), 85,3% dos atletas de luta olímpica amostrados foram vítimas de lesões, sendo que 61,5% das lesões foram nos membros inferiores. Foi datado também a entorse de tornozelo representando 41% das lesões em jogadores de voleibol (EERKES, 2012). Em corredores, também foi analisada a prevalência de fraturas de membros inferiores, que representam de 80% a 90% de todas as injúrias (LIEM *et al.*, 2013).

Sendo assim, nota-se a significativa demanda de técnicas de abordagem dos atletas visando a prevenção, o tratamento das lesões e a reabilitação, em prol da longevidade, performance e saúde mental desses. Abordagens essas que, aliadas aos estudos cada vez mais assertivos e específicos sobre a fisiopatologia do músculo esquelético e do aparato osteoarticular, têm se tornado cada vez mais eficazes no processo de cura do atleta (VISCO & JOHNSON, 2018).

Este estudo, tendo em vista a importância do estudo sobre traumas ortopédicos em membros inferiores em atletas, através de revisão bibliográfica dos mais diversos estudos sobre o tema, no espectro da Ortopedia e Medicina Esportiva.

MÉTODO

A ortopedia anda lado a lado com a medicina esportiva. Com isso, nota-se inúmeros atletas de alta performance vítimas de lesões traumáticas em membros inferiores, mesmo que seu condicionamento físico esteja excelente. Dentro desta temática, evidenciada no título e enriquecida por métodos para coleta de dados, foi feito um levantamento bibliográfico por meio de busca digital de artigos científicos concluídos e livros publicados, gratuitos, disponíveis, em língua portuguesa do Brasil e inglês, nacionais ou internacionais (de autoria ou colaboração de um escritor brasileiro), desenvolvidos e publicados há até quatro décadas, indexados nas bases de dados do SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), PubMed, BVS e Elsevier. Filtrou-se artigos de 1991 a 2021, a partir do cruzamento das palavras-chave.

Assim, o objetivo principal deste trabalho foi a busca de métodos atualizados e seguros para um tratamento dinâmico, fazendo com que o atleta possa regressar às suas atividades o quanto antes de maneira saudável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exames físicos ortopédicos abordados pela Medicina do Esporte e do Exercício

A maioria dos exames físicos realizados no âmbito da medicina esportiva tem como sua principal referência os exames físicos da ortopedia e traumatologia. Quando se trata de exames físicos ortopédicos, sempre há o foco de realizá-los voltados para a articulação em que ocorre a queixa principal, mas devemos ressaltar que caso seja necessário, deve-se realizar exames físicos em outros locais para verificação de possíveis lesões de inervações e

musculatura responsável pelo movimento daquela determinada área (MACRAE, 2010).

Segundo MaCrae (2010), por mais que cada articulação tenha sua individualidade, é necessário que seja avaliado juntamente com o quadro clínico apresentado pelo paciente para que o exame físico ortopédico selecionado consiga captar a possível lesão apresentada. Contudo, tem-se uma sequência comum seguida para a realização do exame físico, a qual ajuda muito para que o exame físico de qualidade. O exame físico das articulações é dividido em 6 etapas que estão distribuídas na **Tabela 2.1.**

Tabela 2.1. Etapas do exame físico ortopédico

Fase do Exame Físico	O que observar?	Patologias
Inspeção	1. Inchaço a. Difusa b. Localizada 2. Edema a. Efusão b. Processo Inflamatório c. Trauma 3. Hematomas 4. Descoloração 5. Perda de massa muscular aparente 6. Forma, postura ou encurtamento	1. Inchaço a. Caso extrapole a região da articulação, considerar processo infeccioso, tumores ou problemas de drenagem linfática e/ou venosa. 2. 3 tipos: a. Excesso de fluido sinovial confinado na articulação b. Reumatóide ou Osteoartrite c. Hemartrose (presença de sangue) ou Piartrose (presença de pus). 3. Trauma com ponto de impacto, ou difusão gravitacional, ou outras causas. 4. Resposta localizada ao trauma ou infecciosa. 5. Dor, ou denervação da musculatura afetada ou desuso. 6. Traumas passados, deformidades congênitas, desmineralização, distúrbios ósseos, e/ou doença articular destrutiva. Explorar mais durante exame físico ou anamnese.
Palpação	1. Temperatura a. Quente i. Difusa ii. Localizada b. Fria 2. Sensibilidade a. Localizada b. Difusa	1. Temperatura local: a. Verificar se está local ou difusa. Levar em consideração que a bandagem pode causar falsa impressão i. Processo Inflamatório piogênico ou não piogênico ii. Distante da articulação: Infecção ou Tumor da estrutura anatômica subjacente iii. b. Assimétrico de membros: circulação prejudicada ou aterosclerose 2. Sensibilidade: a. Pensar em lesões de estruturas subjacentes; b. Ocasionado devido aumento de calor. Pensar em patologias de aumento de temperatura difusa

Tabela 2.1. Etapas do exame físico ortopédico

Fase do Exame Físico	O que observar?	Patologias
Exames do Movimento	1. Resistência a. Rigidez Total b. Rigidez Parcial 2. Deformidades 3. Musculatura 4. Movimentação 5. Classificação de contração muscular	1. Resistência: a. Junção de tecido fibroso ou ósseo na superfície da articulação, ocasionando ausência do movimento b. Junção de tecido fibroso ou ósseo na superfície da articulação, ocasionando redução do movimento. Dificuldade em movimentação ativa ou passiva 2. Contração de cápsula articular, músculos e tendões, ou inter disposição de tecidos moles e/ou ósseos 3. Paralisação da musculatura por inatividade, ou denervação 4. Crepitação ao movimentar articulação entre o plano normal de movimento. Associado à palpação e ausculta durante o exame Rompimento de ligamentos estabilizadores, ou proeminência óssea devido deslocamento de tecido mole, ou distúrbios de "contornos" ósseos ou força de contração muscular 5. Alterações observadas durante exames para musculatura 6. Escala de Investigação Médica (MRC) - **Tabela 2.2.** Associar a deficiência de funções de MMII devido à perturbação do movimento ou força muscular. Pode estar associado a dor, desuso, patologias (atrofias), denervação Associar com o exame de marcha
Condução de Testes Especiais	1. Integridade de ligamentos articulares 2. Exames Neurológicos	1. Classificação MCR quando possível, avaliando os níveis motores e sensoriais (**Tabela 2.3).**
Exames de Imagem Radiográfica	1. Radiografias em AP e Lateral a. Formato b. Tamanho c. Contorno d. Espessura 2. Articulação a. Alinhamento b. Deslocamento	-
Organização e Investigação Adicionais	1. Testes de rastreio: a. Taxa de sedimentação de eritrócitos b. Hemograma completo com diferenciais c. Fator reumatoide d. Soro de cálcio, fosfato e fosfatase alcalina e. Ácido úrico sérico f. Raio-x de tórax	-

Fonte: Adaptado de Clinical Orthopaedic Examination, 2010.

Tabela 2.2 Classificação de Contração Muscular – Escala de Investigação Médica

MCR	Reação muscular ao estímulo
M0	Nenhuma contração ativa pode ser verificada.
M1	Tremulação leve (quase ausente) verificada durante a palpação da musculatura, mas não há atividade suficiente para realizar movimento articular.
M2	Contração extremamente fraca, mas já pode produzir algum movimento articular desde que a posição do membro esteja contrabalanceada corretamente com seu peso (sem ter resistência/interferência da gravidade).
M3	Contração extremamente fraca, mas já pode produzir algum movimento articular já com o próprio peso do membro contra a gravidade, mas ainda não consegue ter resistência).
M4	Contração total, mas sem possibilidade de exercer a força total da musculatura. Consegue realizar movimento contra a gravidade e apresentar um pouco de resistência acrescentada.
M5	Contração e força da musculatura normais.

Fonte: Adaptado de *Clinical Orthopaedic Examination*, 2010.

Tabela 2.3 Classificação de Contração Muscular Sensorial – Escola de Investigação Médica Sensorial

MRC Sensorial	Reação muscular ao estímulo
S0	Ausência de todas as modalidades de sensação na área fornecida pelo nervo afetado.
S1	Recuperação da sensação de dor profunda.
S2	Recuperação da sensação de proteção (toque cutâneo, dor e sensação térmica). sensação).
S3	Recuperação da sensação de proteção com localização precisa. Sensibilidade (e hipersensibilidade) ao frio é habitual.
S3+	Recuperação da capacidade de reconhecer objetos e textura; qualquer frio residual a sensibilidade e a hipersensibilidade devem agora ser mínimas. No caso da mão, recuperação da discriminação de dois pontos
S4	Sensação normal

Fonte: Adaptado de *Clinical Orthopaedic Examination*, 2010.

Lesões em estruturas de membros inferiores

Menisco

As lesões meniscais são as lesões mais comuns quando falamos de modo geral, ou seja, em atletas de baixa ou alta performance, sendo que na grande maioria das vezes são encontradas em atletas que necessitam realizar manobras que utilizem os joelhos para realizarem giros com o corpo, podendo ser observado esse tipo de lesão em atletas que

praticam esportes de baixo impacto (VASTA *et al.*, 2018).

Quando se fala de lesão meniscal, podemos observar que na maioria dos casos vemos lesões como ruptura radiculares ou rupturas longitudinais periféricas verticais, as quais o tratamento cirúrgico de reparos bem realizado acaba por consequência tendo resultados superiores em relação a sintomatologia, função, preservação da cartilagem e retorno aos jogos em menor tempo, quando comparados a meniscectomia (retirada total do menisco e substituição do mesmo por órtese) (VASTA *et al.*, 2018).

Ligamento cruzado anterior

Quando se fala de lesões do ligamento cruzado anterior (LCA), entendemos que há uma ruptura de tal ligamento (maioria dos casos) que ocasiona uma instabilidade do joelho, sendo que a maioria dessas lesões ocorre em esportes ou atividades físicas sem contato físico, mas podemos observar presença dessas rupturas em alguns esportes como rúgbi e hóquei (VASTA *et al.*, 2018). Já os fatores de risco para rupturas do LCA são muito amplos, variando entre a morfologia óssea devido a largura estreita e o índice do entalhe intercondilar, ou hormonal, ou gênero. Já os fatores biomecânicos também são associados as rupturas de LCA (VASTA *et al.*, 2018).

Segundo Vasta *et al*. (2018) tratamento melhor sucedido e o mais realizado quando falamos de lesões de LCA é o tratamento conservador, ou seja, o procedimento cirúrgico é o de segunda escolha. Vale ressaltar que o procedimento cirúrgico tem o intuito de reestabelecer a estabilidade do joelho que por consequência, acaba trazendo o benefício secundário que é a prevenção de lesão do menisco por sobrecarga, então cabe ao médico responsável levar em consideração o tipo de lesão e o grau da mesma para decidir o melhor procedimento e a melhor recuperação possível para o paciente.

Ligamento cruzado posterior

Diferente do LCA, a lesão de ligamento cruzado posterior (LCP) tem uma incidência menor e normalmente está associada posteriormente a traumas agudos, além de estar sempre associada a outras lesões/rupturas, tais como a LCA, e/ou lesão do ligamento colateral medial (LCM), e/ou lesão de canto póstero-lateral. Podemos observar também lesões isoladas de LCP, sem associação a lesões periféricas, presente em pacientes com flacidez articular reduzida (VASTA *et al.*, 2018).

Entre os tratamentos mais utilizados para LCP estão os tratamentos conservadores cirúrgicos, mesmo em atletas, onde podemos observar uma melhora significativa e volta a prática de suas atividades físicas normalmente. Sendo que o tratamento cirúrgico consiste em trazer de volta a estabilização do joelho do paciente (VASTA *et al.*, 2018).

Tendão de Aquiles

De acordo com Vasta *et al.*,(2018), quando se trata de lesões no tendão de Aquiles, em atletas, falamos em tendinopatia de Aquiles, principalmente em atletas corredores ou praticantes da atividade corrida. A fisiopatologia é multifatorial e seu manejo é muito apoiado quando falamos de tratamento por ondas de choque extracorpórea e exercícios excêntricos, tornando-se assim o tratamento conservador para as tendinopatias de Aquiles de porção média, crônicos. O tratamento medicamentoso não é muito recomendado por profissionais da medicina esportiva, uma vez que não há evidências científicas da sua eficácia para tratamento de tendinopatia de Aquiles. (VASTA *et al.*, 2018).

Ligamentos laterais do tornozelo

Quando se fala de ligamentos laterais do tornozelo, estamos falando das estruturas estabilizadoras para que se possa realizar todos os movimentos dessa articulação (VASTA *et al.*, 2018) A patologia mais descrita em relação a esses ligamentos é a instabilidade crônica do tornozelo, a qual consiste em uma instabilidade do tornozelo posteriormente a uma entorse aguda do tornozelo, que deve ser tratada de modo conservador (KNUPP *et al.*, 2015).

Mas quando se trata de lesão padrão ou mais comum relacionada aos ligamentos laterais do tornozelo, é a inversão do retropé ou adução do antepé, em relação ao firo da tíbia externamente e a flexão plantar do tornozelo. Quando ocorre esse mecanismo de torção há ruptura de um ou mais ligamentos laterais do tornozelo (FERRAN & MAFFULLI, 2006).

Para o tratamento das lesões relacionadas aos ligamentos laterais do tornozelo, deve-se observar o grau da lesão, uma vez que é possível realizar tratamento apenas com repouso, gelo, compressão e elevação do membro (somente para casos de entorse de tornozelos grau I e II), ou cirurgicamente, através da técnica de Brostrom-Gould ou outras técnicas convencionais para o tratamento que envolvam enxertos de tendões para reforça-los (indicado para pacientes com grau III de entorse de tornozelo) (VASTA *et al.*, 2018).

As lesões na corrida

Dentre os esportes mais praticados e estudados, a corrida é um fator presente em quase todos. Esta prática, porém, não deve ser atrelada apenas aos desportos, haja vista que a mesma tem sido considerada como um dos marcos evolutivos dos hominídeos e uma das habilidades adquiridas mais importantes para o protagonismo de nossa espécie na seleção natural (LIEBERMAN, 2013). Além da possibilidade de corrermos atrás de presas, e fugirmos dos predadores, o corpo humano foi adaptado à sobrevivência contra períodos de estresse cardiovascular, o que forçou os homens a se tornarem ativos para não adoecerem (BOOTH, 2012).

A corrida evidentemente é um movimento complexo que envolve muitas estruturas anatômicas, desde articulações, por exemplo a talocalcânea, até músculos da região abdominal e dos membros inferiores, como o retofemoral, gastrocnêmios, sóleo e isquiotibiais.

Mas seria a corrida, um “andar acelerado”? Existe uma forma adequada de correr? A fisiologia e biomecânica da corrida podem ser melhores compreendidas através da análise do ciclo de marcha, dividido em duas fases: Fase de postura (40%) e fase de balanço (60%), intercaladas entre uma perna e outra para que se faça possível o movimento (PULEO & MILROY, 2010). A fase de postura compreende do contato da planta do pé com o solo à retirada do mesmo para a decolagem. Enquanto a fase de balanço inicia-se na flutuação do corredor e se finda com a aterrissagem no solo, para que comece um novo ciclo.

Percebe-se, portanto, que o movimento da corrida compreende uma série de processos neuromusculares que devem imprescindivelmente ser síncronos já que, em caso de assincronismo ou descompensação de força de alguma cadeia muscular em relação à outra, seja sinergista ou antagonista, há risco de lesão.

As lesões na corrida, seja ela recreativa ou competitiva, têm incidência entre 37 a 56%, com predomínio das lesões de joelho. Além do que, quando analisadas de acordo com o tempo de corrida, estima-se de 2,5 a 12,1 lesões a cada mil horas de corrida (MECHELEN *et al.*, 2012).

Mais precisamente nos membros inferiores, pesquisas apontam que 70% das lesões decorrentes da corrida são no joelho ou abaixo dele, e destas, aproximadamente 30% no joelho, seguido do tornozelo, com 25%, enquanto 14% foram em coxas e quadril (FRANCIS *et al.*, 2019). De forma comparativa, pode-se inferir também que, em relação a outros movimentos, como a natação e o ciclismo, em provas de Triathlon, por exemplo, a corrida é o movimento mais lesivo, totalizando 79% (JUNIOR & MILARES, 2016).

As três principais lesões que acometeram corredores de prova de 10 quilômetros, segundo Jacobs *et al.* (1986) são as dores em joelho e tornozelo, seguidas da síndrome do estresse medial da tíbia. Se intensificarmos a demanda, como em prova de 20 quilômetros, segundo McKean *et al*. (2006), foram a fascite plantar, tendinopatia do tendão patelar e lesão dos músculos isquiotibiais. Ainda, sob uma demanda mais intensa, segundo Jakobsen *et al.* (1994), maratonistas têm como principais lesões a síndrome do estresse medial da tíbia, a entorse de tornozelo e a tendinopatia do tendão calcâneo.

Evidentemente uma lesão comum aos corredores, a síndrome do estresse medial da tíbia, vulgarmente conhecida como “canelite”, é uma patologia crônica induzida pelo exercício, sobretudo na região póstero-medial da tíbia distal, cuja etiologia ainda não foi bem estabelecida pelos estudiosos e cujo tratamento conservador é baseado na adaptação das atividades visando manutenção do condicionamento físico do atleta. Excluindo situações de impacto vertical, associado ao uso de medicamentos antiinflamatórios e analgésicos por até uma semana, com posterior e progressivo retorno aos treinos, salientando a importância de poupar os músculos flexores plantares e consequentemente, o estresse repetitivo sobre a tíbia (LAURINO *et al.*, 2018).

De forma mais inespecífica, mas não menos incômoda, a dor no joelho é um sintoma debilitante para o praticante de esportes, sobretudo o atleta. Esta dor, mais incidente na parte anterior do joelho, é representada pela síndrome patelo-femoral, reflexo de sobrecarga constante da articulação patelo-femoral, ocasionando um significante estresse articular, mas também subcondral, ligamentar e até da camada de gordura infrapatelar (LAURINO *et al.*, 2018).

Essa sobrecarga está, segundo estudos, intimamente relacionada a movimentos cuja angulação excede os 60º. O mecanismo da dor é ainda obscuro, mas sabe-se que o estresse sob a estrutura osteoarticular em questão induz a entrada de água do osso patelar, elevando a pressão intraóssea ali, o que estimula os nociceptores mecânicos sensíveis a pressão, ocasionando a dor.

Além disso, mecanismos agravantes da dor estão presentes em grande parte dos pacientes com a queixa, a exemplo da hipotrofia do quadríceps, episódios numerosos de rotação interna do fêmur, rotação excessiva de tíbia, espessura reduzida da cartilagem patelar, entre outros (LAURINO *et al.*, 2018).

Portanto, faz-se imprescindível a prevenção através da mudança de comportamento dos corredores quanto ao *overtraining*, à necessidade da reabilitação completa de lesões anteriores e aos fatores acessórios como a alimentação adequada e o sono reparador.

Além destes fatores, é fundamental que o corredor, sobretudo aqueles em nível competitivo, conheça suas características anatômicas a fim de que seus treinos sejam adaptados às suas

limitações, a exemplo dos pés cavos e comprimento desigual das pernas, comumente ligados à recorrência de lesões (FIELDS *et al.*, 2010).

E, principalmente os corredores competitivos, é indispensável que busquem conhecimento na área dos treinamentos e/ou que busquem bons treinadores para assessorá-los, já que aproximadamente 60% das lesões foram desfechos de erros no treinamento, quanto às metas e mudanças repentinas dos protocolos (JACOBS *et al.*, 1986).

Terapêutica farmacológica das lesões ortopédicas no esporte

Já foi dito e é sabido por todos que a dor é um fator debilitante na vida do atleta lesionado. Portanto, é de suma importância que a base dos respectivos tratamentos farmacológicos objetive a analgesia (VISCO & JOHNSON, 2018). Todavia, estes não interferem positivamente no processo de cicatrização do tecido danificado. Inclusive, pelo fato de muitos destes fármacos agirem sobre o processo de sinalização celular, é estudado o risco de promoverem maior susceptibilidade a processos crônicos degenerativos.

Para ilustrar este cenário, tem-se os principais exemplos de fármacos usados: o acetaminofeno e os anti-inflamatórios não-esteroidais, dentre eles a Indometacina, cujo uso crônico, segundo estudos de Huskisson *et al.* (1995), foi associada à degeneração articular do quadril, e o Celecoxibe cujo uso crônico, segundo estudos em animais de Elder *et al.* (2001), foi associado ao retardo cicatricial dos tecidos.

Ainda, os corticosteroides, injetáveis ou de administração oral, vêm sendo amplamente prescritos no meio da Ortopedia e Medicina Esportiva devido a seu potencial anti-inflamatório, em quadros como a hérnia de disco ou tendinites. Entretanto, como qualquer medicação de uso crônico, os corticóides têm sua malignidade ao passo que, a longo prazo podem contribuir para a supressão do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal por suprimirem o hipotálamo quanto à síntese do hormônio liberador de corticotrofina (CRH) e, consequentemente, atenuando a ação do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). Esse processo resulta então na redução da síntese de cortisol e esteroides sexuais, manifestada por sinais clínicos como fadiga muscular, mioatralgia, dentre outros. Além disso, a supressão do eixo em questão pode influir negativamente na liberação do hormônio do crescimento (GH), traduzida clinicamente pelo catabolismo muscular e outros sintomas (VISCO & JOHNSON, 2018).

Hoje, felizmente, com os avanços da tecnologia nas áreas médica e farmacêutica, são ofertadas como alternativa ao uso dos clássicos anti-inflamatórios, opções como a aplicação de plasma rico em plaquetas (PRP), técnica utilizada desde 1987 que já se provou quanto à sua eficácia contra dor e rigidez articular em pacientes com osteoartrites do joelho (GHAI *et al.*, 2019).

Essa técnica consiste em utilizar uma amostra do próprio sangue do paciente contendo alta concentração de plaquetas, estimulando a cicatrização (pela liberação de fatores de crescimento no local) e a síntese de novas células na região da infusão, além de promover surgimento de novas fibras colágenas, dando maior sustentação à região. Atualmente, já são usados em tratamentos variações da PRP contendo leucócitos (L-PRP), visando maior desinfecção do tecido associado ao processo de cicatrização. Além do efeito terapêutico propriamente dito, são ainda associadas às injeções de corticoides, visando atenuar os efeitos colaterais locais destes (LINS, 2014).

Abordagem cirúrgica no tratamento de lesões no esporte

Como na maioria das patologias ou disfunções teciduais, a última escolha de tratamento é a abordagem cirúrgica, sendo as artroplastias de joelho e quadril os tratamentos mais comuns atualmente (VISCO & JOHNSON, 2018) que mostram significativa eficácia em um ano, ao paciente, quando não superadas pelos seus riscos.

Os procedimentos invasivos são, no caso de tendinopatias em atletas, recomendados após um semestre de tratamento conversador sem respostas relevantes (COLEMAN *et al.*, 2000). Porém, devem ser avaliados individualmente e cautelosamente, buscando minimizar os riscos sobretudo em subgrupos de risco, como a população acima dos 60 anos (REDMOND *et al.*, 2015).

Nos quadros de lesão meniscal, a intervenção cirúrgica é recomendada para que se evite o risco de maiores injúrias à estrutura cartilaginosa (VISCO & JOHNSON, 2018).

Já nos pacientes que sofreram ruptura de ligamento cruzado anterior do joelho, lesão mais frequente em esportes que demandam bruscas mudanças de direção e contato físico, como no futebol, o tratamento definitivo torna-se a única solução a estes, principalmente aos que objetivam o retorno aos gramados e quadras. Quanto à técnica cirúrgica, a de maior preferência pelos cirurgiões entrevistados é a de incisão e banda únicas auxiliada por artroscopia (78,7%) com perfuração do túnel femoral via transportal (50,8%) e uso de autoenxerto quádruplo dos tendões dos músculos flexores mediais do joelho semitendíneo e grácil (49,2%).

Quanto ao retorno às atividades sem restrições, são recomendados 6 a 8 meses de pós-operatório por 65,6% dos entrevistados, sendo o retorno pleno dos atletas profissionais de 90%, segundo os profissionais envolvidos no estudo, tendo como base os participantes da primeira divisão do Campeonato Brasileiro de Futebol (ARLIANI *et al.*, 2019). Não obstante, o atraso do retorno, sendo estratégico para cada paciente, pode também retardar o risco de recidivas em 50% para cada mês postergado (HOLLANDA, 2019).

Outros fatores que interferem na terapia de lesões no esporte

O tabagismo, condição incluída massivamente como fator de risco das patologias e condições médicas, é responsável pelo agravamento do estado pró-trombótico e hipocoagulante dos adictos em até 60% das pesquisas (VISCO & JOHNSON, 2018). Também foi notada nos fumantes que a nicotina exerce interferência negativa na diferenciação das células-tronco em condrócitos, células estruturais da cartilagem, além de estimular a proliferação de condrócitos em cartilagens artrósicas (DE PAULA, 2018). Não menos importante, o etilismo é outra condição contribuinte para a desagregação plaquetária, fator portanto que atrapalha o processo de recuperação tecidual. Além disso, segundo o Colégio Americano de Medicina Esportiva (1982), pode prejudicar sua condição neuropsicomotora dos atletas, prejudicando a perfomance nos treinos e competições e aumentando a exposição aos riscos de lesão (LAZZOLI, 1997).

É certo que, em terapias definitivas cirúrgicas para lesões osteoarticulares, a recuperação do desportista varia de acordo com a opinião do cirurgião atuante e com as particularidades daquele procedimento. Porém, em terapias conservadoras, como a PRP previamente citada, o processo de recuperação via exercícios físicos é mais flexível e sutil. Na primeira semana após a aplicação do plasma, a

reabilitação visa proteção articular e amplitude de movimentos suaves. A recuperação então progride mediante evolução do quadro clínico do paciente, para fortalecimento e controle neuromuscular da cadeia lesada, por aproximadas duas semanas e então, retorno progressivo aos treinos rotineiros do atleta, sempre respeitando seus limites fisiológicos e biomecânicos, a fim de evitar recidivas ou outra complicação (VISCO & JOHNSON, 2018).

Outro vultuoso fator, de aplicações e benefícios abrangentes quanto às propriedades físicas e psíquicas de um indivíduo, sobretudo do atleta, é o sono reparador. Durante o sono, a redução dos níveis de cortisol e substâncias adrenérgicas facilita os processos de anabolismo e recuperação de tecidos, incluindo os lesados. O hormônio do crescimento (GH) também é secretado neste processo fisiológico, o que auxilia na obtenção e estocagem de energia pela mobilização dos ácidos graxos livres e glicogênio muscular, respectivamente. Em contrapartida, a privação do sono resulta na depreciação dos compostos nitrogenados, tendo como uma de suas consequências, a proteólise e catabolismo, o que deixa o organismo enfraquecido e mais suscetível às lesões (ADAM & OSWALD, 1984).

CONCLUSÃO

Em vista dos dados e argumentos apresentados, fica notório que há vários fatores envolvidos quando tratamos de lesões ortopédicas no esporte. Os trabalhos utilizados nos estudos apontam métodos utilizados com maior eficiência para recuperação dos atletas, além de demonstrar que, para algumas lesões de membros inferiores, o tratamento cirúrgico deve ser a primeira escolha.

Tratamentos farmacológicos auxiliam no tratamento de dor e desinflamação, mas não podemos ser considerados tratamento eficaz para solução das lesões, mas sim como auxiliadores do tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, K. & OSWALD, I. Sleep helps healing. British Medical Journal – Clinical Residence Edition, n. 6456, v.289, p.1400, 1984.

ARLIANI, G. G. *et al.* Tratamento das lesões do ligamento cruzado anterior em jogadores profissionais de futebol por cirurgiões ortopedistas. Revista Brasileira de Ortopedia, n.6, v.54, p.703,2019.

BARROSO, GB. *et al*. Lesões musculoesqueléticas em atletas de luta olímpica. Atha Editora, 2011.

BOOTH, F. *et al.* Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. Cromprehesive Physiology, v. 2, 2012.

COLEMAN, B.D., *et al*. Studies of surgical outcome after patellar tendinopathy: clinical significance of methodological deficiencies and guidelines for future studies. Victorian Institute of Sport Tendon Study Group, n.1, v.10, p.2, 2000.

DE PAULA, S. K. S. Avaliação *In Vitro* da atividade imunomoduladora e antiapoptótica do miglustato na osteoartrite. Programa de pós-graduação em inovação terapêutica da Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

EERKES, K. Volleyball injuries. Current Sports Medicine Reports, v.11, p.251,2012.

ELDER, C. L. *et al*. A cyclooxygenase-2 inhibitor impairs ligament healing in the rat. The American Journal of Sports Medicine, n.6, v.29, p.801, 2001.

FERRAN, N. A. & MAFFULLI, N. Epidemiology of sprains of the lateral ankle ligament complex. Foot Ankle Clinics,n.11,v.3,p. 659, 2006.

FIELDS, K. B. *et al*. Prevention of running injuries. Current Sports Medicine Reports, n. 3, v. 9, p. 176-182, 2010.

FRANCIS, P. *et al*. The Proportion of Lower Limb Running Injuries by Gender, Anatomical Location and Specific Pathology: A Systematic Review. Journal of Sports Science & Medicine, v.18 n.1, p.21,2019.

GHAI, B. *et al*. Effectiveness of platelet rich plasma in pain management of osteoarthritis knee: double blind, randomized comparative study. Brazilian Journal of Anesthesiology, n.5, v.69, p. 439, 2019.

HASKELL, W. L., *et al*. Physical activity and public health: Updated Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Medicine & Science in Sports & Exercise, n.8, v.39, p.1423, 2007.

HOLLANDA, J. Retorno esportivo após cirurgia para reconstrução ligamentar no joelho. Portal PEBMED, 2019. Disponível em: <https://pebmed.com.br/retorno-esportivo-apos-cirurgia-para-reconstrucao-ligamentar-no-joelho/>. Acesso em: 25 de set. de 2021

HUSKISSON, E. C. *et al*. Effects of antiinflammatory drugs on the progression of osteoarthritis of the knee: Longitudinal Investigation of Nonsteroidal Antiinflammatory Drugs in Knee Osteoarthritis. Journal of Rheumatology, n.10, v.22, p. 1941, 1995.

JACOBS, S. J. & BERSON, B. L. Injuries to runners: a study of entrants to a 10,000 meter race. The American Journal of Sports Medicine, v. 14, p. 151, 1986.

JAKOBSEN, B. W. *et al*. Prevention of injuries in long-distance runners. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, n. 2, v. 4, p. 245, 1994.

JUNGE, A. *et al*. Football injuries during the world cup 2002. Sage Journals, v. 32, p. 23, 2004.

JUNIOR, M. M. S. & MILARES, L. P. G. R. Lesões no triathlon: uma revisão de literatura [Trabalho de Conclusão de Curso]. São Carlos: Depto. de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de São Carlos, 2016.

KNUPP, M. *et al*. Instabilidade crônica do tornozelo (medial e lateral). Clinical Journal of Sport Medicine., n. 34, v. 4, p.679, 2015.

LAURINO, C. *et al*. A dor patelofemoral do joelho e suas causas mecânicas. INSPORT, 2018. Disponível em: <https://www.institutosport.com.br/a-dor-patelo-femoral-do-joelho-e-suas-causas-mecanicas/>. Acessado em: 25 de set. de 2021.

LAURINO, C. et al. A síndrome do estresse tibial medial do corredor. INSPORT, 2018. Disponível em: <https://www.institutosport.com.br/a-sindrome-do-estresse-tibial-medial-do-corredor/>. Acessado em: 25 de set. de 2021.

LAZZOLI, J. K. Posicionamento oficial da American College of Sports Medicine: O uso do álcool nos esportes. Revista Brasileira de Medicina Esportiva, n. 3, v. 3, p. 89, 1997.

LIEBERMAN, D. Understanding apes in the story of the human body: evolution, health and disease. Pantheon Press, 2013.

LIEM, B. C. *et al*. Rehabilitation and Return to Running After Lower Limb Stress Fractures. Current Sports Medicine Reports, v. 12, p. 200, 2013.

LINS, C. F. A Aplicação de Plasma Rico em Plaquetas (PRP) em Lesões Musculoesqueléticas – Revisão de Literatura. CETRUS – Centro de Ensino em Tomografia, Ressonância e Ultrassonografia, n.6, v.57, 2014.

MACRAE, R. Clinical Orthopaedic Examination. Elsevier Science Limited, v.6, p.1, 2010.

MCKEAN, K. A. *et al.* Musculoskeletal injury in the masters runners. Clinical Journal of Sport Medicine, n.2, v.16, p.149, 2006.

MECHELEN, W. V. Running Injuries: a review of the epidemiological literature. Sports Medicine, v. 14, p. 320, 1992.

NOBERT, K. M. Regulatory issues regarding the clinical use of regenerative treatments. Demos Medical, p. 27, 2018.

PULEO, J. & MILROY, P. Running Anatomy. Human Kinetics, 2010.

REDMOND, J. M. *et al*. Arthroscopic treatment of labral tears in patients aged 60 years or older. Arthroscopy, n. 10, v.31, p.1921, 2015.

VASTA, S. *et al*. Principais procedimentos de medicina esportiva ortopédica. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, v.13, p.190, 2018.

VISCO, C. J. & JOHNSON, W. Current Concepts in the pathophysiology of orthopedic conditions affecting treatment. Demos Medical, p.1, 2018.

Capítulo 03

CICLO MENSTRUAL E DESEMPENHO FÍSICO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

GÉSSYCA TOLOMEU DE OLIVEIRA (1)
ANDERSON MEIRELES (1)
RHAÍ ANDRÉ ARRIEL (1)
MARCELO PEREIRA DOS SANTOS (1)
HIAGO LEANDRO RODRIGUES DE SOUZA (1)
TASSIANA APARECIDA HUDSON (2)
MOACIR MAROCOLO (3)

1 Discente – Programa de Pós-Graduação em Educação Física; Departamento de Fisiologia da Universidade Federal de Juiz de Fora.
2 Discente – Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Departamento de Fundamentos da Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora;
3 Docente – Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Departamento de Fisiologia da Universidade Federal de Juiz de Fora.

PALAVRAS-CHAVE:
Ciclo Menstrual; Exercício Físico; Desempenho Físico.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o número de mulheres presentes no esporte tem se igualado ao de homens. Com base nos dados da participação dos jogos olímpicos de Tóquio em 2021, 49% dos atletas foram mulheres, comportamento crescente desde edições anteriores, como os Jogos olímpicos de Seoul em 1988 (26%) e do Rio de Janeiro em 2016 (45%) (MCNULTY, 2020). No cenário competitivo, o objetivo principal é alcançar os melhores resultados de desempenho físico. Entretanto, o desempenho físico pode ser influenciado por inúmeros fatores, sejam eles intrínsecos e/ou extrínsecos. Os fatores intrínsecos referem-se a fatores fisiológicos e psicológicos (idade, fibra muscular, hormônios), e os extrínsecos ao treinamento e ambientais (característica dos adversários, local da competição). No que diz respeito aos fatores fisiológicos, em termos hormonais, as mulheres apresentam uma maior complexidade devido ao ciclo menstrual (SILVERTHORN, 2017).

O ciclo menstrual (CM) é um processo cíclico que consiste em um período de alterações nos níveis dos hormônios sexuais estrogênio e progesterona, secretados pelos ovários, e pelos hormônios luteinizante (LH) e folículo-estimulante (FSH) liberados pela hipófise. Esse período pode variar de 21 a 35 dias, à medida que apresente um funcionamento normal e, dentro desses prazos, as mulheres são consideradas eumenorreicas (SILVERTHORN, 2017). O CM é divido em três fases a saber: folicular, ovulatória e lútea. Na fase folicular, o FSH é liberado pela hipófise promovendo um crescimento dos folículos ovarianos e juntamente com o LH induzem o aumento dos níveis de estrogênio, este por sua vez, num primeiro momento inibe o FSH e o LH, e depois eleva seus níveis subitamente. O início desse ciclo é marcado pelo primeiro dia da menstruação. O aumento súbito dos níveis de FSH e LH estimulam a ovulação, dando início à segunda fase, denominada por fase ovulatória, que se trata do amadurecimento dos folículos e liberação dos ovócitos pelo ovário. A terceira fase, é conhecida como fase lútea, na qual há o desenvolvimento do corpo lúteo e um aumento dos níveis de estrogênio e progesterona. Nessa fase, o óvulo aguarda a fecundação do espermatozoide, e caso não ocorra, os níveis hormonais têm uma queda e ocorre a descamação do endométrio, reiniciando o ciclo novamente (SILVERTHORN, 2017).

Destaca-se que o estrogênio apresenta efeito anabólico nos músculos esqueléticos (SILVERTHORN, 2017) e no metabolismo energético, ao aumentar os estoques de glicogênio muscular e utilização desse substrato (MCNULTY, 2020). Visto que, na fase folicular esse hormônio está presente em baixa quantidade, comparado à fase lútea, acredita-se que as variações hormonais durante as fases do CM podem influenciar no desempenho esportivo de mulheres (CARMICHAEL *et al.*, 2021).

Dado que, pesquisas sobre o desempenho conduzidas em mulheres são inconclusas, e que de forma equivocada ainda ocorrem generalizações ao aplicar resultados baseados em pesquisas conduzidas em homens, torna-se imprescindível desenvolver pesquisas que considerem as características do sexo, principalmente relacionadas ao ciclo menstrual, que deve ser controlada e compreendida de forma ampla. Com isso, o objetivo desse capítulo é analisar o estado da arte sobre as implicações do ciclo menstrual no desempenho esportivo.

MÉTODO

Realizamos uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scopus e SciELO, no período de setembro a outubro de 2021. Para os descritores foram adotados os seguintes termos (em inglês): "*menstrual cycle*", "*muscular performance*" e "*athletic performance*". Como estratégia de busca, os descritores foram combinados com o operador booleano "AND": (*menstrual cycle*) AND (*muscular performance*) AND (*athletic performance*).

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: (a) ensaios clínicos controlados e randomizados; (b) estudos publicados nos últimos dez anos; (c) analisar a influência do ciclo menstrual sobre o desempenho físico e a ingestão de anticoncepcionais como objetivo primário ou secundário; (d) mulheres eumenorreicas. Para fins de exclusão, foram adotados os seguintes critérios: (a) Estudos com animais; (b) estudos de caso; (c) registros de protocolo; (d) cartas ao editor e artigos de revisão.

A análise dos estudos foi constituída por três etapas: 1ª: leitura dos títulos e resumos dos estudos; 2ª: leitura dos estudos na integra; 3ª: extração dos dados. As três etapas iniciais foram realizadas pelo Software *Rayyan - Intelligent Systematic Review*. Todos os estudos que não atenderam aos critérios de elegibilidade foram excluídos. Dois revisores analisaram de forma independente os artigos quanto à elegibilidade, quaisquer discordâncias entre os revisores foram resolvidas através de discussão e, se necessário, um terceiro revisor foi contatado.

Análise dos dados

Para a classificação das amostras, cinco níveis de treinamento foram considerados: destreinados; recreacionalmente treinados; treinados; bem treinados; e profissional. Os modelos de exercícios propostos para a avaliação do desempenho foram classificados com base no sistema energético predominante, sendo anaeróbico alático (até 10 segundos), anaeróbio lático (de 10 a 75 segundos) e aeróbico (superior a 75 segundos) (GASTIN, 2001). As fases do ciclo menstrual foram divididas em fase folicular e lútea, devido às alterações hormonais serem mais evidentes nessas duas fases (MIHMA *et al.*, 2011). Além disso, duas perguntas dicotômicas foram consideradas: "os estudos analisaram a utilização de anticoncepcionais?" e "o ciclo menstrual influenciou no desempenho físico?".

O teste exato de Fischer foi realizado para verificar as associações entre o efeito do ciclo menstrual sobre desempenho físico e utilização de anticoncepcional, nível de treinamento dos participantes e modelo de exercício. O software SPSS *Statistics* (*Versão 20.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA*) foi utilizado para a realização da análise estatística. O nível de significância adotado foi de $p<0,05$.

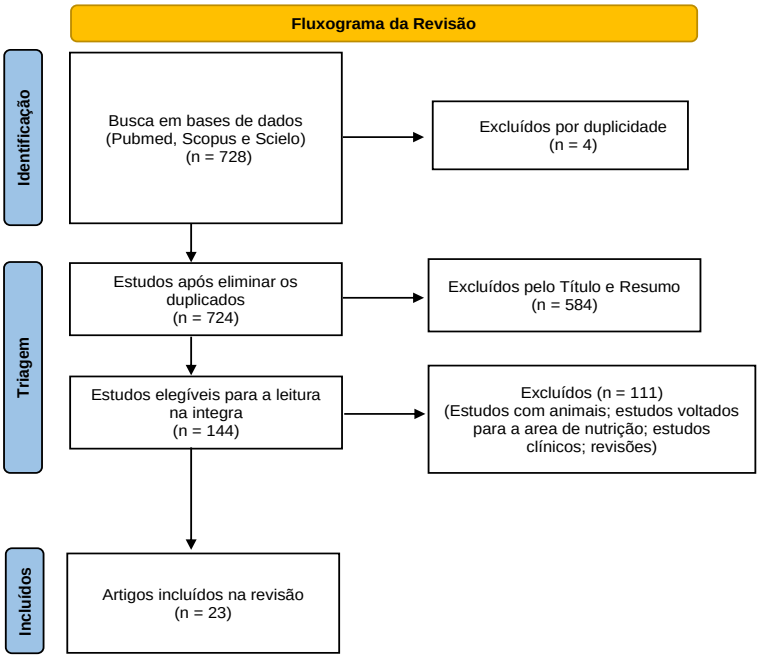
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 728 estudos, dos quais 4 estudos foram excluídos por estarem duplicados. Em seguida, foi realizada a leitura dos títulos e resumos, onde foram excluídos 584 estudos, restando 144 estudos elegíeis para a leitura na integra. Após a leitura, 111 estudos foram excluídos. Portanto, 23 estudos foram incluídos nesta revisão (**Figura 3.1**).

No que se refere ao modelo de exercício, nove estudos (39,1%) realizaram testes que tiveram predominância do sistema energético aeróbico. Cinco estudos (21,7%) utilizaram testes com predominância energética alática e cinco estudos (21,7%) utilizaram testes com

predominância energética lática. Três estudos (13%) utilizaram dois testes que foram classificados individualmente sendo anaeróbico alático e aeróbico.

Figura 3.1 Fluxograma dos do processo de revisão dos artigos



Os 23 artigos apresentaram uma amostra total de 445. As amostras dos estudos foram alocadas de acordo com o nível de treinamento informado nos estudos, como mostrado na **Tabela 3.1.** Do total de estudos, 39,1% foram realizados com atletas profissionais, 30,4% com participantes treinadas, 13,0% com participantes treinadas e recreacionalmente treinadas, e apenas 4,3% com participantes destreinadas.

As fases do ciclo menstrual testadas nos estudos foram agrupadas em fase folicular e fase lútea. A maioria dos estudos (91,3%) aplicou seus testes durante as duas fases, exceto dois estudos (8,7%) que analisaram o desempenho apenas na fase folicular. Dos 23 estudos incluídos, dezesseis estudos (69,6%) atestaram a não utilização de anticoncepcionais pelas participantes. Em sete estudos (30,4%), foram comparados o desempenho dos testes entre participantes que usaram ou não anticoncepcionais. Em relação ao desfecho dos estudos, nove (39,1%) evidenciaram a influência do ciclo menstrual sobre o desempenho do exercício. Em contrapartida, catorze (60,9%) estudos não observaram essa influência.

O teste exato de Fischer mostrou que não houve uma associação entre efeito do ciclo menstrual sobre desempenho físico e utilização de anticoncepcional ($X^2_{(1)}$ = 2,365; p = 0,190), nível de treinamento das participantes ($X^2_{(4)}$ = 3,731; p = 0,477) e modelo de exercício ($X^2_{(2)}$ = 0,903; p = 0,757).

Tabela 3.1 Características amostrais e metodológicas dos estudos incluídos na revisão.

Autor	Ano	N	Nível de Treinamento	Esporte/ Teste	Sistema energético	Fase do CM	Uso de AC	Influência do CM do desempenho
Shaharudin *et al.*	2011	12	Treinadas	Cicloergômetro	Anaeróbico lático	F e L	Sim. 9 usavam	Não
Sunderland *et al.*	2011	17	Treinadas	Esteira	Anaeróbico lático	F e L	Sim. 9 usavam	Não
Vaiksaar *et al.*	2011	24	Profissionais	Remadoras	Aeróbico	F e L	Não usavam	Não
[a]**Gordon *et al.***	2013	17	Bem treinadas	Exercício Resistido	Anaeróbico alático	F e L	Sim. 6 usavam	Sim
[b]**Janse de Jonge *et al.***	2012	12	Recreacionalmente Treinadas	Cicloergômetro	Aeróbico	F e L	Não usavam	Não
Sipaviciene *et al.*	2013	18	Treinadas	Exercício Resistido	Aeróbico	F	Não usavam	Sim
Hohmann *et al.*	2015	11	Treinadas	Netball	Anaeróbico alático	F e L	Não usavam	Sim
Tenan *et al.*	2016	9	Recreacionalmente Treinadas	Tarefa de resistência	Anaeróbico alático/ Aeróbico	F e L	Não usavam	Sim/Sim
Wiecek *et al.*	2016	16	Treinadas	Teste de velocidade em bicicleta	Anaeróbico lático	F e L	Não usavam	Não
Shakhlina *et al.*	2016	13	Profissionais	Corrida	Aeróbico	F e L	Não usavam	Sim
[b]**Gordon *et al.***	2017	16	Treinadas	Cicloergômetro e potência máxima	Aeróbico	F e L	Sim. 6 usavam	Não

Julian *et al.*	2017	9	Profissionais	Futebol	Aeróbico/Anaeróbico alático	F e L	Não usavam	Sim/ Não
Pallavi *et al.*	2017	100	Destreinados	Handgrip	Anaeróbico alático	F e L	Não usavam	Sim
de Souza *et al.*	2017	6	Profissionais	Nado Sincronizado	Aeróbico	F e L	Não usavam	Não
Tounsi *et al.*	2018	11	Profissionais	Futebol	Aeróbico/Anaeróbico alático	F e L	Não usavam	Não/Não
Mattu *et al.*	2019	30	Treinadas	Cicloergômetro e potência máxima	Aeróbico	F e L	Sim. 15 usavam	Não
Rodrigues *et al.*	2019	12	Bem treinadas	Exercício Resistido	Anaeróbico lático	F e L	Não usavam	Sim
Romero-Moraleda *et al.*	2019	13	Profissionais	Triatlon	Anaeróbico alático	F e L	Não usavam	Não
Frandsen *et al.*	2020	19	Recreacionalmente treinadas	Cicloergômetro	Anaeróbico alático	F e L	Sim. 9 usavam	Não
Goldsmith & Glaister	2020	10	Profissionais	Corrida	Aeróbico	F e L	Não usavam	Sim
Rael *et al.*	2021	21	Bem treinadas	Corrida	Aeróbico	F e L	Não usavam	Não
Campa *et al.*	2021	20	Profissionais	Futebol	Anaeróbico alático	F	Não usavam	Não
Dasa *et al.*	2021	29	Profissionais	Futebol, Handebol e Voleibol.	Anaeróbico lático	F e L	Sim. 21 usavam	Não

Legenda: CM: Ciclo Menstrual; AC: Anticoncepcional; F: Folicular; L: Lútea; Estudos com duas respostas tiveram duas intervenções com exercícios/testes de diferentes predominâncias energéticas.

O atual capítulo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica a fim de analisar o estado da arte sobre o ciclo menstrual e desempenho esportivo. Ainda não está elucidado a real influência das fases do ciclo no desempenho físico, o que pode ser explicado devido as discrepâncias observadas no desenho experimental dos estudos e características das participantes, pois nem todos verificaram a fase específica do ciclo menstrual pela análise concomitante de hormônios ovarianos e, por consequência, há determinação inadequada da fase do ciclo menstrual (VAIKSAAR *et al.*, 2011).

O ciclo menstrual é um ritmo biológico importante presente na fisiologia das mulheres, sendo esse controlado pelo eixo hipotálamo-hipófise-ovários, que envolve a participação dos FSH, LH, progesterona e estrogênio (RAEL *et al.*, 2021). O desempenho no exercício é influenciado por vários fatores, sendo fisiológicos, psicológicos e mecânicos, e acredita-se que a flutuação hormonal durante o ciclo menstrual possa influenciar o desempenho físico.

A fase lútea é o período em que as mulheres apresentam maiores valores de força muscular máxima (RODRIGUES *et al.*, 2019). Uma possível explicação é que a miosina é diretamente afetada pela concentração de estrogênio e quando seus níveis são reduzidos, há uma diminuição no número de cabeças de miosinas ativas ligadas à actina, diminuindo a capacidade de contratilidade das fibras musculares e então, à produção de força muscular (MORAN *et al.*, 2006). Gordon *et al.* (2013) argumentam que o estrogênio pode ter um efeito no aumento de força. De fato, foi proposto que o músculo esquelético é um tecido responsivo ao estrogênio e que nos receptores alfa-estrogênicos do músculo esquelético, os níveis de mRNA e proteínas são sensíveis aos níveis circulantes deste hormônio (GORDON *et al.*, 2013). Entretanto, no atual estudo, foi encontrado que 60,9% dos estudos não reportaram efeito do ciclo menstrual sobre o desempenho físico, além de não ter achado uma associação entre ciclo menstrual e desempenho físico. Confirmando esse achado, uma revisão sistemática e meta-análise mostrou que essa diferença hormonal entre a fase folicular e as demais não apresentaram influências no desempenho físico (MCNULTY *et al.*, 2020).

Além das funções do estrogênio sobre a reprodução, esse hormônio que está presente em maiores concentrações na fase lútea apresenta funções metabólicas que podem favorecer a utilização de glicogênio como substrato energético (MCNULTY *et al.*, 2020). Contudo, acredita-se que durante a fase lútea há um aumento nos níveis de cortisol, hormônios do crescimento (GH) e atividade simpática que exercem papeis antagônicos ao uso de glicogênio como substrato energético e contribuem com maior oxidação lipídica, o que poderia influenciar negativamente exercícios cuja predominância energética seja anaeróbica lática. Em contrapartida, outros pesquisadores não observaram diferenças em utilização de substrato durante o exercício em diferentes fases do ciclo menstrual (MCLAY *et al.*, 2007).

No que se refere ao sistema energético em exercícios que tenham como predominância energética o sistema alático, evidências sugerem (SIPAVIČIENĖ *et al.*, 2013) que em altas concentrações de estrogênio o dano muscular imediatamente após o exercício extenuante pode ser menos severo, contribuindo assim com uma recuperação muscular mais rápida. Já no exercício aeróbico, durante a fase folicular, a mudança no equilíbrio dos níveis hormonais, especialmente a deficiência de progesterona e o excesso de estrogênio alteram a reabsorção de sódio nos rins. Além disso, a pressão osmótica do sangue e o líquido intersticial aumentam.

Como resultado, há uma retenção de água no corpo para manter a homeostase e, consequentemente, há um aumento do peso corporal e diminuição do volume sanguíneo corrente, elevando a frequência respiratória e a frequência cardíaca, o que pode influenciar o desempenho físico e a percepção de esforço durante o exercício (SHAKHLINA *et al.*, 2016). Porém, não foram encontradas associações entre o efeito do ciclo menstrual e o modelo de exercício, o que corrobora com outros estudos (MCLAY *et al.*, 2007).

No que se refere ao nível de treinamento 70% dos estudos apresentaram uma amostra caracterizada por um alto nível de treinamento. Nosso estudo não encontrou associação significativa entre o efeito do ciclo menstrual e o nível de treinamento das participantes e por isso a inferência sobre o ciclo menstrual e o desempenho físico torna-se limitada, embora deva-se considerar que indivíduos destreinados ou pouco treinados podem sofrer adaptações fisiológicas ao treinamento mais facilmente. Em contrapartida, para indivíduos bem treinados e profissionais, efeitos triviais podem ser de maior relevância, pois a diferença entre ganhar e perder é marginal (MCNULTY *et al.*, 2020).

Embora já tenha sido sugerido que os anticoncepcionais possam afetar o desempenho físico por meio da influência nos receptores de hormônios esteroides presentes nos tecidos muscular esquelético e tendão (EKENROS *et al.*, 2017), as evidências a respeito da relação sobre o uso de anticoncepcionais e exercícios físicos ainda não está consolidada (DALGAARD *et al.*, 2019).

A concentração dos hormônios, a marca da pílula e a sua geração parecem ser variáveis que se diferem na androgenicidade, podendo potencializar uma influência nas adaptações ao treinamento. No entanto, o presente estudo não encontrou uma associação entre efeito do ciclo menstrual sobre desempenho físico e utilização de anticoncepcional. Mais estudos randomizados que controlem essas variáveis, bem como o ciclo da pílula em relação as fases do ciclo menstrual contribuiriam bastante para um melhor entendimento desse tópico.

As evidências disponíveis indicaram desempenho potencialmente inferior durante a fase folicular, quando comparada com todas as outras fases do ciclo menstrual que tinham concentrações consideravelmente maiores de estrogênio endógeno e/ou progesterona entre indivíduos que fazem e não fazem o uso de anticoncepcionais orais. Entretanto, a princípio, qualquer efeito em nível de grupo é provavelmente trivial (MCNULTY *et al.*, 2020).

De uma perspectiva prática, os efeitos do uso de anticoncepcionais orais e a influência da fase do ciclo menstrual tendem a ser, de forma geral, triviais e/ou inconclusivas. As evidências existentes relacionadas ao desempenho físico ainda não sustentam uma orientação geral a fim de conduzir uma melhor estruturação e planejamento de um programa de treinamento. Para tal, sugere-se a adoção de uma abordagem individualizada, com base na resposta de cada praticante em relação ao uso ou não de anticoncepcionais, concomitantemente com outros fatores, tais como, objetivo do praticante, modalidade esportiva, especificidade e nível de treinamento.

CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que não houve associação entre o efeito do ciclo menstrual sobre o desempenho físico e nível de treinamento dos participantes.

É importante ressaltar que as características das participantes, como o nível de treinamento,

devem ser consideradas na análise dos estudos, pois, embora os efeitos do ciclo menstrual sobre o desempenho físico tendem a não ter influência no desempenho físico da população em geral, efeitos triviais podem ser relevantes para atletas de alto desempenho.

Recomenda-se a profissionais do esporte que uma abordagem individualizada seja feita com base na individualidade de cada praticante durante o ciclo menstrual.

Sugere-se a condução de futuros estudos que visam identificar quais fatores fisiológicos e psicológicos que podem modificar o desempenho durante a fase folicular quando comparada a outras fases do CM, além de identificar estratégias para monitorar esses efeitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPA, F. *et al*. The Influence of Menstrual Cycle on Bioimpedance Vector Patterns, Performance, and Flexibility in Elite Soccer Players, International Journal of Sports Physiology and Performance, p. 1, 2021.

CARMICHAEL, M. A. *et al*. The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes Performance: A Narrative Review. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, p. 1667, 2021.

DALGAARD, L. B. *et al*. Influence of Oral Contraceptive Use on Adaptations to Resistance Training. Frontiers Physiology, v. 10, p. 824, 2019.

DASA, M. S. *et al*. The Female Menstrual Cycles Effect on Strength and Power Parameters in High-Level Female Team Athletes. Frontiers in physiology, v. 12, p.600, 2021.

DE SOUZA, A. G. *et al*. The different phases of the menstrual cycle do not influence the performance of synchronized swimming athletes, Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 23, p. 460, 2017.

EKENROS, L. *et al*. Expression of sex steroid hormone receptors in human skeletal muscle during the menstrual cycle. Acta Physiologica, v. 219, p. 486, 2017.

FRANDSEN, J. *et al*. Menstrual cycle phase does not affect whole body peak fat oxidation rate during a graded exercise test. Journal of Applied Physiology, v. 128, p. 681, 2020.

GASTIN, P.B. Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise. Sports Medicine, v. 31, p. 725, 2001.

GOLDSMITH, E. & GLAISTER, M. The effect of the menstrual cycle on running economy. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v. 60, p. 610, 2020.

GORDON, D. *et al*. The effects of menstrual cycle phase on the development of peak torque under isokinetic conditions. Isokinetics and Exercise Science, v. 21, p. 285, 2013.

HOHMANN, E. *et al*. Tibial acceleration profiles during the menstrual cycle in female athletes. Arthroscopy and Sports Medicine, v. 135, p. 141, 2015.

JANSE DE JONGE, X. A. *et al*. Exercise performance over the menstrual cycle in temperate and hot, humid conditions. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 44, n. 11, p. 2190, 2012.

JULIAN, R. *et al*. The effects of menstrual cycle phase on physical performance in female soccer players. PLoS ONE, v. 12, p. 1, 2017.

MATTU, A. T. *et al*. Menstrual and oral contraceptive cycle phases do not affect submaximal and maximal exercise responses. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, v. 30, p. 472, 2020.

MCLAY, R. T. *et al*. Carbohydrate loading and female endurance athletes: effect of menstrual-cycle phase. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, v. 17, p.189, 2007.

MCNULTY, K. *et al*. The effects of menstrual cycle phase on exercise performance in eumenorrheic women: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, v. 50, p. 1813, 2020.

MIHMA, M. *et al*. The normal menstrual cycle in women. Animal Reproduction Science, v. 124, p. 229, 2011.

MORAN, A. L. *et al*. Removal of ovarian hormones from mature mice detrimentally affects muscle contractile function and myosin structural distribution. Journal of Applied Physiology, v. 100, p. 548, 2006.

PALLAVI, L. C. *et al*. Assessment of Musculoskeletal Strength and Levels of Fatigue during Different Phases of Menstrual Cycle in Young Adults. Journal of Clinical and Diagnostic Research, v. 11, p. CC11, 2017.

RAEL, B *et al*. Cycle Phases Influence on Cardiorespiratory Response to Exercise in Endurance-Trained Females. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, p. 860, 2021.

RODRIGUES, P. *et al*. Efeito do ciclo menstrual na força muscular. Journal of Exercise Physiology Online, v. 22, p. 89, 2019.

ROMERO-MORALEDA, B. *et al*. The Influence of the Menstrual Cycle on Muscle Strength and Power Performance. Journal of Human Kinetics, v. 68, p. 123, 2019.

SHAHARUDIN, S. *et al*. Anaerobic capacity of physically active eumenorrheic females at mid-luteal and mid-follicular phases of ovarian cycle. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v. 51, p. 576, 2011.

SHAKHLINA, L. *et al*. Physical performance during the menstrual cycle of female athletes who specialize in 800 m and 1500 m running. Journal of Physical Education and Sport, v. 16, p. 1345, 2016.

SILVERTHORN, D. Fisiologia Humana: Uma Abordagem Integrada. Porto Alegre: Artmed: 2017.

SIPAVIČIENĖ, S. *et al*. A. Effects of estrogen fluctuation during the menstrual cycle on the response to stretch-shortening exercise in females. BioMed Research International, v. 2013, 2013.

SUNDERLAND, C. *et al*. Menstrual cycle and oral contraceptives' effects on growth hormone response to sprinting. Applied physiology, nutrition, and metabolism, v. 36, p. 495, 2011.

TENAN, M. S. *et al*. Maximal force and tremor changes across the menstrual cycle. European Journal of Applied Physiology, v. 116, p. 153, 2016.

TOUNSI, M. *et al*. Soccer-related performance in eumenorrheic Tunisian high-level soccer players: effects of menstrual cycle phase and moment of day. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v. 58, p. 497, 2018.

VAIKSAAR, S *et al*. No Effect of Menstrual Cycle Phase and Oral Contraceptive Use on Endurance Performance in Rowers. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 25, p. 1571, 2011.

WIECEK, M. *et al*. Effect of sex and menstrual cycle in women on starting speed, anaerobic endurance and muscle power. Acta Physiologica Hungarica, v. 103, p. 127, 2016.

Capítulo 04

CROSSFIT: INJÚRIAS DA PROPOSTA CORPORAL INTEGRADORA

EMANUEL MOURA DE SOUZA SANTOS (1)
LARISSA QUINTINO BARBOSA (1)
LUDMILA DRUMOND ARGÔLO (1)
LUÍSA DANTAS SILVEIRA (1)
MARIA EDUARDA RODRIGUES ZENATELI (1)
TALITA BANHOS GUZZO (1)
ELTON LUIZ BATISTA CAVALCANTE (2)

1 Acadêmico de Medicina da Faculdade Multivix Vitória–Vitória, ES, Brasil;
2 Professor do Módulo de Distúrbios Osteomusculares–Ortopedia e Traumatologia–da Faculdade Multivix Vitória–Vitória, ES, Brasil.

PALAVRAS-CHAVE:
Traumatismos em Atletas; Lesões esportivas; Crossfit.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

O Crossfit, modalidade criada na década de 90 por Greg Glassman, inicialmente, foi desenvolvido como proposta de treinamento militar (WAGENER *et al.*, 2020). O esporte teve o primeiro box inaugurado no estado da Califórnia e, em 2001, a categoria foi atrelada a um site que reunia propostas de treinos diários (WOD'S) e que permitia, também, a troca de experiências, relacionadas à categoria, levando à popularização e expansão para o público, em geral. Posteriormente, em 2003, desenvolveu-se um programa de afiliação que possibilitou a criação de novos boxes ao redor do mundo (SOUSA, 2016 *apud* ARCANJO *et al.*, 2018). Segundo COSTA *et al*. (2019), há mais de 13.000 centros aliados ao Crossfit no globo e cerca de 683 centros no Brasil.

A modalidade esportiva é caracterizada por possuir proposta integradora e exigir grande demanda cardiometabólica, à medida que reúne exercícios que trabalham o desenvolvimento corporal em sua integralidade, por meio de atividades de alta intensidade, teor multiarticular, com maior número de repetições e em menor intervalo de tempo. Sob essa perspectiva, são exploradas as 3 vias metabólicas e as 10 capacidades físicas (resistência cardiorrespiratória, força, vigor, potência, velocidade, coordenação, flexibilidade, agilidade, equilíbrio e precisão), potencializando o condicionamento físico (TIBANA; ALMEIDA; PRESTES, 2015; MEYER; MORRISON; ZUNIGA, 2017 *apud* ARCANJO *et al.*, 2018).

Tem como faixa etária predominante indivíduos na terceira década de vida, devido a sua maior estabilidade financeira, o que os permite arcar com o custo elevado do esporte (LOPES *et al.*, 2018). Por proporcionar resultados rápidos, possuir características competitivas e maior diversidade de exercícios, a modalidade tem demonstrado crescimento significativo, levantando a discussão a respeito do risco de ocorrência e reincidência de lesões (DOMINSKI *et al.*, 2018).

Nesse sentido, este capítulo tem por objetivo avaliar os fatores relacionados à prevalência de injúrias no Crossfit.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão sistemática de literatura realizada no período de agosto a setembro de 2021, por meio de pesquisas nas bases de dados PubMed e SciELO. Foram utilizados os descritores *"Athletic Injuries", "Sports Injuries"* e *"Cross Training".* Desta busca foram encontrados 179 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas inglês e português; publicados no período de 2016 a 2021 que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa, estudos de revisão bibliográfica, disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após os critérios de seleção restaram 10 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos em categorias temáticas abordando as lesões no CrossFit.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Epidemiologia do esporte

A maior incidência, reincidência e prevalência de lesões ocorre no sexo masculino, dada a menor procura do público por supervisão adequada dos treinos, em relação ao feminino (DOMINSKI *et al.*, 2018).

Em média, a maior ocorrência de injúrias relaciona-se aos participantes com menor tempo de performance na modalidade, estando associada à realização da técnica de forma inadequada e às lesões do tipo agudas e, também, aos praticantes com histórico de maior tempo de treinamento, com maior incidência de lesões crônicas e reagudizações, associados à prática com cargas extenuantes, maior número de repetições em um curto espaço de tempo, e realização da técnica de forma excessiva (DOMINSKI *et al.*, 2018).

Acrescentando-se à realização das atividades sob níveis elevados de fadiga e estresse físico e mental (ARCANJO *et al.*, 2018), além de ter maior probabilidade relacionada a atletas de nível competitivo, pela busca em superar e/ou atingir recordes pessoais (DOMINSKI *et al.*, 2018). Soma-se a isso, o fato de que portadores de lesões prévias, derivadas de outras modalidades esportivas ou patologias diversas têm maior predisposição à reincidência da lesão.

Os locais mais acometidos foram as articulações de maior instabilidade do corpo, como o ombro e o cotovelo (PAIVA *et al.*, 2021). Regiões anatômicas com alta incidência de lesões como coluna lombar, punho, mão e joelhos podem sofrer com a ocorrência de outras lesões musculoesqueléticas como as ligamentares (desencadeados pela realização de movimentos de maneira abrupta e que não permitem um controle articular suficiente (KYUNG & KIM, 2015 *apud* LOPES *et al.*, 2018), as tendinopatias ou alterações patológicas nos tendões devido ao uso repetitivo, podendo desencadear lesões futuras que alterem a morfologia da região (DAKIN; DUDHIA; SMITH, 2014 *apud* LOPES *et al.*,. 2018). Outras possíveis lesões são rabdomiolose, fadiga, déficit imunológico, dores musculares e articulares. Ainda sob essa perspectiva foram relatadas também alterações urinárias, mais frequentes no sexo feminino (LOPES *et al.*, 2021).

Comparando a outros esportes e modalidades, a taxa de lesão no crossfit não é tida como elevada, sendo semelhante à corrida de rua, tênis, ginástica e levantamento de peso olímpico, e possui uma incidência muito menor em relação ao rúgbi e futebol, o que se deve a ausência de fatores como contato físico e realização em terrenos irregulares (DOMINSKI *et al.*, 2018).

Fisiopatologia das Lesões

Ombro

O principal fator relacionado às lesões do ombro, apontadas como as mais recorrentes na modalidade, é a característica de realização do movimento acima da linha articular, uma vez que exigem elevada amplitude para a execução, promovendo redução do espaço subacromial, como os exercícios *overhead squat, push press, kettlebel swing e snatch* (DOMINSKI *et al.*, 2018). Em posições de flexão extrema, abdução e rotação interna, como ocorre no levantamento de peso, o risco de ocorrência de lesão na articulação do ombro é acentuado (SUMMIT *et al.*, 2016 *apud* DOMINSKI *et al.*, 2018).

Tais eventos foram atribuídos, essencialmente, aos exercícios de ginástica, responsáveis por 49% do total de injúrias nesta região. Ademais, o crossfit envolve muitos movimentos tradicionais de halterofilismo cujas lesões abrangem a porcentagem de 51%. Tendo em vista que, esses movimentos envolvem um

comprometimento considerável da estabilidade da articulação glenoumeral, urge a necessidade de alunos e treinadores estarem cientes dos potenciais riscos que englobam a prática inadequada (SUMMITT *et al.*, 2016).

Punho

No CrossFit, o punho é um local típico de lesões por uso demasiado, tendo essas injúrias relação com o início precoce e com a competição, combinadas com o aumento da pressão sobre os atletas para se destacarem. Devido ao tipo de treinamento e padrão de carga na articulação, a modalidade pode levar a lesões agudas como a epifisite radial, bem como a lesões como a fratura por estresse dos carpos e as mais variadas lesões tendíneas.

A longo prazo, possíveis acometimentos degenerativos por uso excessivo dessa articulação incluem a síndrome de impacto do escafóide e ulnocarpal, ambas associadas a sintomas e limitações incapacitantes, tendo relação com sustentação de carga substancial ou repetitiva. Esses atletas muitas vezes não relatam os sintomas ou procuram atendimento médico oportuno, fazendo autocuidado com medicação para analgesia e faixa de contenção.

Dentre os sintomas estão: dor; crepitações; edema; e limitação da amplitude de deslocamento. Outros sinais como artralgia, se relacionam ao caráter precoce de lesão no punho por uso excessivo, ao passo em que, limitações de movimento e desempenho indicam lesão por excesso de uso grave ou de característica crônica, visto que elas podem surgir apenas em estágio avançado (KOX *et al.*, 2017).

Coluna lombar

A modalidade, por promover repetição de movimentos de levantamento de carga e agachamento por descuido ou falta de orientação profissional especializada pode resultar em postura inadequada. De forma crônica a realização inadequada dessas atividades pode gerar problemas de coluna e dores intensas, principalmente na região lombar, que normalmente suporta a maior parte do peso nessa modalidade. Posturas inadequadas na execução do movimento, podem levar a alteração muscular e limitação da amplitude articular, sendo responsável por desencadear processos dolorosos como a lombalgia mecânica. Desse modo, é importante avaliar a correta aplicação dos movimentos no treino (MOEHLECKE & JUNIOR, 2017).

Joelho

A existência de uma baixa estabilidade do quadril pode interferir em um maior recrutamento do músculo reto femoral, como forma de compensação, podendo prejudicar a articulação do joelho (DE SOUZA *et al.*, 2017 *apud* ARCANJO *et al.*, 2018).

Fadiga Muscular e/ou Articular

A fadiga é definida como a incapacidade do sistema neuromuscular em produzir movimento, como resultado do acúmulo de produtos metabólicos finais, a exemplo do lactato, que, em concentrações exacerbadas, contribui para a diminuição da capacidade contrátil muscular (MATÉ-MUÑOZ *et al.*, 2017 *apud* ARCANJO *et al.*, 2018).

Os locais mais acometidos sintomatologicamente, são quadríceps, lombar e ombro, relacionados aos exercícios de alta intensidade, que demandam grande uso de determinado grupo muscular, somados ao pequeno intervalo de descanso, a fim de possibilitar a realização dos movimentos requeridos, sendo que a manifestação da lesão lombar pode estar relacionada à fraqueza dos músculos estabilizadores do tronco. (ARCANJO *et al.*, 2018).

Rabdomiólise

A condição pode vir a ocorrer em praticantes que se exercitam em níveis de alta intensidade (HAK *et al.*, 2021 *apud* DOMINSKI *et al.*, 2018)., e é caracterizada pelo dano renal, proveniente de injúria do tecido muscular, que ocasiona a liberação de mioglobina na corrente sanguínea (proteína de estrutura semelhante à hemoglobina e que tem aumento associado à destruição muscular, em geral). A Rabdomiólise não é um quadro exclusivo da modalidade crossfit, visto que outros esportes extenuantes podem levar à sua ocorrência e decorre, geralmente, da má prescrição de exercícios ou realização destes sem supervisão correta (WEISENTHAL *et al.*, *apud* DOMINSKI *et al.*, 2018).

Consequências

Incontinência Urinária

É a perda involuntária de urina, classificada em relação ao aspecto que a ocasiona, em: Incontinência Urinária de Urgência (IUU), relacionada a ocasiões de urgência miccional; Incontinência Urinária de Esforço (IUE), atrelada a situações que levam ao aumento da pressão intra-abdominal, a exemplo da tosse, espirro e esforços físicos e, por fim, Incontinência Urinária Mista (IUM), quando a perda ocorre em decorrência das duas causas anteriormente descritas.

A incidência, prevalência e reincidência de perda involuntária de urina em praticantes de crossfit é variável, e depende do tipo de atividade física envolvida, bem como da carga utilizada e frequência de treino. Os treinos da modalidade geram aumento acentuado da pressão intra-abdominal o que reflete, diretamente, na musculatura do assoalho pélvico, elevando o risco de desenvolver à IUE, bem como reincidir os demais tipos. Dessa forma, é crucial que os profissionais que acompanham atletas de crossfit façam a orientação adequada quanto aos possíveis sintomas urinários decorrentes (LOPES *et al.*, 2021).

Tratamento

A liberação miofascial é a preferência no tratamento dos sintomas referentes às dores musculares, próprias de atividades realizadas em alta intensidade e limitações de amplitude de movimento, proporcionando melhora da fadiga, relaxamento e auxílio na retirada de metabólitos, através do aumento das endorfinas plasmáticas (HARRIS; RICHARDS; GRANDO, 2012 *apud* ARCANJO *et al.*, 2018), diminuição dos níveis de hormônio do estresse (KIM *et al.*, 2014 *apud* ARCANJO *et al.*, 2018) e da ativação da resposta parassimpática (HENLEY *et al.*, 2008 *apud* ARCANJO *et al.*, 2018).

Dependendo da técnica de liberação, a pressão mecânica imposta no músculo deverá aumentar ou diminuir a excitabilidade neural, por proporcionar a estimulação dos receptores sensoriais e a diminuição da tensão muscular, reduzindo a excitabilidade neuromuscular (RODRÍGUEZ-HUGUET *et al.*, 2017 *apud* ARCANJO *et al.*, 2018). Os benefícios da liberação miofascial proporcionam, ao atleta, melhora de seu desempenho e reduzem riscos de possíveis lesões (SCHROEDER & BEST, 2015 *apud* ARCANJO *et al.*, 2018).

O ajuste quiroprático agudo mostrou-se eficaz na redução da percepção da lombalgia e na melhora da amplitude de movimento articular, visto que a manipulação osteoarticular leva à liberação miofascial e possui influência nas fibras nervosas que levam informações nociceptivas, tendo uso aplicável em outras articulações além da coluna. (MOEHLECKE & JUNIOR, 2017).

Portanto, a atuação conjunta dos coachs e fisioterapeutas, ensinando e supervisionando a

técnica correta dos exercícios é crucial na prevenção e tratamento dos sintomas agudos, influenciando no processo de recuperação muscular, diminuição de fadiga pós-treino e, consequentemente, das incidências e reincidências de lesões. (ARCANJO *et al.*, 2018).

CONCLUSÃO

O crossfit caracteriza-se por possuir proposta integradora e exigir grande demanda cardiometabólica, à medida que reúne exercícios que trabalham o desenvolvimento corporal em sua integralidade, por meio de atividades de alta intensidade e teor multiarticular. Por proporcionar certo nível de competitividade e resultados rápidos, tem apresentado crescente adesão populacional.

Os locais mais acometidos são as articulações de maior instabilidade, como ombro, coluna lombar, joelhos, tornozelos e punhos, provavelmente associadas à alta quantidade de peso, maior número de repetições em um curto espaço de tempo, e realização de forma incorreta e excessiva. Acrescentando-se à prática das atividades sob níveis elevados de fadiga, estresse físico e mental, podendo desencadear a ocorrência de: lesões músculo esqueléticas, ligamentares, tendinopatias ou alterações patológicas nos tendões, rabdomiólise, fadiga e dores musculares, articulares e vulnerabilidade do sistema imunológico. Soma-se a isso, o fato de que a maior probabilidade de lesão se relaciona ao maior período de prática e a atletas de nível competitivo.

Comparando com outros esportes e modalidades, a taxa de lesão no crossfit é semelhante à corrida, tênis, ginástica e levantamento de peso olímpico, e possui uma incidência muito menor em relação ao rúgbi e futebol. Ademais, pela ausência de acompanhamento profissional adequado e por sensação de maior autonomia, o maior risco de lesões está associado ao sexo masculino.

Dentre as consequências das lesões da categoria, estão alterações urinárias, mais frequentes no sexo feminino, lombalgia crônica e sequelas de outras lesões osteomusculares e ligamentares.

Diante do exposto, entende-se que a probabilidade de lesões está mais relacionada à intensidade e modo com que os exercícios são realizados que à prática da modalidade crossfit propriamente dita, tendo maior prevalência, incidência e reincidência de lesões no sexo masculino. Alertando para a realização da técnica correta supervisionada por equipe multidisciplinar, composta por profissionais qualificados como instrutores de crossfit, fisioterapeutas e médicos do esporte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCANJO, G.N, *et al.* Prevalência de sintomas osteomusculares referidos por atletas de Crossfit. Motricidad, v.14, n. 1, p. 259, 2018.

COSTA, T.S, *et al.* Crossfit®: Injury Prevalence and Main Risk Factors. *Clinics*, v. 74, p.1, 2019.

DAKIN, S. G., DUDHIA, J., & SMITH, R. K. Resolving an inflammatory concept: the importance of inflammation and resolution in tendinopathy. Veterinary immunology and immunopathology, n.158, v.3, p.121, 2014, *apud* LOPES *et al*. (2018).

DE SOUZA, L. M. L. *et al*. Is myoelectric activity distributed equally within the rectus femoris muscle during loaded, squat exercises? Journal of Electromyography and Kinesiology, n.33, v.1, 10, 2017, *apud* ARCANJO *et al*. (2018).

DOMINSKI, F.H, *et al.* Perfil de lesões em praticantes de CrossFit: revisão sistemática. Fisioterapia e Pesquisa, v. 2, n.25, p.229, 2018.

HAK, P. T, *et al*. The nature and prevalence of injury during CrossFit training. The Journal of Strength and Conditioning Research, 2013, *apud* DOMINSKI *et al*. (2018).

HARRIS, M., RICHARDS, K. C., GRANDO, V. T. The effects of slow-stroke back massage on minutes of nighttime sleep in persons with dementia and sleep disturbances in the nursing home: a pilot study. Journal of Holistic Nursing, v.30, n.4, p. 255, 2012, *apud* ARCANJO *et al*. (2018).

HENLEY *et al*. Osteopathic manipulative treatment and its relationship to autonomic nervous system activityas demonstrated by heart rate variability: a repeated measures study. Osteopathic Medicine and Primary Care, n.2 v.1, p.7, 2008 *apud* ARCANJO *et al*. (2018).

KIM, K., *et al*. Effect of self-myofascial release on reduction of physical stress: a pilot study. Journal of physical therapy science, v.26, n.11, p.1779, 2014, *apud* ARCANJO *et al.* (2018).

KOX, L.S, *et al.* Overuse wrist injuries in young athletes: What do sports physicians consider important signals and functional limitations?. Journal of Sports Sciences, v. 36, 86, 2018.

KYUNG, H. S., & KIM, H. J. Medial patellofemoral ligament reconstruction: a comprehensive review. Knee surgery & related research, v. 27 n.3, p.133, 2015, *apud* LOPES *et al.* (2018).

LOPES, E, *et al.* Frequência de incontinência urinária em mulheres praticantes de crossfit: um estudo transversal. Revista Fisioterapia e Pesquisa, v. 27, n. 3, p. 287, 2020.

.

LOPES, P. *et al.* Lesões osteomioarticulares entre os participantes de crossfit. Revista Fisioterapia e Pesquisa, v. 25, n. 2, p. 229, 2018.

MATÉ-MUÑOZ, J.L *et al*. Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. PloS One, v. 12, n.7, p.e0181855, 2017, *apud* ARCANJO *et al*. (2018).

MEYER, J.; Morrison, J.; Zuniga, J. (2017). The Benefits and Risks of CrossFit: A Systematic Review. WorkplaceHealth & Safety, v.6, n.12, 2017, *apud* ARCANJO *et al*. (2018).

MOEHLECKE, D. & JUNIOR, L.A.F. "Effectiveness of chiropractic adjustment in lumbar pain in CrossFit practitioners, Coluna, v.16, n.3, p.193, 2017.

PAIVA, T.M.M, *et al.* Correlation between Previous Sedentary Lifestyle and CrossFit-Related Injuries. *Einstein (Sao Paulo, Brazil)*, v. 19, p. eAO5941, 2021.

RODRÍGUEZ-HUGUET, *et al*. Effects of Myofascial Release on Pressure Pain Thresholds in Patients With Neck Pain: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, v.97, n.1, p.16, *apud* ARCANJO *et al*. (2018).

SCHROEDER, A.N.& BEST, T.M. Is self myofascial release an effective pre exercise and recovery strategy? A literature review. Current sports medicine reports, v.14, n.3, p.200, *apud* ARCANJO *et al*. (2018).

SOUSA, D. I. A. Avaliação da adição ao exercício físico e da psicopatologia em praticantes de Crossfit [Dissertação]. Porto: Universidade Lusófona do Porto, 2016 *apud* ARCANJO *et al*. (2018).

SUMMIT, R.J., *et al*. Shoulder injuries in individuals who participate in CrossFit training. Sports Health, v.8, p.541, 2016, *apud* DOMINSKI *et al*. (2018).

SUMMITT R. J. *et al.* Shoulder Injuries in Individuals Who Participate in CrossFit Training, Sports Health, v. 8, n.6, p. 541, 2016.

WAGENER S. *et al*. CrossFit - Development, Benefits and Risks. Sportorthopa¨die-Sporttraumatologie, v.36, n.3, p.241, 2020.

WEISENTHAL, B.M., *et al*. Injury rate and patterns among CrossFit athletes. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. v.2, p.4, 2014, *apud* DOMINSKI *et al*. (2018).

Capítulo 05

DOENÇA DE OSGOOD-SCHLATTER

MARIANA RIBEIRO MACHADO (1)
ESTELA DE JESUS SILVA (1)
LAYANNE EMANOELE VIEIRA APOLINÁRIO (1)
BIANCA DOS SANTOS MEYER (1)
PAULA DE CÁSSIA NUNES ASSUNÇÃO GUIMARÃES (1)
VITÓRIA LOPES SOARES CORDEIRO (1)
JOÃO OTÁVIO SILVA SCHMIDT (1)
JOSUÉ TORREJON ALI (1)
HELEN FARIAS (1)
LUCAS RIBAS MIRANDA (1)
Pedro Henrique Ribeiro (2)
Paulo Sérgio Martins Castelo Branco (2)
1 Discente – Medicina Universidade Estácio de Sá Campus Ulysses e Mora Guimarães;
2 Docente – Medicina Universidade Estácio de Sá Campus Ulysses e Mora Guimarães.

Palavras-chave:
Apofisite da tuberosidade anterior da tíbia; Doença de Osgood-Schlatter; Síndrome de Osgood-Schlatter.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A doença de Osgood-Schlatter (OSD) é uma apofisite de tração da tuberosidade anterior da tíbia, que ocorre devido ao esforço de repetição do músculo quadríceps, além da avulsão crônica do tubérculo tibial (KANEUCHI, Y. *et al.,* 2018), que geram microtraumas repetidos na tuberosidade anterior da tíbia (TAT) durante a formação do centro de ossificação secundário. Foi descrita em 1903, por Osgood nos Estados Unidos e por Schlatter na Alemanha, e se caracteriza por dor na região anterior do joelho, edema, aumento da sensibilidade local acompanhada do aumento de volume da tuberosidade anterior da tíbia (CASTILHO; SILVA, 2009).

A patologia é uma condição que acomete normalmente crianças e adolescentes que praticam atividades esportivas. Em meninos, geralmente ocorre na idade de 10 a 15 anos e nas meninas na idade de 8 a 14 anos. O aparecimento dos sintomas ocorre durante a fase de "estirão de crescimento" principalmente dos jovens que possuem uma prática regular de atividade física, sobretudo nos praticantes de futebol, basquete, vôlei e ginástica, pois requerem flexão e extensão repetitivas do joelho (HANADA; *et al.,* 2012; LADENHAUFA*; et al.,* 2020; VALDIVIEZO; 2012).

É sugerido que alguns fatores de risco associados ao desenvolvimento de Osgood-Schlatter sejam o crescimento epifisário, fatores traumáticos, fatores mecânicos e variantes anatômicas, além da flexibilidade. A tensão nos músculos quadríceps também pode aumentar a tração do tendão da rótula na placa de crescimento na parte superior da tíbia, causando a doença (LUCENA, 2010).

O tratamento da OSD tem como objetivo principal a diminuição da dor e edema na região de tuberosidade tibial (VAISHYA *et al.,* 2016). É recomendado para a maioria dos pacientes o tratamento conservador, entretanto, em alguns casos, o tratamento cirúrgico é aconselhado (VAISHYA *et al.,* 2016; MUN & HENRIKUS, 2021).

O objetivo deste estudo foi reunir as principais informações a respeito da OSD, ampliando a disseminação do conhecimento a cerca da mesma, facilitando o diagnóstico e tratamento, fazendo-se especialmente necessário após se verificar a escassez de conteúdo atualizado sobre a OSD escritos em português.

MÉTODO

A metodologia utilizada na construção desse capítulo de livro foi a revisão integrativa da literatura, realizada através do método PVO, onde o P representa a Patologia pesquisada, o V representa as Variáveis, e O os Outcomes (desfecho).

P – Síndrome de Osgood-Schlatter - Artigos onde um dos problemas seja a Síndrome de Osgood-Schlatter.

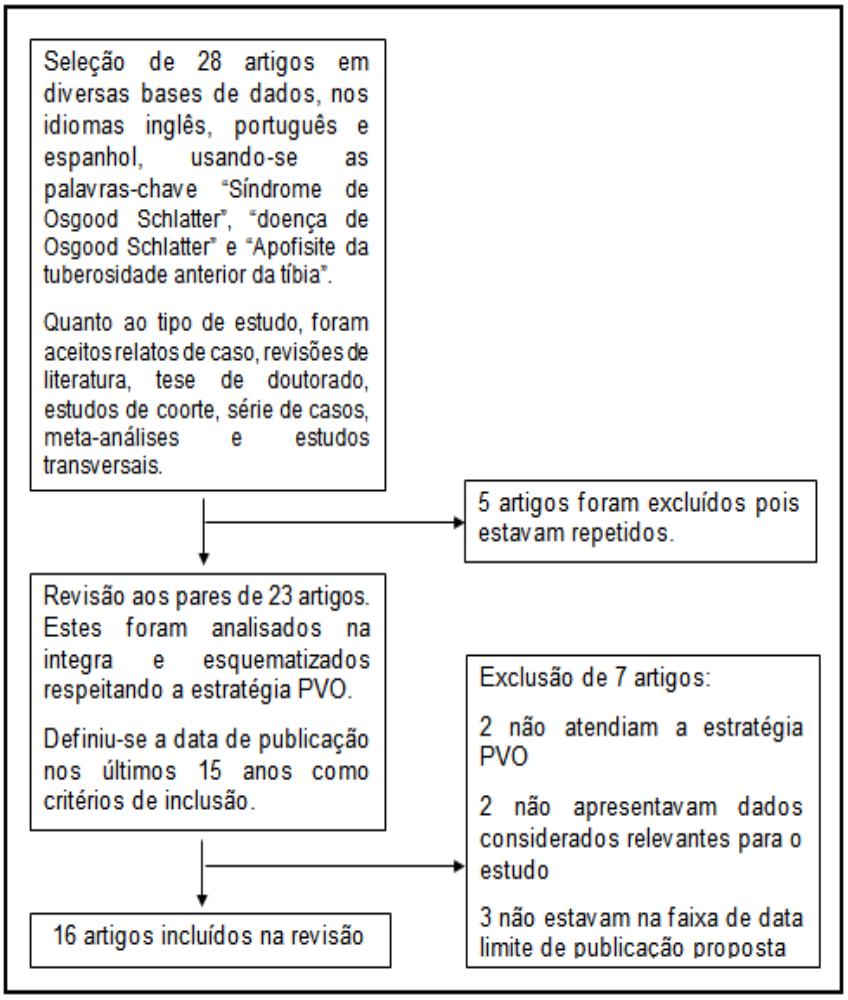
V – Fatores de risco - Artigos que tragam variáveis que podem ter levado a esse desfecho, como idade e prática de atividades físicas.

O – Diagnóstico - Como se conduziu esse desfecho, independente da forma (pois depende das variáveis).

A pesquisa foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO, LILACS, Latindex E MEDLINE, além de teses de doutorado, nos idiomas inglês, português ou espanhol, publicados nos últimos 15 anos. As palavras chaves usadas foram "Síndrome de Osgood Schlatter", "Doença de Osgood Schlatter" e "Apofisite da tuberosidade anterior da tíbia". Os dados foram

organizados segundo autores, país, ano da publicação, método de estudo, objetivos, resultados e desfecho dos estudos, e posteriormente analisados pelos autores. Após a aplicação do método e da revisão aos pares, 16 artigos foram selecionados para fazer parte da elaboração do presente trabalho. O fluxo seguido para a seleção dos artigos pode ser visto na **Figura 5.1**.

Figura 5.1 Fluxo do processo de seleção dos artigos para revisão integrativa



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados

Dos dezesseis artigos analisados nesse trabalho, 5 são revisões de literatura, 5 são relatos de caso, 3 são estudos transversais, 1 é estudo de caso controle e 2 são estudos de coorte (1 retrospectivo e 1 prospectivo). Em relação ao idioma de publicação, 10 estão em inglês, 2 em português e 4 em espanhol. Os artigos analisados que atenderam a temática proposta pela estratégia PVO estão descritos no **Quadro 5.1**, juntamente com suas principais contribuições.

Quadro 5.1 Características gerais dos estudos incluídos neste trabalho

Título	Autores	Tipo de estudo	Contribuições
A systematic review on conservative treatment options for Osgood-Schlatter disease	Neuhaus, Cornelia et al., 2021	Revisão de literatura	O estudo demonstrou que não existe evidência sobre a eficácia de programas de exercícios específicos como o alongamento para pacientes com OSD e que existem poucas evidências para o uso de injeções com anestésico local para a doença. Levantou a necessidade de mais ensaios clínicos randomizados que visem analisar a eficácia dos tratamentos propostos para a OSD.
Long-term Prognosis and Impact of Osgood-Schlatter Disease 4 Years After Diagnosis	Guldhammer et al., 2019	Estudo de coorte retrospectivo	A OSD nem sempre é autolimitada, nesse sentido, ao analisar os participantes, o estudo demonstrou diminuição da qualidade de vida e da função autorrelatada pelos pacientes com dores contínuas decorrentes da OSD, além de prejuízo na prática de atividade física.
Enfermedad de Osgood-Schlatter	Miranda et al., 2019	Relato de caso	O estudo acompanhou através de radiologias realizadas durante 3 anos um paciente de 11 anos (na época do diagnóstico) com OSD. Foi observado aumento da avulsão de ambas as tuberosidades tibiais anteriores. Apesar disso, não houve aumento da dor ou modificação no tratamento inicial, que foi conservador.
Surgical Treatment Outcomes of Unresolved Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Athletes	Mum & Henrikus, 2021	Relato de caso	O trabalho buscava elucidar o resultado do tratamento intervencionista da OSD em jovens atletas, concluindo que o a abordagem cirúrgica pode ser uma boa escolha para os casos em que os sintomas são persistentes, entretanto, destacou que é necessária uma população maior para melhor análise dos dados.
Enfermedad de Osgood-Schlatter en un paciente de 23 años	Carboni et al., 2010.	Relato de caso	Apontou que o início do desenvolvimento da OSD está mais relacionada à idade de desenvolvimento ósseo do indivíduo, que diretamente à idade cronológica.
Fracturas de la tuberosidad anterior de la tibia en adolescentes con esqueleto inmaduro	Levy et al., 2011	Estudo de caso controle	Demonstrou a importância da diferenciação da fratura da TAT para a OSD para o tratamento adequado, visto que é mais comum a necessidade de tratamento cirúrgico na fratura da TAT que na OSD.
Evaluating anterior knee pain	Hong & Kraft,2014	Revisão de literatura	O artigo descreve algumas das causas comuns e menos comuns da dor na região anterior do joelho, como Bursite, Condromalácia, Doença de Osgood Schlatter, fraturas patelares, subluxação patelar e outras, abordando o diagnóstico e tratamento para cada condição, bem como pontos-chave.
Osgood–Schlatter disease: a 2020 update of a common knee condition in children	Ladenhauf, et al., 2020	Revisão de literatura	Ressaltou o atual padrão de diminuição da diferença de prevalência da OSD na distribuição por sexo, devido ao aumento da participação de mulheres jovens em esportes de alto impacto.

Relationship between the clinical findings and radiographic severity in Osgood–Schlatter disease	Hanada et al., 2012	Estudo transversal	O estudo apontou que a idade média dos meninos era significativamente maior que a das meninas no momento do desenvolvimento da OSD. Mostrou também que os pacientes em um estágio ósseo posterior apresentaram maior grau de gravidade da doença e que os meninos e meninas que tinham menos peso ou índice de massa corporal apresentaram menor gravidade da OSD.
Osgood-Schlatter Disease as a Possible Cause of Tibial Tuberosity Avulsion	Carius, Brandon et al., 2021	Relato de caso	Demonstrou que quando o paciente não diminui a intensidade das atividades, o microtrauma contínuo da tuberosidade tibial pode levar à avulsão óssea em populações pediátricas. Apesar do manejo conservador com imobilização do membro ser uma opção, a fixação cirúrgica demonstra melhores resultados.
Prevalência e fatores associados da síndrome de Osgood-Schlatter em uma amostra populacional de adolescentes brasileiros	Lucena, 2010	Estudo transversal	Demonstrou que, no Brasil, a prevalência da OSD na população analisada foi de 9,8%, sem diferenças entre os sexos e que a prática regular de esportes na puberdade e o encurtamento do músculo reto femoral foram os principais fatores associado à presença de doença. A prevenção da doença em jovens durante a fase de crescimento pode ser alcançada concentrando-se no alongamento muscular adequado antes atividades esportivas.
Doença de Osgood Schlatter - Revisão Bibliográfica e Proposta de Tratamento	Castilho & Silva, 2009	Revisão de literatura	Constatou que há pequena parcela de trabalhos que abordem o tratamento fisioterapêutico da OSD, por isso, elaborou uma nova proposta de tratamento e prevenção da OSD através de exercícios de alongamentos, exercícios resistidos, propriocepção e eletroterapia.
Pathogenic Factors Associated With Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Male Soccer Players	Watanabe et al., 2018	Estudo de coorte prospectivo	O trabalho aponta que a altura, peso, IMC, tensão do músculo quadríceps femoral nas pernas de chute e apoio, e tensão do músculo gastrocnêmio, tensão do músculo solear e arco longitudinal medial na sustentação perna, foram os fatores patogênicos associados à OSD na perna de apoio de jogadores de futebol adolescentes do sexo masculino.
Bony Maturity of the Tibial Tuberosity With Regard to Age and Sex and Its Relationship to Pathogenesis of Osgood-Schlatter Disease	Kaneuchi et al., 2018	Estudo transversal	O trabalho concluiu que o processo de maturação óssea ocorreu 1 a 2 anos antes nas participantes do sexo feminino em comparação com participantes do sexo masculino e que o risco de OSD aumenta com a idade nos homens, mas não nas mulheres. Além disso, também apontou que prevalência da OSD sintomático tendeu a aumentar com a idade e maturidade óssea.
Apophysitis of the Tibial Tuberosity (Osgood-Schlatter Disease): A Review	Vaishya, et al., 2016	Revisão de literatura	Traz interessante contribuição sobre o tratamento cirúrgico, apontando que a cirurgia pode ser indicada principalmente após a fusão da apófise e que a excisão do ossículo é o método cirúrgico comum, sendo opcional a retirada de quaisquer proeminências da tuberosidade tibial.
Enfermedad de Osgood- Schlatter. Reporte de un caso	Valdiviez, 2012	Relato de caso	Reforçou a eficiência do tratamento conservador com descanso, gelo, anti-inflamatórios e fisioterapia para a melhora do quadro da OSD.

Discussão

A OSD é uma patologia osteomuscular, que afeta o periósteo e a zona epifisária de tecido ósseo na apófise tibial, cujas principais características são dores no joelho e na região ao redor da apófise da tuberosidade tibial, que se agravam aos esforços físicos e aliviam com repouso. Caracteriza-se por aumento da sensibilidade no local acompanhado de hiperemia, aumento do volume da tuberosidade tibial e da inserção do tendão rotuliano e, podem apresentar claudicação. O principal fator de risco é a prática de atividades esportivas intensas, que resultam em danos repetitivos e aumento de citocinas inflamatórias, além da redução dos mediadores anabólicos. Por outro lado, as atividades moderadas podem ser vistas como fatores protetores por induzir o aumento da atividade do hormônio do crescimento e elevar a atividade osteoblástica nas áreas da inserção muscular, causando um estímulo para o aumento na mineralização (LADENHAUF *et al.*, 2020; LUCENA, 2010; NEUHAUS, 2021; LUCENA, 2010).

Epidemiologia

A OSD afeta com maior frequência jovens na fase da puberdade, pois tem relação com o crescimento e com a inserção no meio esportivo de alta e média intensidade, como basquete, futebol, ginástica esportiva e outros. Prova-se que essa patologia é mais prevalente na população esportista em fase de crescimento, visto que estudos apontam que cerca de 21,2% dos adolescentes atletas analisados desenvolveram a OSD, contra 4,5% de adolescentes sedentários (MUN & HENNRIKUS, 2021). Este fenômeno ocorre, em média, dos 10 aos 15 anos de idade para o sexo masculino, e dos 8 aos 14 anos para o sexo feminino, com maior predomínio nos homens do que nas mulheres com uma prevalência de 5:1 (LADENHAUF *et al.*, 2020. LEVY *et al.*, 2011).

Apesar disso, é válido salientar que um estudo analisado apontou que o início do desenvolvimento da OSD está mais relacionado à idade de desenvolvimento ósseo do indivíduo, que diretamente à idade cronológica, pois foi relatado o caso de um paciente de 23 anos que desenvolveu a doença (CARBONI *et al.*, 2010).

A maior frequência nos homens pode estar relacionada à maior inserção destes no meio esportivo e também por possuírem o fechamento da cartilagem mais tardia que as mulheres, todavia, o número de meninas acometidas vem crescendo, especialmente porque elas estão cada vez mais inseridas no universo esportivo. (LADENHAUF *et al.*, 2020).

Etiopatologia

A causa exata do OSD é desconhecida, mas acredita-se que é secundário a microtraumas repetitivos da tuberosidade tibial ou devido a um aperto do quadríceps. Uma hipótese comum sugere um desenvolvimento assíncrono do osso e dos tecidos moles, em particular o músculo reto femoral, durante o estágio de maturação (NEUHAUS, 2021).

A teoria fisiopatológica por trás do OSD reside em um apofisite de tração devido ao esforço repetitivo no centro de ossificação secundário da tuberosidade tibial. Na literatura descobriram que os resultados de OSD de estresse repetitivo está relacionada ao crescimento do centro de ossificação secundário da tuberosidade tibial durante a maturação apofisária, o que resulta em fragmentação do tubérculo tibial (LADENHAUF HN, *et al.*, 2020; CASTILHO & SILVA, 2009). Este processo de crescimento é classificado em 4 fases: a fase cartilaginosa (idades 0-11 anos); a fase apofisária (idades 11-14 anos); a fase epifisária

(idades 14-18 anos); e a fase óssea (idades> 18 anos) (WATANABE *et al.*, 2018).

A maior frequência dos acometimentos acontece no estágio apofisário (idade 11–14), causado por inflamação de fricção repetida do músculo quadríceps na cartilagem epifisária do tubérculo tibial. Logo, tensão repetitiva no ponto de inserção no tendão patelar pode resultar em pequenas fraturas por avulsão que ocorrem na TAT.

Posteriormente, estes são seguidos por esclerose e fragmentação do tubérculo tibial com inchaço e dor intensa dos tecidos moles, que pode levar a não união deste centro de ossificação secundário e subsequente aumento ósseo do tubérculo da tíbia (LADENHAUF *et al.*, 2020).

Manifestações Clínicas

As principais manifestações clínicas que podem ser observadas são as dores intensas no joelho, especialmente após esforços que necessitem de uma forte contração do músculo quadríceps, revelando uma proeminência óssea bastante visível ao movimentar-se. Além da dor, o quadro clínico é acompanhado de edema, calor no local, aumento de volume do tubérculo tibial e incapacidade de movimentar o joelho em posição flexionada (LUCENA, 2010; LADENHAUF *et al.*, 2020).

Diagnóstico

O diagnóstico é clínico, toma por base o resultado de um exame físico, porém, normalmente utiliza-se alguns exames de imagem também (LADENHAUF *et al.*, 2020).

Na anamnese, pacientes com OSD relatam dor anterior no joelho que aumenta com atividade física frequente. O desconforto anterior do joelho pode ser exacerbado por ajoelhado ou agachado, subindo ou descendo colinas ou inclinações, subindo ou descendo escadas, levantando-se da posição sentada ou permanecendo na mesma posição por muito tempo. No exame físico, o joelho afetado pode se apresentar com leve inchaço, sensibilidade do tubérculo tibial e possível espessamento do tendão patelar (LADENHAUF *et al.*, 2020; HONG & KRAFT, 2014).

Em geral, o diagnóstico de OSD pode ser obtido clinicamente sem avaliação radiológica. Contudo, a imagem do joelho é recomendada para diagnosticar ossículos livres e descarta ainda outras condições como lesões ósseas, tumores ou infecções. Quando solicitar imagens radiográficas, deve-se ter em mente que ainda é discutível se a fragmentação do tubérculo tibial é um processo patológico concomitante com OSD ou se mostra apenas um estágio fisiológico de ossificação.

Além disso, varreduras rápidas podem ser obtidas, como ultrassom que nos mostra um espessamento edematoso da inserção do tendão patelar, ressonância magnética também pode mostrar espessamento do tendão patelar ou tomografia computadorizada (LADENHAUF *et al.*, 2020; CARBONI *et al.*, 2010).

Tratamento

O objetivo principal no tratamento é a redução da dor e do inchaço na tuberosidade da tíbia. Para isso, podemos fazer o uso do tratamento conservador ou do tratamento cirúrgico, sendo o tratamento conservador recomendado na maioria dos casos (VAISHYA *et al.*, 2016; VALDIVIEZO, 2012).

Tratamentos conservadores incluem imobilização controlada, alongamento e redução da atividade, compressa de gelo, anti-inflamatórios como o Ibuprofeno e Naproxeno usados em curtos períodos. Atualmente existem vários estudos sobre injeção de dextrose, lidocaína ou plasma autólogo, condicionado no

tendão patelar para fornecer alívio sintomático também. (VAISHYA *et al.*, 2016; VALDIVIEZO, 2012). A diminuição das atividades é especialmente importante, pois quando o paciente não reduz a intensidade das atividades, o microtrauma contínuo da tuberosidade tibial pode levar à avulsão óssea em populações pediátricas (CARIUS *et al.*, 2021). Todavia, a conduta de cessar atividades até que a dor diminua pode levar a implicações sérias sobre as atividades ao longo prazo, se a dor durar por vários anos, faz-se importante tentar maneiras de manter o paciente ativo, sem agravamento da dor (GULDHAMMER *et al.*, 2019).

Já o tratamento cirúrgico é indicado quando a dor persiste apesar das medidas de tratamento conservador e após a maturação óssea**.** Realizada por um cirurgião ortopédico, o procedimento consiste em uma excisão aberta do ossículo, tuberculoplastia e reparo do tendão patelar ao osso com âncora de sutura em cada caso, procedimentos artroscópicos e procedimentos bursoscópicos. As recomendações pós-cirúrgicas são de repouso por quatro semanas, evitando realizar atividades que causem dor, aplicação de gelo local por 20 minutos, durante sete dias, e posteriormente, o paciente deve ser encaminhado para a reabilitação. Neste momento, a prioridade é o fortalecimento muscular, treinamento da marcha e o controle da dor, visando restaurar a funcionalidade do joelho. Para isso, são recomendados exercícios para a melhora dos músculos, quadríceps, isquiotibiais e gastrocnêmio (VAISHYA *et al.*, 2016; VALDIVIEZO, 2012; MUN & HENNRIKUS *et al.*, 2021).

CONCLUSÃO

A doença de Osgood-Schlatter é uma condição que pode estar associada a um surto de crescimento (NEUHAUS *et al.*, 2021), bem como a prática de esportes que envolvem corrida, salto (NEUHAUS *et al.* 2021), principalmente o basquete, vôlei e futebol (NEUHAUS *et al.;* 2021). Além de fatores como o índice de massa corpórea que influenciam na gravidade da doença (HANADA *et al.*, 2012). O diagnóstico é clínico e radiológico (MIRANDA *et al.*, 2019), com apresentação no exame físico de proeminência localizada no tubérculo tibial (HONG & KRAFT ,2014) com a possibilidade da doença se apresentar de forma autolimitada, geralmente no fim da infância e os sintomas desaparecerem sem necessidade de tratamento (VAISHYA *et al.*, 2016; WATANABE *et al.*, 2018).

Porém, em casos que a doença evolui com dores contínuas e interfere na qualidade de vida (GULDHAMMER, C. *et al.*, 2019), a abordagem incluiu tratamento conservador (NEUHAUS *et al.*; LEVY *et al.*, 2011*;* CARIUS *et al.*, 2021) com restrição de atividades físicas ou esportivas, evitar atividades que causem dor, tratamento farmacológico, reabilitação com exercícios de fortalecimento, imobilização gessada, (VALDIVIEZO, 2012) e alongamento (NEUHAUS *et al.;* 2021; CASTILHO & SILVA, 2009).

Caso o tratamento conservador não seja suficiente para melhorar as dores que podem se tornar incapacitantes, a intervenção cirúrgica por meio da excisão do ossículo (MUN & HENRIKUS, 2021; VAISHYA *et al.*, 2016) pode ser uma opção para indivíduos que alcançarem a maturidade esquelética (MUN & HENRIKUS, 2021) após a fusão da apófise (VAISHYA *et al.*, 2016).

Indicações cirúrgicas são raras (VAISHYA *et al.*, 2016), sendo mais realizadas principalmente para atletas voltarem a praticar esportes (MUN & HENRIKUS, 2021). Neste caso, é importante o acompanhamento com fisioterapia no pós-cirúrgico (CASTILHO & SILVA,

2009). Com o intuito de prevenir esta doença no que se refere à prática esportiva, são indicados alongamento de quadríceps, alongamento de isquiotibiais e, ainda, programas de treinamento balanceado (LADENHAUF *et al.*;2020).

Assim, percebe-se que o manejo desta condição é de natureza multidisciplinar, integrando, por exemplo, profissionais que incluem médico, profissional de educação física e fisioterapeuta para a prevenção e promoção do bem-estar máximo do paciente, minimizar os efeitos desta doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARBONI, M. B. *et al*. Enfermedad de Osgood-Schlatter en un paciente de 23 años: informe de un caso. Revista Asociação. Argentina de Ortopedia Traumatologia, v. 75, n.4, p. 388, 2010.

CARIUS, B. *et al.* Osgood-Schlatter Disease as a Possible Cause of Tibial Tuberosity Avulsion. Cureus, v.13 p.2, 2021.

CASTILHO, F.R. & SILVA, S.A. Doença de Osgood Schlatter - Revisão Bibliográfica e Proposta de Tratamento. Revista Inspirar, v. 1, n.2, p.24, 2009.

GULDHAMMER C.; *et al*. Long-term Prognosis and Impact of Osgood-Schlatter Disease 4 Years After Diagnosis: A Retrospective Study. The Orthopaedic Journal of Sports Medicine, v. 31, p. 10, 2019.

HANADA, M. *et al.* Relationship between the clinical findings and radiographic severity in Osgood–Schlatter disease. Open Access Journal of Sports Medicine, v. 3, p.17, 2012.

HONG, E. & KRAFT, M.C. Evaluating anterior knee pain. Med Clin North Am, v. 98, n.4, p. 697, 2014.

KANEUCHI, Y. e*t al*. Bony Maturity of the Tibial Tuberosity With Regard to Age and Sex and Its Relationship to Pathogenesis of Osgood-Schlatter Disease. The Orthopaedic Journal of Sports Medicine, v.6, n.1, p.8, 2018.

LADENHAUF, H. N. *et al.* Osgood–Schlatter disease: a 2020 update of a common knee condition in children. Current Opinion in Pediatrics, v. 32, n.1, p.107, 2020.

LEVY, E. *et al.* Fracturas de la tuberosidad anterior de la tíbia en adolescentes con esqueleto inmaduro. Revista Asssociação Argentina Ortopedia e Traumatologia, v. 77, p. 39, 2011.

LUCENA, G.L. Prevalência e fatores associados da síndrome de Osgood-Schlatter em uma amostra populacional de adolescentes brasileiros [Tese]. Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

MIRANDA, P. *et al.* Enfermedad de Osgood-Schlatter. Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología, v.33, n.1, 2019.

MUN, F. & HENRIKUS W. L. Surgical Treatment Outcomes of Unresolved Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Athletes. Case Reports in Orthopedics, v.2021, 2021.

NEUHAUS, C. *et al.* A systematic review on conservative treatment options for OSGOOD-Schlatter disease. Physical Therapy in Sport. V. 49, p. 178, 2021.

VAISHYA, R. *et al.* Apophysitis of the Tibial Tuberosity (Osgood-Schlatter Disease): A Review. Cureus v. 8,9, p.13, 2016.

VALDIVIEZO, A. A. Enfermedad de Osgood-Schlatter. Reporte de un caso clinico. Revista Electrónica de PortalesMedicos.com, 2012. Disponível em: < https://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articles/4390/1/Enfermedad-de-Osgood-Schlatter-Reporte-de-un-caso-clinico.html> .

WATANABE, H. *et al.* Pathogenic Factors Associated With Osgood-Schlatter Disease in Adolescent Male Soccer Players: A Prospective Cohort Study. Orthophaedic Journal Sports Medicine. v. 6, 2018.

Capítulo 06

REABILITAÇÃO PÓS COVID-19

JOÃO PEDRO GONÇALVES DOS SANTOS (1)
MARCELA GUEDES MACIEL VIEIRA (1)
RAPHAEL CARREIRO MOURA (1)
PAULO HENRIQUE DAMBROZ GOBETE (1)
THAYLANA PINTO LEGENTIL (1)
FELIPE RODRIGUES DA MOTA (1)
FELIPE CORRÊA MASSAHUD (1)
JOSÉ ANTÔNIO CALDAS TEIXEIRA(2,3)

1 Discente – Medicina da Universidade Federal Fluminense (UFF);
2 Docente – Departamento de Medicina Clínica da Universidade Federal Fluminense (UFF);
3 Diretor Médico – Clínica Fit Center.

Palavras-chave:
Reabilitação cardiopulmonar; Medicina do Exercício; COVID-19.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

No final de 2019, um novo coronavírus, designado como SARS-CoV-2, emergiu na cidade de Wuhan, China, e causou um surto de pneumonia viral. Essa doença foi designada como COVID-19, tinha característica de ser altamente transmissível, e se espalhou rapidamente por todo o mundo, sendo declarada oficialmente, em 11 de março de 2020, pela Organização Mundial da Saúde (OMS) uma pandemia (HU *et al.*, 2021). Na América do Sul, o Brasil foi o primeiro país a reportar um caso de COVID-19, em 26 de fevereiro de 2020 (LOBO *et al.*, 2020). Segundo a OMS, até 16 de setembro de 2021, haviam sido registrados 226.236.577 de casos da doença em todo o mundo, ocasionando 4.654.548 óbitos (WHO, 2021). De acordo com dados do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), nos Estados Unidos ocorreram até o dia 16 de setembro de 2021, 41.593.179 casos, resultando em 666.440 óbitos, o que representa mortalidade aproximada de 1,60% (CDC, 2021).

A infecção pelo coronavírus tem como uma das suas vias de entrada do vírus em células do corpo humano os receptores da Enzima Conversora de Angiotensina 2 (ECA2), que são expressos, predominantemente, nos pulmões, mas também em todo o sistema cardiovascular (LALA *et al.*, 2020). Dentre os sintomas da doença estão a presença de febre, tosse, cefaleia, mialgia, fadiga, anosmia, ageusia. Todas as idades são suscetíveis à infecção por SARS-CoV-2 e a idade média da infecção é de 50 anos, com manifestações clínicas variando com a idade (HU *et al.*, 2021). Além disso, estudos comprovam o aumento do risco de morbimortalidade devido à COVID-19 em indivíduos com comorbidades pré-existentes. Dentre as comorbidades cardiovasculares prévias, incluem-se a HAS, Doença Arterial Coronariana (DAC) e Insuficiência Cardíaca (IC). Tem-se evidências de lesão do tecido cardíaco demonstrado que pode, tanto levar a alterações clínicas como também alterações em diversos exames: elevação dos marcadores de necrose miocárdica (troponinas), alterações eletrocardiográficas, ecocardiográficas e na ressonância nuclear magnética. Isso contribui para o pior prognóstico da doença em pacientes cardiopatas, sendo necessário compreender os mecanismos de lesão cardíaca para estipular protocolos de reabilitação para os acometidos pela doença (YANCY & FONAROW, 2020; CALABRESE *et al.*, 2021).

O objetivo deste estudo foi revisar a literatura a fim de se evidenciar como a COVID-19 pode alterar o sistema cardiopulmonar e como a reabilitação pode contribuir à recuperação do paciente no contexto após a infecção.

MÉTODO

Este estudo trata de uma revisão integrativa, um método que propicia o levantamento e a investigação de bases bibliográficas de maneira profusa e sistematizada (SOUZA, 2010). Essa pesquisa foi realizada durante os meses de agosto e setembro de 2021, e se dirigiu em cinco etapas para sua execução.

Em um primeiro momento, foram determinadas as temáticas, bem como a definição da hipótese da pesquisa. A segunda etapa pautou-se no estabelecimento dos critérios de inclusão e de exclusão dos estudos base. Na próxima etapa, partiu-se para a busca de artigos nas seguintes bases de dados: Public/Publisher MEDLINE (PUBMED), Scopus, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Scientific Electronic Library Online (SciELO). A quarta etapa correspondeu à classificação dos

ensaios selecionados, discriminando aqueles que se adequam às estratégias de busca deste capítulo. E, por fim, a quinta etapa abrangeu a revisão e compêndio do conteúdo dos estudos.

Tendo em vista o objeto desse estudo, foram estabelecidos os seguintes descritores: *"Exercise training", "Physical exercise", "Sedentarism*", "SARS-CoV-2", "COVID-19". Como critérios de inclusão, foram estabelecidos: a) estudos primários e secundários realizados em adultos; b) artigos indexados nas bases digitais com o texto integral disponibilizado online; c) idiomas português, inglês e espanhol; d) publicações realizadas nos anos de 2020 e 2021; e) artigos que abordassem a reabilitação cardiopulmonar em pacientes no pós COVID-19. Já como critérios de exclusão tem-se: a) estudos que não abordassem diretamente a temática proposta; b) artigos duplicados quando comparados os dados encontrados em todas as bases; c) relatos de caso e casos clínicos.

Após a seleção seguindo tais critérios de inclusão e de exclusão, totalizaram 63 produções. Frente a isso, realizou-se a leitura integral dos artigos e, ao final dessa fase, 23 artigos compuseram o estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Covid-19 e doença cardiovascular

A COVID-19 é uma doença com um amplo espectro clínico, podendo existir casos assintomáticos até o desenvolvimento de pneumonias graves que levam a insuficiência respiratória e, nos casos mais graves, múltiplas lesões orgânicas e óbito. Essa variação ocorre por múltiplas razões, desde o estado prévio de saúde do paciente e suas comorbidades associadas, até o nível de resposta inflamatória que o sistema imunológico desse paciente responde à infecção. Os casos mais graves são normalmente associados a uma resposta inflamatória excessiva em relação ao vírus, caracterizada por um elevado nível de citocinas como Interferon I, associado a uma persistente virulência do SARS-CoV-2. Assim, pode-se inferir que essa doença pode ter manifestações sistêmicas e em órgãos específicos. Diante disso, um dos principais sistemas afetados pela COVID-19 é o cardiovascular (RAMOS, 2021).

O vírus da COVID-19 se liga ao receptor ECA2 humana, após a ativação da proteína pela protease transmembranar serian 2. A ECA2 é principalmente expressa no pulmão, mas também é altamente liberada no coração quando ocorre uma ativação excessiva do sistema renina-angiotensina. Assim, pacientes com doenças prévias, tais como: HAS, DAC e IC, tornam-se grupos relacionados a piores desfechos, devido às suas comorbidades preexistentes e ao mecanismo de atuação da doença. Um ponto interessante a ser discutido é a diferenciação dos sítios de ativação da ECA e ECA2, que por serem diferentes, a inibição da ECA não tem efeito sobre a atividade da ECA2. É importante considerar seu papel na recuperação da função ventricular em pacientes com lesão miocárdica, devido a sua inibição da atividade da angiotensina II. Entretanto, a angiotensina II é responsável por dano miocárdico, e a administração de ECA2 recombinante levaria a normalização dos níveis de angiotensina II (ASKIN *et al.*, 2020).

Os principais achados de dano miocárdico estão relacionados com biomarcadores cardíacos aumentados, anormalidades no ECG e no ecocardiograma. Em relação aos parâmetros inflamatórios e de injúria miocárdica temos: o aumento da troponina é acompanhado de elevação de outros marcadores inflamatórios, como D-dímero, ferritina, interleucina-6, desidrogenase lática, proteína C reativa, procalcitonina e contagem

de leucócitos. Além desses, pacientes com COVID-19 também apresentam aumento dos níveis do N-terminal do péptido natriurético tipo B (NT-ProBNP) ou do peptídeo natriurético do tipo-B (BNP), sendo correlacionado diretamente com o grau de injúria e disfunção miocárdica sofrida por esse paciente, tempo de internação em UTI e mortalidade (SHI *et al.*, 2020).

As principais manifestações cardiovasculares relacionadas ao COVID-19 são retratadas por diversas manifestações cardíacas, tais como: disfunção - levando a insuficiência cardíaca aguda; miocardiopatia catecolaminérgica ou síndrome de Takotsubo; arritmias; infarto tipo I e I; miocardite; e choque. Essas patologias ocorrem tanto pelo desequilíbrio entre alta demanda metabólica e baixa reserva, inflamação sistêmica, trombogênese e até mesmo lesão cardíaca direta pelo vírus (COSTA *et al.*, 2020). As arritmias malignas (taquicardia ventricular com degeneração para fibrilação ventricular ou instabilidade hemodinâmica) foram achadas em pacientes com elevação de troponina I.

Nos pacientes com quadros graves da doença, a atenção deve ser aumentada, pois eles podem evoluir rapidamente para quadros de choque e falência múltipla de órgãos (ZHOU *et al.*, 2020). A miocardite tem sido uma das principais complicações cardíacas relacionadas com a COVID-19. Para fins de diferenciação histológica entre os dois tipos de apresentação, a miocardite aguda é relacionada com um aumento de linfócitos e raramente de eosinófilos, enquanto a tardia não apresenta infiltração linfocitária (RAMOS *et al.*, 2021). Além disso, a lesão miocárdica pode resultar em fibrose desse tecido, causando arritmias de reentrada. A COVID-19 também pode perpetuar arritmias devido a um alto nível de catecolaminas induzido por citocinas, principalmente interleucina-6, interleucina-1 e fator de necrose tumoral alfa, que são responsáveis por prolongar a ação ventricular através da modulação do canal iônico dos cardiomiócitos. Por fim, uma disfunção autonômica, que consequentemente resulta em síndrome de taquicardia postural ortostática e taquicardia sinusal inapropriada, também foram encontradas em pacientes que tiveram COVID-19 (NALDANDIAN *et al.*, 2021).

Portanto, é evidente como a COVID-19 está relacionada com desfechos insatisfatórios e piores prognósticos em pacientes com alguma doença cardiovascular prévia ou que adquira alguma, após a fase aguda da doença. Com isso, torna-se necessário uma atenção especial a esses grupos de risco, com uma identificação rápida, para que seja feito o melhor manejo para esses pacientes, visto o alto grau de complicações e mortalidade associado a eles.

Avaliação cardiopulmonar

A avaliação cardiopulmonar é importante para pacientes que foram diagnosticados com COVID-19. Entender como a está função cardiopulmonar destes pacientes, não apenas nos casos mais graves, mas em quaisquer casos sintomáticos, é vital para o entendimento da conduta terapêutica. A avaliação cardiopulmonar pode ser feita a partir de uma avaliação indireta da intensidade do exercício, por métodos mais simples como o teste de caminhada de seis minutos ou teste ergométrico convencional (TE), ou ainda por uma avaliação mais completa, realizada pelo teste de esforço cardiopulmonar (TECP), método padrão ouro para avaliação funcional (MEZANNI *et al.*, 2013).

O tempo recomendado para que um paciente que apresentou COVID-19 e encontra-se atualmente recuperado, assintomático e clinicamente estável, possa realizar qualquer avaliação cardiopulmonar ao esforço, ainda é

questionável, mas há um consenso ser de, no mínimo, 30 dias desde o início do quadro (GROSSMAN *et al.*, 2020).

No TE a determinação é indireta pois não há a medida direta do consumo de oxigênio (VO2), sendo esse dado obtido pela estimativa apenas por um cálculo indireto, determinado pela carga ou tempo de esforço realizado em determinado protocolo. O TE é realizado utilizando-se um eletrocardiograma, medidas da pressão arterial, frequência cardíaca e a análise dos sinais e sintomas relatados pelo paciente durante o esforço (MILANI *et al.*, 2011).

O TE consegue avaliar a capacidade funcional a partir da aplicação de fórmulas para estimar alguns dados metabólicos, sendo o principal o pico de VO2. Para essa estimativa utiliza-se fórmulas que envolvem variáveis tais como: a carga de esforço obtida em Watt se em cicloergômetro; velocidade e/ou inclinação se em esteira. Além disso, essa estimativa do pico de VO2 é utilizada para achar uma outra estimativa que é o Equivalente Metabólico (MET). Essa aferição é feita dividindo-se o pico de VO2 pelo pela estimativa do metabolismo de repouso, sendo considerado em média 3,5ml/Kg/min-1 (MILANI *et al.*, 2011).

O TE é útil e pode ser utilizado, no entanto ele possui algumas limitações em relação ao TECP, como apresentar um erro na estimativa de 20-30% no valor do pico de VO2. Devido a esta limitação, e em situações que necessitem de precisões maiores, como a aferição para avaliar a necessidade de transplantes cardíacos, a avaliação é feita a partir do TECP. Portanto, pode-se afirmar que o TECP é o exame com maior precisão para avaliar desde o desempenho esportivo de atletas de ponta, assim como a capacidade funcional, gravidade e prognóstico de portadores de disfunção cardiopulmonar (GROSSMAN *et al.*, 2020).

No TECP, além dos dados que TE fornece (ECG, pressão arterial, frequência cardíaca) o paciente é acoplado, através de um bocal ou uma máscara facial, a um pneumotacógrafo e um analisador de gás. Temos assim a medida direta do VO2 consumido e a produção de gás carbônico (VCO2), além da ventilação minuto (VE). Todos esses dados agrupados com as variáveis cardiopulmonares são capazes de gerar um resultado completo da função cardiopulmonar em uma situação de esforço físico. Pode-se assim objetivar qual sistema está mais comprometido, se o pulmonar, cardiovascular central ou periférico e mesmo a nível muscular (MILANI *et al.*, 2011). Além destas informações, o TECP nos fornece parâmetros pelo quais podemos individualizar mais ainda a prescrição do componente aeróbio de uma sessão de reabilitação.

Reabilitação cardiopulmonar

Dentre as diversas complicações associadas ao SARS-CoV-2, o acometimento pulmonar é o mais descrito, sendo necessário suporte de oxigênio complementar em casos moderados e graves devido à hipoxemia (FERREIRA *et al.*, 2020). Além disso, pacientes que não evoluem bem podem necessitar de longas internações em unidades intensivas, sendo muitas vezes inevitável intervenções, tais como: o uso de ventilação mecânica associada a sedação e bloqueadores musculares com descondicionamento da musculatura respiratória; posição prona, que facilita úlceras de pressão e neuropraxias; realização de traqueostomia, que associado a uso crônico de sondas nasogástrica/enteral facilitam posterior disfagia e disartria; hipercatabolismo; sarcopenia secundária; e hemodiálise. Todos esses distúrbios geram impactos nos mais diversos sistemas orgânicos, na capacidade funcional de cada órgão e na qualidade de vida. As mais variadas repercussões dessas doenças

requerem uma reabilitação ampla e continuada, mesmo após a cura do quadro infeccioso, pois as complicações podem se estender por meses.

O planejamento da reabilitação multiorgânica deve ser individual, por isso a importância da avaliação cardiopulmonar, muscular respiratória e periférica. A reabilitação pode variar de acordo com as funções cardíacas e pulmonares, os exames laboratoriais e de imagem encontrados, a presença de comorbidades e o tempo de duração. Essas variáveis são fatores imprescindíveis para assinalar o melhor tratamento ao paciente (CACAU *et al.*, 2020).

Alguns dos problemas encontrados em pacientes pós Covid-19 incluem: importante perda difusa qualitativa e quantitativa de massa muscular (sarcopenia secundária); fadiga e dispneia aos pequenos esforços; artralgias; eventos tromboembólicos; insuficiência respiratória grave; e acometimento neurológico. Por isso, elementos importantes do processo de reabilitação devem compreender exercícios aeróbios de progressão gradual e lenta, da força e resistência da musculatura esquelética, bem como atividades voltadas às musculaturas respiratória, da deglutição, da fala, do olfato e mesmo cognitiva (CACAU *et al.*, 2020).

Frente ao paciente com Covid-19, a fim de auxiliar no entendimento das condições e indicações da reabilitação cardiopulmonar no nível ambulatorial, Ferreira *et.al* recomendam o protocolo da **Tabela 1** (FERREIRA *et al.*, 2020).

Tabela 6.1 Proposta de Protocolo de reabilitação cardiopulmonar para pacientes após infecção por SARS-CoV-2

Protocolo	Reabilitação Cardiopulmonar – Covid-19
Exercício Aeróbio Carga	Caminhada, exercícios ativos, esteira, cicloergômetro de membros superiores e inferiores e degrau 60 e 80% da FC de reserva Escala de Borg entre 4 e 6 (escala entre 0-10), SpO2 ≥90%
Volume	Três vezes semana por 30 minutos
Exercício Resistido Carga	Teste de 1RM Avaliada semanalmente 50-80% 1RM, por pelo menos três grupos musculares
Volume	Duas - três vezes por semana Três séries de 8-12 repetições e intervalo de dois minutos Com aumento progressivo da carga entre 5-10% semanalmente
Treino Muscular Inspiratório Carga Volume	PImáx avaliada semanalmente para ajuste da carga Pode utilizar o Powerbreath® ou Threshold IMT® 30-60% da PImáx Cinco-sete vezes por semana Uma-duas sessões diárias com 30 repetições ou até 30 minutos
Exercícios respiratórios e Higiene Pulmonar	Reeducar o padrão respiratório, melhorar a ventilação pulmonar, aumentar mobilidade torácica e favorecer a eliminação de secreções
Avaliação inicial e após três meses	Teste de caminhada de seis minutos, teste de apreensão palmar e teste de uma repetição máxima para cada grupamento muscular

Legenda: FC: frequência cardíaca; SpO2: saturação periférica de oxigênio; RM: Teste de uma Repetição Máxima; PImáx: pressão inspiratória máxima. **Fonte:** Ferreira, 2020.

Certos procedimentos podem ser delegados aos pacientes acometidos pelo SARS-CoV-2 que sejam portadores de comorbidades de etiologia respiratória, cardiovascular ou metabólica, sobretudo na intensificação de cargas e de resistência das atividades propostas (CACAU *et al.*, 2020).

Há também a possibilidade de realizar a reabilitação cardiopulmonar em âmbito domiciliar. Temos algumas desvantagens nesse tipo de abordagem, que englobam: menor assistência ao paciente e monitorização dos movimentos; dificuldades na monitorização e avaliação integral. Por outro lado, a adesão tende a ser maior, tendo em vista, o horário e o calendário flexíveis. Em suma, a reabilitação doméstica também tem se mostrado eficaz, desde que inclua exercícios aeróbicos, de fortalecimento muscular, flexibilidade e equilíbrio (CACAU *et al.*, 2020).

Acompanhamento da evolução

Para o acompanhamento da evolução da reabilitação cardiopulmonar, alguns dos testes mais utilizados são os testes submáximos. Neles o paciente não irá alcançar a esforço máximo ou FC máxima, porém, a partir de equações, torna-se possível prever o VO2 máximo. Um teste é considerado submáximo se ele alcança valores entre 75% e 80% da FC (LACIO *et al.*, 2010).

Os testes submáximos podem ser utilizados tanto na prescrição dos exercícios, função na qual geralmente é preterida tanto pela ergoespirometria quanto pela ergometria convencional. Porém, como ferramenta de reavaliação, estes testes se mostram adequados para avaliar a resposta individual ao protocolo prescrito. As vantagens de se utilizar os testes submáximos é que eles são mais baratos e exigem menor esforço do paciente (LACIO *et al.*, 2010; FERREIRA *et al.*, 2020).

Outros testes que podem ser eficientes para avaliar a reabilitação cardiopulmonar são a avaliação da força muscular inspiratória, através de um manovacuômetro, e o teste de 1 Repetição Máxima (1RM) de força muscular. Eles são interessantes para o ajuste de carga do treinamento da musculatura inspiratória e musculatura periférica, podendo ser realizados semanalmente para reajuste das cargas. No entanto, a quantificação dos resultados deve ser pontuada por períodos mais longos, como 8 a 12 semanas (FERREIRA *et al.*, 2020).

O TE pode ser utilizado também para uma reavaliação mais detalhada, de modo que possamos traçar novas metas de carga e treino, além de reavaliar a condição cardiopulmonar. Já o TECP deve ser utilizado com o intuito de avaliar não só o componente cardiovascular, mas também função pulmonar a longo prazo. Faz-se necessário reafirmar que o COVID-19 é uma infecção muito recente e que seus efeitos a longo prazo ainda são desconhecidos, por isso o acompanhamento com métodos mais sensíveis, como o TECP, se faz tão importante (FERREIRA *et al.*, 2020).

A reabilitação cardiopulmonar apresentou-se com uma excelente resposta a pacientes pós-COVID-19. Há diferenças na literatura entre os protocolos de reabilitação, mas a COVID-19 é uma condição ainda recente, não havendo ainda um consenso. No entanto, os resultados preliminares são animadores e faz com que haja a necessidade de mais estudos na área (YAN *et al.*, 2020).

CONCLUSÃO

Tendo em vista o início recente da doença, ainda existem poucas evidências na literatura sobre um protocolo ideal de reabilitação no pós COVID-19. Por isso, todo paciente recuperado da infecção pelo SARS-CoV-2, deve passar por

uma avaliação completa dos sistemas orgânicos a fim de que se possa determinar o perfil de risco e qual a conduta ideal para este perfil.

Ao que tudo indica, as desordens cardiovasculares, em um primeiro momento, se dão pela disfunção endotelial e pelas complicações tromboembólicas em sítios venosos, pulmonar e cerebral (LEISMAN, 2020). Assim sendo, no presente capítulo, procurou-se identificar os estudos que propunham um programa de atividades que melhoram a função endotelial, garantindo que o programa de exercícios proposto seja modulado ao perfil do paciente em intensidade, frequência e carga.

Contudo, é importante mencionar que ainda são necessários mais estudos com resultados clínicos que demonstrem a eficácia da reabilitação cardiovascular em pacientes de pós infecção pelo SARS-CoV-2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASKIN, L.; TANRIVERDI O.; ASKIN, H.S. The Effect of Coronavirus Disease 2019 on Cardiovascular Diseases. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v.1, n.114, p.817, 2020.

CACAU, L.A.P. *et al.* Avaliação e intervenção para a reabilitação cardiopulmonar de pacientes recuperados da COVID-19. ASSOBRAFIR Ciência, v.11, n.1, p.183, 2020.

CALABRESE, M. *et al.* Exercise Training and Cardiac Rehabilitation in COVID-19 Patients with Cardiovascular Complications: State of Art. Life (Basel), v.11, n.3, p.259, 2021.

CDC. Trends In Number of Covid-19 Cases And Deaths In The Us Reported To CDC, By State/Territory. Daily and Total Trends. COVID, 2021. Disponível em: <https://covid.cdc.gov/covid-data-tracker/#trends_dailytrendscases>. Acesso em: 16 de set. de 2021.

COSTA, I.B.S.D.S. *et al.* The Heart and COVID-19: What Cardiologists Need to Know. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v.11, n.114, p.805, 2020.

FERREIRA, B.F.C. *et al.* "Reabilitação Cardiopulmonar Na Covid-19". Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo, v. 30, n. 4, p. 531, 2020.

GROSSMAN, G.B. *et al.* Posicionamento do Departamento de Ergometria, Exercício, Cardiologia Nuclear e Reabilitação Cardiovascular (DERC/SBC) sobre a atuação médica em suas áreas durante a pandemia por COVID-19. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. v.115, n.2, p.284, 2020.

HU, B. *et al.* Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. Nature Reviews Microbiology, v.19, p.141, 2021.

LACIO, M.L. *et al.* Precisão das equações preditivas de 1-RM em praticantes não competitivos de treino de força. Motricidade, v.6, p. 31, 2010.

LALA, A. *et al.* Prevalence and Impact of Myocardial Injury in Patients Hospitalized With COVID-19 Infection. Journal of the American College of Cardiology. v.76, n.5, p.533, 2020.

LEISMAN, D.E.; DEUTSCHMAN, C.S.; LEGRAND, M. Facing COVID-19 in the ICU: Vascular dysfunction, thrombosis, and dysregulated inflammation. Intensive Care Medicine, v.46, p. 1105, 2020.

LOBO, A.P. *et al.* COVID-19 epidemic in Brazil: Where are we at?. International Journal of Infectious Diseases, v.97, p.382, 2020.

MEZZANI A. *et al.* Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. European Journal of Preventive Cardiology, v. 20, n.3, p.442, 2013.

MILANI, M. Teste cardiopulmonar: utilidade clínica e indicações. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Mar. de 2011.

NALBANDIAN, A. *et al.* Post-acute COVID-19 syndrome. Nature Medicine, v. 27, n.4, p.:601, 2021.

RAMOS-CASALS, M.; BRITO-ZERÓN, P.; MARIETTE, X. Systemic and organ-specific immune-related manifestations of COVID-19. Nature Reviews Rheumatology, v. 17, n.6, p.315, 2021.

SHI, S. *et al.* Association of cardiac injury with mortality in hospitalized patients with COVID-19 in Wuhan, China. JAMA Cardiology, 2020.

SOUZA, M.T.; SILVA, M.D.; CARVALHO, R. Integrative review: what is it? How to do it?. Einstein, v. 8, n. 1, 2010.

VADUGANATHAN, M. *et al.* Renin-Angiotensin-Aldosterone System inhibitors in patients with Covid-19. New England Journal of Medicine, 2020.

WHO CORONAVIRUS (COVID-19) DASHBOARD. COVID19.WHO.INT, 2021. Disponível em: <https://covid19.who.int>. Acesso em: 16 de set. de 2021.

YAN, H. *et al.* Effect of respiratory rehabilitation training on elderly patients with Covid-19: A protocol for systematic review and meta-analysis. Medicine (Baltimore), v.99, n.37, 2020.

YANCY, C.W.; FONAROW, G.C. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) and the Heart—Is Heart Failure the Next Chapter? JAMA Cardiology, v.5, n.11, p.1216, 2020.

ZHOU, F. *et al.* Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. The Lancet, p.395, 2020.

Capítulo 07

EXERCÍCIO FÍSICO COMO TRATAMENTO COMPLEMENTAR DE DOENÇAS

JOÃO PEDRO GONÇALVES DOS SANTOS (1)
MARCELA GUEDES MACIEL VIEIRA(1)
RAPHAEL CARREIRO MOURA(1)
PAULO HENRIQUE DAMBROZ GOBETE(1)
THAYLANA PINTO LEGENTIL(1)
FELIPE RODRIGUES DA MOTA(1)
FELIPE CORRÊA MASSAHUD(1)
JOSÉ ANTÔNIO CALDAS TEIXEIRA (2)

1 Discente – Medicina da Universidade Federal Fluminense (UFF);
2 Docente – Departamento de Medicina Clínica da Universidade Federal Fluminense (UFF) e Diretor Médico – Clínica Fit Center.

Palavras-chave:
Exercício físico, atividade física, tratamento complementar, doenças crônicas.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

Exaltar a atividade física (AF), o exercício físico (EF) e o esporte, como ferramentas de promoção da saúde não é conceito novo, sendo os antigos gregos entusiastas dessa prática, utilizando como inspiração os seguintes dizeres de Hipócrates: "se pudéssemos oferecer a cada indivíduo a quantidade correta de nutrição e de exercícios, nem pouco e nem demais, nós teremos encontrado o caminho mais seguro para a saúde" (SETH *et al.*, 2014).

Todavia, durante o último século, a população dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, tornou-se menos ativa fisicamente. Atribui-se isso à mudança no tipo de trabalho ou à adoção de novos hábitos mais sedentários. Nesse sentido, cada vez mais pessoas são acometidas por doenças não transmissíveis (DNTs) como as enfermidades cardiovasculares, diabetes tipo 2, obesidade, distúrbios metabólicos, renais e diferentes tipos de cânceres, gerando maior sofrimento, dependência funcional e custos. Em 2016, por exemplo, estima-se que as DNTs resultaram em 41 milhões de mortes em adultos, o que representa 71% do total óbitos desse grupo (GUIMARAES et al. 2020).

Assim, conhecidamente, a inatividade física é um fator que favorece o desenvolvimento e manutenção de tais quadros (GUIMARAES *et al.*, 2020). Dessa maneira, a AF regular se tornado um importante fator de proteção, de prevenção e de controle de doenças, sejam elas de acometimento cardiovascular, metabólico ou pulmonar. Além disso, ela também beneficia a saúde mental, previne o aparecimento de sintomas depressivos e de ansiedade, corrobora para a manutenção do peso saudável e do bem estar geral (WHO, 2020).

Conceitualmente, a definição de AF é qualquer movimento corporal produzido pelos músculos que resulta em gasto energético, medido em calorias, além do consumo calórico de repouso, podendo ser categorizada em ocupacional, esportiva, doméstica e outras. Já o EF é um conjunto de AF executadas de maneira planejada, estruturada e repetitiva com uma finalidade ou um objetivo intermediário que seja a melhoria ou a manutenção da capacidade física do praticante. Enquanto a capacidade física é um conceito que diz respeito a um conjunto de atributos relacionados à saúde ou às habilidades (CASPERSEN *et al.*, 1985). Tais definições são importantes tendo em vista que indivíduos com diferentes comorbidades irão necessitar de abordagens personalizadas perante suas variadas doenças, limitações funcionais, medicações, necessidades individuais e habilidades variando o tipo, quantidade e intensidade do exercício (WHO, 2020).

O objetivo deste estudo foi apresentar como a prática de exercício físico pode contribuir com a promoção de saúde em diferentes comorbidades.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa, em que foram levantados dados publicados no período entre 2006 e 2021, por meio de pesquisas nas bases de dados: PUBMED, LILACS e SciELO. Os descritores usados foram "*Physical exercise", "Complementary therapies*", "*Chronic disease" e "Comorbidity*". Foram classificados os ensaios selecionados, discriminando aqueles que se adequam à temática deste capítulo. Em seguida, foi realizada a revisão e compêndio de conteúdo dos estudos. Por se tratar de uma revisão integrativa, sem comprometer a confidencialidade dos indivíduos, não houve a necessidade de submissão ao conselho de ética.

Como critérios de inclusão, foram estabelecidos: a) estudos primários e secundários realizados em adultos; b) artigos indexados nas bases digitais com o texto integralmente disponibilizado online; c) idiomas português, inglês e espanhol; d) publicações realizadas nos anos de 2006 e 2021; e) artigos que abordassem o exercício físico como tratamento complementar de doenças. Já como critérios de exclusão tem-se: a) estudos que não abordassem diretamente a temática proposta; b) artigos duplicados quando comparados os títulos encontrados em todas as bases; c) relatos de caso e casos clínicos.

Após a seleção seguindo tais critérios de inclusão e de exclusão, totalizaram 94 produções. Frente a isso, realizou-se a leitura integral dos artigos e, ao final dessa fase, 30 artigos foram selecionados para esse estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exercício físico e a hipertensão arterial sistêmica

Hipertensão arterial (HA) é uma doença crônica não transmissível, definida por valores pressóricos acima do recomendado. Trata-se de uma condição multifatorial, que depende de fatores genéticos, ambientais e sociais, caracterizada pela elevação persistente da pressão arterial (PA), ou seja, elevação da pressão arterial sistólica (PAS) maior ou igual a 140 mmHg e/ou PA diastólica (PAD) maior ou igual a 90 mmHg, aferida por técnica correta, em pelo menos duas ocasiões diferentes na ausência de medicação anti-hipertensiva (BARROSO *et al.*, 2020).

Em território brasileiro a hipertensão tem prevalência que varia entre 21,4% a 32,3% da população, acometendo 600 milhões de pessoas no planeta, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) (MALTA *et al.*, 2018).

Pacientes hipertensos, comumente, são portadores de outras comorbidades que elevam seu risco cardiovascular, tendo íntima correlação com o desenvolvimento de complicações. Doença arterial coronariana (DAC), infarto agudo do miocárdio (IAM), acidentes vasculares encefálicos (AVE), insuficiência cardíaca (IC) e doença renal crônica (DRC), são exemplos de reveses fomentados pela síndrome hipertensiva. Conseguinte, buscando evitar o estabelecimento da HA, assim como suas complicações, a escolha por um estilo de vida saudável pode prevenir ou atrasar o início da elevação desse sinal vital, sendo a primeira linha do tratamento anti-hipertensivo, a prática de EF regular, um dos pilares do estilo de vida saudável (UNGER *et al.*, 2020).

A prática de exercícios aeróbicos e resistidos regulares pode ser benéfica tanto para a prevenção quanto para o tratamento da HA (BARROSO *et al.*, 2020; UNGER *et al.*, 2020). Exercícios aeróbicos de intensidade moderada, como caminhada, corrida, ciclismo, ioga ou natação, executados por 30 minutos, de 5 a 7 dias por semana, ou treinamento intervalado de alta intensidade, assim como o treinamento de força, de 2 a 3 dias por semana, são boas opções de tratamento para quadros de hipertensão arterial (UNGER *et al.*, 2020). Exercícios aeróbicos podem promover redução de até 12,3 mmHg na pressão sistólica e de 6,1 mmHg na diastólica, enquanto os exercícios resistidos dinâmicos podem promover redução de até 5,7 mmHg na sistólica e 5,2 mmHg na diastólica. Dessa maneira, hipertensos que alcançam as metas de prática de atividade física para a saúde apresentam uma redução de 27 a 50% no risco de mortalidade (BARROSO *et al.*, 2020).

Exercício físico e doença aterosclerótica coronariana

A doença aterosclerótica coronariana (DAC) se apresenta num espectro variado de manifestações clínicas, tais como: angina, arritmias, IAM, miocardiopatia isquêmica e morte súbita. Resulta de variados fatores de risco como idade, sexo, dislipidemia, HA, diabetes e tabagismo, por exemplo, sendo a principal causa de morte no mundo. Contudo, pesquisas evidenciam que o treinamento físico desempenha importante papel na reabilitação cardíaca e pode trazer benefícios para pacientes com DAC. O EF está associado a uma diminuição da morbimortalidade cardiovascular em pacientes com DAC estabelecida. O EF é referenciado como uma medida não farmacológica de tratamento para doenças cardíacas pelos seus benefícios à fisiologia cardiovascular, devendo ser oferecido aos pacientes com DAC como parte de um programa estruturado de reabilitação cardíaca, com necessidade de avaliação da capacidade e de risco associados ao exercício (MONTALESCOT *et al.*, 2013; KNUUTI *et al.*, 2019).

O EF melhora a angina por meio do aumento do fornecimento de oxigênio ao miocárdio, e o aumento da capacidade de exercício é um preditor independente de aumento da sobrevida entre pacientes com síndrome coronariana crônica. A cada aumento de 1 MET (Metabolic Equivalent Intensity Level), que equivale a 3,5ml/Kg por minuto no consumo máximo de oxigênio (VO2Mx) durante o exercício, há redução de 14 a 17% do risco de morte por doenças cardiovasculares e por outras causas, entre homens e mulheres. As recomendações de atividade física para pacientes com DAC são de 30 a 60 minutos de atividade aeróbica moderada durante 5 dias ou mais, por semana. Em paralelo, pacientes anteriormente sedentários também são beneficiados com a mesma prática, necessitando de suporte para a prática terapêutica e orientação sobre o que fazer caso ocorra angina durante o exercício. Já os exercícios de resistência, são responsáveis por manter a massa muscular, força e função, e, associados à atividade aeróbica, tem benefícios em relação à sensibilidade à insulina e ao controle de lipídeos e de pressão arterial (KNUUTI *et al.*, 2019).

Os pacientes com IAM, intervenção coronariana percutânea, revascularização, angina ou IC crônica estáveis, devem submeter-se a treinamento aeróbico de intensidade inicial de leve a moderada e progredir para vigorosa, de preferência inicialmente supervisionada, no mínimo 3 vezes por semana, durante 30 minutos. Enquanto os pacientes sedentários devem ser motivados a iniciarem a prática de maneira leve após estratificação de risco. Os pacientes com DAC significativa, que não são candidatos à revascularização, o treinamento físico supervisionado, em programas de reabilitação, pode ser um método de alívio de sintomas e melhor prognóstico (MONTALESCOT *et al.*, 2013).

Exercício físico e diabetes mellitus tipo 2

O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é uma desordem metabólica inicialmente provocada pela diminuição dos tecidos-alvo ao efeito metabólico da insulina, o que é chamado de resistência insulínica (GUYTON *et al.*, 2017). De acordo com a OMS, estima-se que em 2025 existirão 300 milhões de diabéticos no mundo e até o ano de 2045, estima-se que esse número chegue a 693 milhões de pessoas com diabetes mellitus (DM), o que caracteriza essa doença como um incontestável problema de saúde pública. Tendo isso em vista, a prevenção e o diagnóstico precoce se fazem necessários a fim de evitar complicações e conceder ao paciente uma melhor qualidade de vida. A partir dessa realidade, estudos vêm demonstrando a utilização

do exercício físico (EF) no manejo do DM2, obtendo resultados clínicos como melhora da sensibilidade à insulina, reduções na hemoglobina glicosilada e mantendo os níveis plasmáticos do perfil lipídico nos padrões de normalidade (CARTER *et al.*, 2013).

A atividade física (AF) regular pode interferir de forma favorável à saúde nos parâmetros glicêmicos, no perfil lipídico, na pressão arterial e na proteína C reativa de alta sensibilidade, melhorando o controle da glicose do paciente que possui DM2, além de também reduzir os fatores de risco cardiovascular e regular o peso corporal. O manejo terapêutico deve ser multifatorial, abrangendo a farmacoterapia, a educação para o autocuidado e conhecimento dos alimentos, o aconselhamento sobre o abandono do fumo, além da prescrição de dieta e de exercícios, tudo isso visando uma mudança do estilo de vida (BARBOSA *et al.*, 2021).

O principal efeito produzido pela prática de exercícios para a melhora da resistência à insulina é a redução da gordura visceral e abdominal. Observou-se uma mudança no nível de adipocina, uma proteína secretada pelo tecido adiposo branco que desencadeia inúmeras cascatas inflamatórias, bem como uma diminuição na resistência à insulina em homens obesos com a prática de exercícios aeróbicos, de resistência e combinados (AMINILARI *et al.*, 2017).

Mas agora você deve estar se perguntando, como isso acontece nas células do nosso corpo? Bom, sabe-se que a captação de glicose da corrente sanguínea pelo músculo esquelético é feita de duas maneiras e ambas dependem do transportador de glicose tipo 4 (GLUT4). Um mecanismo ocorre no estado de repouso e é dependente de insulina, a qual fosforila o receptor de insulina e ativa a fosfatidilinositol 3-quinase. A resistência à insulina que ocorre na DM2, interrompe essa via e reduz a capacidade das células-alvo da insulina de captar a glicose com a mesma eficiência, contudo o exercício não possui qualquer efeito sobre esses eventos. O outro mecanismo, que é ativado durante o exercício, é independente da insulina e ocorre devido às mudanças nos níveis de energia em consequência da contração muscular, como aumento de AMP/ATP, aumento do nível de Ca^{2+} intracelular, aumento de espécies reativas de oxigênio e proteína quinase-C, que causam ativação de várias cascatas de sinalização, algumas das quais atuam como ativador da translocação de GLUT4. Estudos demonstram o efeito dos exercícios na sensibilidade à insulina em pacientes com DM2, por meio do aumento do transportador de glicose sensível à insulina na membrana celular e enzimas oxidativas no músculo esquelético (LUCIANO *et al.*, 2002)

A recomendação de AF da American Diabetes Association (ADA) é de intensidade moderada, semelhante a uma caminhada rápida, por pelo menos 200–300 min/semana. Além disso, vale observar que o exercício pode induzir hipoglicemia, em especial nos pacientes com diabetes tipo 1 e menos em pacientes com DM2 em uso de insulina. É sugerido realizar um sprint (exercício de alta intensidade de curto prazo - 10 s) antes, depois ou entre uma sessão de exercício de intensidade moderada, além do uso da insulina e de adaptações de carboidratos na dieta para proteger contra a hipoglicemia induzida por exercício. Eventos hipoglicêmicos noturnos também podem ocorrer tipicamente dentro de 6–15h pós-exercício, podendo se estender até 48h, o que pode ser evitado pelo ajuste da dose de insulina e carboidratos e monitoramento permanente da glicose (COLBERG *et al.*, 2016).

Exercício físico e a obesidade

A obesidade é uma doença crônica, que se caracteriza principalmente pelo acúmulo

excessivo de gordura corporal. Essa doença é considerada um grave problema de saúde pública, visto que além de sua incidência apresentar um crescimento no mundo inteiro, a obesidade ainda aumenta o risco de doenças como hipertensão arterial, aumento do colesterol e triglicérides, diabetes, apneia do sono, acúmulo de gordura no fígado, infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral, depressão e ansiedade. Tendo em vista que as principais causas da obesidade são uma alimentação inadequada ou excessiva e o sedentarismo, além de fatores genéticos, metabólicos, hormonais e psicológicos, deve-se reconhecer a AF como um pilar no manejo e tratamento dessa doença. A AF deve ser associada a aconselhamento dietético, suporte comportamental, em determinados casos medicamentos e cirurgia, mas tendo em mente principalmente uma mudança de estilo de vida (GUYTON *et al.*, 2017).

O EF além de contribuir para a prevenção do tratamento da obesidade, melhora o condicionamento cardiovascular, a capacidade corporal de transportar e utilizar oxigênio bem como aumento de hemoglobina e eritrócitos, dado um maior consumo de oxigênio (VO2) durante a realização dos exercícios, requer um aumento dessas células para maior transporte das moléculas de oxigênio. Ademais o exercício físico promove a diminuição de citocinas pró-inflamatórias como a interleucina- 1beta (IL-1β) e o fator de necrose tumoral-alfa (TNF-α) além do aumento de citocinas anti-inflamatórias, como a adiponectina. Outrossim, a regulação das adipocinas (citocinas liberadas a partir do tecido adiposo) também foi relacionada ao exercício, destacando um efeito de melhora da ação da insulina e aumento da mobilização e da utilização de lipídios (PEDERSEN *et al.*, 2008).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) preconiza para a perda ou prevenção de ganho de peso, AF moderada com mais de 250 minutos por semana. Contudo, nem toda a população obesa consegue ter um grande volume e ou carga de exercício, dado que muitos apresentam limitações locomotoras, portanto a prescrição de atividade deve ser individualizada e respeitar os limites dos pacientes. Os treinamentos mais utilizados são o treino aeróbico, o treino de força e o treino combinado, cada qual com seu objetivo. Segundo o ACSM, o treinamento aeróbico visa elevar a resistência aeróbia por meio do aumento da VO2Max, da atividade das enzimas oxidativas, dos estoques de glicogênio muscular, entre outros, tendo como consequência uma maior perda de peso e gordura. Já o treinamento de força parece ser o tipo de exercício mais eficaz no aumento ou manutenção da massa magra, apesar disso, nem sempre é capaz de promover perda significativa de tecido adiposo (HANSEN *et al.*, 2007).

Portanto, conclui se que o programa de treinamento combinado, que utiliza tanto exercícios aeróbicos quanto de força é o mais completo e mais abrangente para as necessidades do paciente obeso, já que auxilia tanto na perda de gordura quanto na manutenção ou até aumento da massa corporal magra.

Exercício físico e doenças psiquiátricas

O ser humano está exposto a diversas mudanças físicas, ambientais, sociais e psicológicas do ambiente que o circunda. O funcionamento do sistema nervoso e suas alterações é objeto de estudo contínuo e incansável da neurociência, pois entendê-lo é crucial para o manejo das desordens e promoção da saúde do indivíduo de forma integral.

Nesse contexto, sabe-se que o sistema límbico corresponde ao circuito neuronal que

controla o comportamento emocional e as forças motivacionais. Dentro desse sistema, destaca-se o hipotálamo e suas estruturas relacionadas que, além do papel no controle comportamental dos indivíduos, é responsável, ainda, pelo controle de uma gama de funções vegetativas e endócrinas do corpo, como a osmolalidade dos líquidos corporais, a temperatura corporal, as sensações de sede e fome, além do peso corporal (GUYTON *et al.*, 2017). Dessa forma, a estimulação ou a ocorrência de lesões expõe não apenas a importância dessas estruturas na regulação das condições internas, mas, principalmente, a implicação de seus efeitos sobre o comportamento emocional dos seres humanos.

Acerca das possíveis desordens que acometem o sistema nervoso, os transtornos mentais são de extrema importância na atualidade, pois consistem em doenças crônicas altamente prevalentes no mundo e que contribuem para morbidade, incapacidade e mortalidade precoces. O Ministério da Saúde classifica os transtornos mentais em três grandes grupos: transtornos mentais graves e persistentes; transtornos psiquiátricos decorrentes do uso de álcool e outras drogas; transtornos depressivos, ansiosos e alimentares (ANS, 2008).

As condições psiquiátricas mais comuns são o transtorno de ansiedade e a depressão, que atinge cerca de 19,1% da população adulta estadunidense (SAEED *et al.*, 2019), por exemplo. Nesse contexto, o estudo acerca dos benefícios da prescrição de EF como terapia complementar destas doenças é cada vez mais estudado pelos pesquisadores. Dados do Estudo Nacional de Comorbidade apontam que a prevalência de qualquer transtorno de ansiedade nos Estados Unidos é de 1 em cada 3 indivíduos, o que demonstra sua importância na área médica (STONEROCK *et al.*, 2015).

Utilizando como exemplo a ansiedade, seu tratamento tem como principais representantes a terapia medicamentosa, pelo uso dos inibidores seletivos de recaptação de serotonina, além da terapia cognitivo-comportamental (TCC). Contudo, apesar de suas evidências bem delimitadas, ambas estratégias podem apresentar empecilhos em sua instituição, seja por impossibilidade de acesso ao serviço, pela ocorrência de efeitos adversos ou, ainda, por não se demonstrarem eficazes a determinados indivíduos. Dessa forma, com o objetivo de tratar e oferecer qualidade de vida aos pacientes, a busca por tratamentos alternativos e complementares ao convencional é necessária, tendo a prática de EF como uma de suas opções (STONEROCK, *et al*. 2015).

Alguns estudos demonstram que o EF é uma opção acessível, com baixo custo, para todos os indivíduos, pois atua de forma benéfica e efetiva no tratamento dos transtornos mentais, uma vez que proporciona melhora em aspectos físicos, mentais e sociais dos pacientes, podendo, ainda, atuar na diminuição das consequências degenerativas das doenças (SANTOS *et al.*, 2019). A influência desta estratégia terapêutica pode se dar de duas formas, quando se trata da depressão: como medida de proteção contra o desenvolvimento dos sintomas; ou como auxílio, por meio de mecanismos biológicos e psicológicos aos doentes (RIBEIRO, 2012).

Enquanto a inatividade corrobora o quadro sintomatológico da depressão, o exercício físico é importante a curto e longo prazo, pois provoca bem-estar após o término de sua realização, o que auxilia na reversão de um estado deprimido, pela melhora da liberação de substâncias opióides, como a endorfina. Além disso, pode-se destacar como efeito, ainda, o

equilíbrio do funcionamento dos sistemas nervosos simpático e parassimpático, atuando no controle dos hormônios glicocorticóides e adrenérgicos, promovendo condições de remodulação dos neuroreceptores desplastificados por agentes intrínsecos estressores (VIEIRA, PORCU, ROCHA, 2007). Além disso, a redução dos sintomas advindos dos transtornos mentais, em geral, pode ser explicada pelo aumento do número de neurotransmissores, das catecolaminas e da síntese de serotonina influenciada pelo exercício. Não obstante, o EF cursa com sentimentos motivacionais e de satisfação, contribuindo para o aumento da sensação de felicidade do indivíduo (SANTOS *et al.*, 2019).

A recomendação da prática de AF é potencializada para os pacientes com transtornos psiquiátricos devido ao uso de medicamentos em doses altas e à tendência ao sedentarismo, o que facilita o surgimento de outras doenças (SANTOS *et al.*, 2019).

No que se refere ao tipo de AF em relação às doenças psiquiátricas, a maioria dos estudos apontam os exercícios aeróbicos como os mais utilizados, como, por exemplo, caminhada em esteira ou ao ar livre e bicicleta (SANTOS *et al.*, 2019). No entanto, os EF não aeróbios também vêm demonstrando sua eficácia contra a depressão (RIBEIRO *et al.*, 2012).

Como empecilhos à estruturação do exercício como prática complementar tem-se, principalmente, a adesão ao tratamento, já que uma das características da doença é a perda do interesse do indivíduo por tudo que o cerca, sendo necessária a prescrição da AF de forma a incorporá-la junto ao plano terapêutico convencional (RIBEIRO *et al.*, 2012).

Saeed *et al*. (2019) discorrem sobre a totalidade de estudos revisados que apontam o exercício como um potencial redutor de sintomas de depressão, podendo ser comparável à prática de TCC e ao uso de sertralina. Além disso, metanálises recentes e revisões sistemáticas apontaram efeitos positivos moderados do exercício para depressão e ansiedade, principalmente, para a depressão resistente ao tratamento convencional e para o transtorno de estresse pós-traumático. Entretanto, tais resultados não foram suficientemente confiáveis sobre a sua eficácia a longo prazo, o que conclui a recomendação do exercício como complemento à terapia medicamentosa. Nenhum ensaio, ainda, demonstrou qualquer piora do quadro clínico devido à inserção da prática de exercícios, o que assegura a recomendação para os pacientes (SAEED *et al.*, 2019).

Vieira *et al*. (2007) trazem a hidroginástica como demonstração de um auxiliar terapêutico no tratamento da depressão em um estudo com mulheres diagnosticadas com depressão, quando realizada sob vigilância de profissionais competentes. Não houve uma eliminação total dos sintomas, mas uma influência positiva como tratamento complementar da depressão. Uma vez evidenciados resultados positivos quando comparados ao tratamento convencional apenas com medicamentos antidepressivos. Vale destacar que a prática deve ser sustentada e por longo prazo, uma vez que os efeitos positivos desapareceram após 6 meses de interrupção do exercício (VIEIRA *et al.*, 2007).

Acerca da regularidade na prática de AF, considerando a faixa etária de 18 a 64 anos de idade, a Organização Mundial da Saúde define um mínimo de 150 minutos semanais de atividade física aeróbica moderada ou 75 minutos de atividade vigorosa em uma semana, ou uma combinação destas duas, objetivando o aumento do nível para 300 e 150 minutos, respectivamente, como forma de obter benefícios adicionais. Além disso, para atividades de fortalecimento muscular, os principais grupos

musculares devem ser exercitados ao menos 2 ou mais vezes em uma semana (WHO, 2020).

Conclui-se, portanto, a importância da prática de AF como tratamento complementar das doenças psiquiátricas, em especial, os transtornos ansiosos e a depressão. É preciso ressaltar a necessidade de regularidade da prática para um efeito protetor e terapêutico eficaz, independente da modalidade exercida.

Por fim, acerca da intensidade, é necessário a elaboração de estudos mais específicos sobre modalidades que permitam melhor caracterização da prática, o que, no entanto, não prejudica a ênfase na prescrição dos exercícios pelo médico, em consonância à terapêutica convencional.

Exercício físico e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é definida como uma patologia caracterizada pela obstrução persistente e progressiva do fluxo aéreo, não reversível por completo e associada a resposta inflamatória crônica das vias aéreas a gases e partículas tóxicas. Importante ressaltar que além de tratável, a DPOC é prevenível.

A DPOC é uma doença de prevalência significativa na população mundial e brasileira e representa, anualmente, uma parcela importante das causas de óbito. Sendo assim, o tratamento da DPOC, quando instalada, e o incentivo às medidas preventivas deve ser sempre estimulado, visando diminuir cada vez mais a relevância da doença. A necessidade de tratamento aliada a novos padrões de comportamento sociais que vêm emergindo no decorrer dos anos, traz uma nova opção de tratamento coadjuvante da DPOC que, além de se mostrar eficaz, apresenta baixo custo: o Exercício Físico (GOLD *et al.*, 2018).

A fisiopatologia da DPOC consiste na obstrução crônica e progressiva das vias aéreas, causando alterações nos mecanismos ventilatórios, como a hiperinsuflação dos pulmões (frequentemente manifestado como o aumento do diâmetro anteroposterior do tórax, conhecido como tórax em tonel) e alterações na musculatura devido à constante limitação de passagem de ar. Além disso, a DPOC traz consigo uma hipóxia crônica, redução da capacidade oxidativa das enzimas e do número de vasos pulmonares. Alguns fatores de risco estão associados ao desenvolvimento da doença e podemos citar, dentre outros, o tabagismo, fatores genéticos e a sarcopenia (XIAO *et al.*, 2020).

Como consequência, os pacientes com DPOC desenvolvem, principalmente, dispneia aos esforços de maneira gradativa de acordo com o estágio da doença. Ao ficarem cada vez mais limitados, os indivíduos acometidos se tornam cada vez mais reclusos, perdendo convívio social e passam a apresentar maiores níveis de depressão e ansiedade, impactando na sua qualidade de vida (NOLAN *et al.*, 2016).

Sendo assim, o EF se apresenta como importante aliado no tratamento da DPOC em pacientes estáveis. Em pacientes com quadros não controlados, o primeiro passo é a estabilização do quadro, visto que submeter esses pacientes ao esforço não trará nenhum benefício e os colocará em risco. A prática regular de EF além de trazer ganhos cardiovasculares que impactam diretamente nas alterações causadas por ela, age também em diversos sistemas que contribuem para a piora da DPOC e manifestação de doenças secundárias (depressão e ansiedade). Segundo o guia internacional GOLD (2018), a aplicação de exercícios aeróbicos (intervalados ou contínuos) associado ao treinamento de força, possuem melhores resultados em detrimento da sua execução em separado. Para o exercício aeróbico ou de endurance, os

níveis preferíveis giram em torno de 60-80% do esforço máximo (importante destacar que esse esforço máximo é relativo ao limitado pelos sintomas do paciente, e não o esperado ou basal, sem doença), ou da frequência cardíaca, podendo-se utilizar também a escala de dispneia e fadiga de Borg com valores entre 4 e 6 (moderado a severo) (HOROWITZ *et al.*, 1996).

Diversas são as opções para atividades de endurance, caminhada, corrida, natação, e ciclismo são as mais comuns delas. A atividade aeróbica deve, preferencialmente, ser praticada por pelo menos 30 minutos, 5 vezes por semana. Os ganhos do exercício resistido são principalmente a melhora cardiovascular, da eficiência metabólica e o aumento do metabolismo (importante nos pacientes que além da DPOC apresentam sobrepeso ou obesidade), diminuição dos níveis de inflamação (principalmente TNF-α e interleucinas - IL 6, 8 e 18) e também pode induzir uma mudança no tipo de fibra muscular para fibras mais resistentes à fadiga, o que auxilia no conforto respiratório no repouso do paciente com DPOC. O exercício de força, principalmente a musculação, promove o aumento da massa muscular e também contribui para a diminuição do estado inflamatório do paciente. O plano alvo é de 3x/semana com 1 a 3 séries com 8-12 repetições cada (XIAO *et al.*, 2020).

Exercício físico e asma

A asma é uma doença heterogênea, caracterizada por uma inflamação crônica das vias aéreas, definida pela história clínica de sinais e sintomas que podem variar em tempo e intensidade de acordo com o grau de acometimento no fluxo aéreo (GINA, 2021).

A prevalência de asma no Brasil é significativa, 20% entre os adolescentes e 23% entre adultos de 18 a 45 anos. Apenas no ano de 2013, a asma foi responsável por 129.728 internações e 2.047 mortes no Brasil (SBPT, 2020). Com o maior e melhor acesso aos tratamentos, esse número diminuiu nos últimos anos, mas continuam relevantes dentro do cenário de saúde brasileiro.

A relação existente entre o EF e a asma permeia uma linha tênue entre risco e benefício. Quando praticado de forma intensa, o exercício pode ser um fator desencadeante do quadro asmático e, portanto, deve ser evitado. Porém, quando praticado em baixa ou moderada intensidade e de maneira regular, o exercício traz benefícios aos indivíduos asmáticos (XIAO *et al.*, 2020).

Assim como na DPOC, a asma possui um mecanismo inflamatório muito importante, com elevados níveis de citocinas inflamatórias e um certo grau de obstrução das vias aéreas. O exercício aeróbico (principalmente caminhada, corrida - leve/moderada e natação) podem auxiliar o paciente asmático ao ponto que modulam a resposta inflamatória no organismo, reduzindo os níveis de interleucinas e TNF-α, reduzindo os sintomas e melhorando o controle da asma (GINA, 2021).

Contudo, por se tratar de um fator desencadeante, não são todos os asmáticos que podem praticar as atividades sem nenhum risco. É importante que o quadro clínico seja controlado antes da prática da AF e que algumas medidas sejam tomadas antes do início, como o aquecimento bem executado – o qual promove uma melhor mobilização da musculatura e melhor direcionamento de sangue aos músculos –, evitando que o início abrupto da atividade desencadeie o mecanismo obstrutivo da asma; em dias úmidos e frios a atividade ao ar livre deve ser desencorajada, visto que pode levar ao aparecimento dos sintomas; e é sempre importante ter a medicação consigo, para que em caso

de início dos sintomas ela possa ser administrada, evitando possíveis complicações (XIAO *et al.*, 2020). Em crianças asmáticas, a prática de atividade física regular, além de melhorar o controle da asma, ajuda no desenvolvimento musculoesquelético e cardiovascular, melhora as habilidades motoras e a autoestima (GINA, 2021).

Sendo assim, o tratamento farmacológico tradicional, aliado à prática regular e consciente de AF/EF respeitando os limites individuais de cada indivíduo são excelentes meios para realizar o controle e a manutenção do bem estar do paciente asmático.

CONCLUSÃO

Em suma, a prática de exercícios físicos regulares, de forma orientada e estruturada, corrobora como tratamento complementar a diferentes doenças. No contexto da hipertensão arterial sistêmica, constatou-se que hipertensos que atingem os objetivos de prática de atividade física para a saúde, apresentaram uma redução de 27 a 50% no risco de mortalidade. Já os pacientes coronariopatas, também foram beneficiados com a prática de um programa de exercícios físicos aeróbicos estruturados e orientados. Ademais, sob a ótica de doenças metabólicas, a atividade física evidencia benefícios no que tange à redução da resistência à insulina, além da diminuição da gordura visceral e abdominal.

No âmbito dos transtornos psiquiátricos, o exercício físico se mostrou como um potencial redutor dos sintomas de ansiedade, depressão, podendo ser comparável às terapias farmacológicas e TCC. Por fim, no cenário patologias respiratórias, a prática de atividades aeróbias apresenta resultados como: melhora cardiovascular; eficiência metabólica; aumento do metabolismo; diminuição dos níveis de inflamação; e indução da mudança no tipo de fibra muscular para fibras mais resistentes à fadiga, o que auxilia no conforto respiratório no repouso do paciente com DPOC. Já para pacientes asmáticos, a atividade aeróbica de baixa intensidade se mostrou eficaz na modulação da resposta inflamatória, reduzindo os sintomas e ajudando no controle do quadro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. Diretrizes Assistenciais em Saúde Mental na Saúde Suplementar. Rio de Janeiro: ANS, 2008. 75p.

AMINILARI, Z. *et al.* The Effect of 12 Weeks Aerobic, Resistance, and Combined Exercises on Omentin-1 Levels and Insulin Resistance among Type 2 Diabetic Middle-Aged Women. Diabetes & Metabolism Journal. v. 3, p. 205-212, 2017.

BARBOSA, H.C. O efeito do exercício físico sobre as alterações epigenéticas causadas pela lipotoxicidade no diabetes mellitus tipo 2. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biociência Animal, Universidade Federal de Goiás, Jataí - GO, 2021.

BARROSO, W.K.S. *et al.* Brazilian Guidelines of Hypertension - 2020. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 3, p.516-658, 2021.

CARTER, L. G. *et al.* Maternal exercise improves insulin sensitivity in mature rat offspring. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 45, n. 5, p. 832–840, 2013.

CASPERSEN, C. J. MATHHEW, M. Z. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinction for health- relates research. Public health Reports. Rockville, v. 100. n.2, p.172, 1985.

COLBERG, S.R. *et al.* Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care, v. 11, p. 2065, 2016.

Colégio Americano de Medicina do Esporte. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.

Global Initiative for Asthma (GINA). Global Strategy for Asthma Management and Prevention 2021. Disponível em: <http://www.ginasthma.org>. Acesso em 05 set. 2021.

Global strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) – 2018.

GUIMARÃES, T.T. *et al.* Physical inactivity, chronic diseases, immunity and COVID-19. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v.3, p. 78, 2020.

GUYTON AC. & HALL JE.– Tratado de Fisiologia Médica. Editora Elsevier. 13ª ed., 2017.

HANSEN, D. *et al.* The effects of exercise training on fat-mass loss in obese patients during energy intake restriction. Sports Medicine, v. 1, p. 31, 2007

HOROWITZ, M.B. *et al.* Dyspnea ratings for prescribing exercise intensity in patients with COPD. Chest, v. 5, p. 1169, 1996.

KNUUTI, J. *et al.* 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. European Heart Journal, v. 3, p. 407, 2020.

LUCIANO, E. *et al.* Endurance training improves responsiveness to insulin and modulates insulin signal transduction through the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt-1 pathway. European Journal of Endocrinology , v. 1, p.149, 2002..

MALTA, D.C. *et al.* Prevalência da hipertensão arterial segundo diferentes critérios diagnósticos. Pesquisa Nacional de Saúde. Revista Brasileira de Epidemiologia. 2018.

MONTALESCOT, G. *et al.* 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology European Heart Journal. v. 33, p.2949, 2014.

NOLAN, C.M. *et al.* The EQ-5D-5L health status questionnaire in COPD: validity, responsiveness and minimum important difference. Thorax, v. 71, p. 493, 2016

PEDERSEN, B.K.& FEBBRAIO, M.A. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. Physiological Reviews, v.4, p. 1379, 2008.

RIBEIRO, S.N.P. Atividade física e sua intervenção junto a depressão. Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde, v. 3, p. 73, 2012.

SAEED, S.A. *et al.* Depression and Anxiety Disorders: Benefits of Exercise, Yoga, and Meditation. American Family Physician, v. 10, p. 620, 2019.

SANTOS, G.C. dos *et al.* Efeito agudo do exercício físico em diferentes intensidades sobre os marcadores inflamatórios em adolescentes obesos. Journal of Physical Education, v. 30, 2019.

SETH, A. Exercise prescription: what does it mean for primary care?. British Journal of General Practice. v.618, p. 12, 2014.

Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Recomendações para o manejo da asma da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 2020

STONEROCK, G.L. *et al.* Exercise as Treatment for Anxiety: Systematic Review and Analysis. Annals of Behavioral Medicine, v. 4, p. 542, 2015.

UNGER, T. *et al.* 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. Hypertension. v. 6, p. 1334, 2020.

VIEIRA, J.L.L. *et al.* A prática de exercícios físicos regulares como terapia complementar ao tratamento de mulheres com depressão. Jornal Brasileiro de Psiquiatria, v. 56, p. 23-, 2007.

World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/337001>. Acesso em: 5 set. 2021.

XIAO, J. Physical Exercise for Human Health, Advances in Experimental Medicine and Biology. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2020.

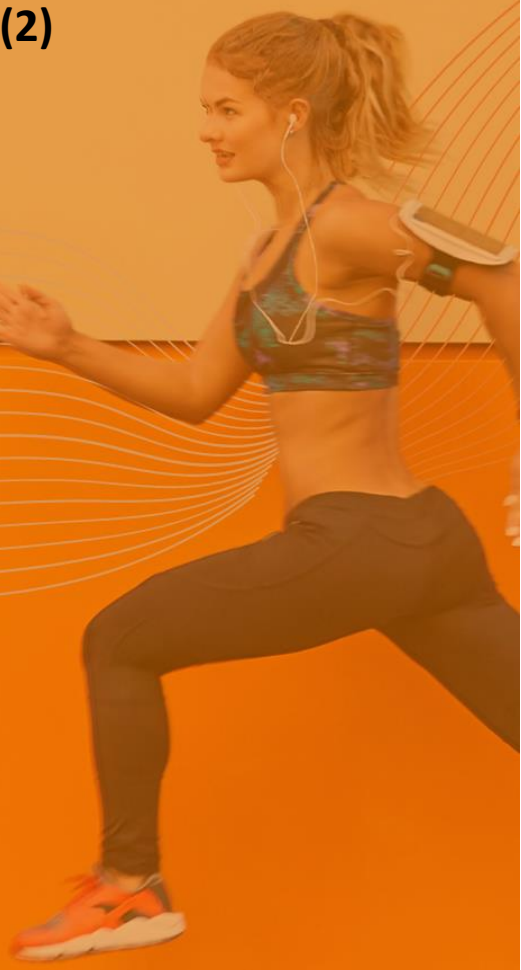
Capítulo 08

SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS E ESPORTES: USO DA CREATINA

AMANDA BRANDÃO LOPES (1)
ANA CECILIA LIMA GONÇALVES (1)
ALBERTO VINICIUS DE ALMEIDA GOMES (2)
HENRIQUE SANTOS FERNANDES (3)
VÍTOR LELIS CALDEIRA ROCHA (3)
MARIANA SEGATO MACHADO (3)
RAFAELA PEREIRA SANTANA (3)
ANTONIO CARLOS ELIAS REIS (4)
AURÉLIO FIGUEIREDO BARBOSA (4)
THIAGO CARVALHO ALMEIDA (4)
ANA CLAUDIA MARTINS DITTMAR (4)
VANESSA MACIEL LEITE (5)
MARINA DA COSTA LOPES (6)

1 Discente – Medicina FAMINAS-BH;
2 Discente – Medicina SUPREMA;
3 Discente – Medicina UNIFACIG;
4 Discente – Medicina UNIFENAS;
5 Discente – Medicina Universidade de Rio Verde;
6 Discente – Medicina UNIPAC- JF.

Palavras-chave:
Complexidade; Reducionismo; Sistemas Dinâmicos.



EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

Uma programação de suplementação nutricional aliada com condicionamento físico, treinamento e experiência específica para o esporte constituem uma base sólida para o desenvolvimento do atleta. No entanto, é importante que quaisquer decisões relacionadas aos suplementos de desempenho sejam tomadas levando em consideração informações concretas que sugiram que o uso de um produto é seguro, legal e eficaz (PEELING *et al.*, 2017).

Atualmente, existem evidências robustas de que alguns suplementos como cafeína, creatina, bicarbonato de sódio, nitrato e beta-alanina podem melhorar o desempenho esportivo quando usados de acordo com protocolos estabelecidos. Já suplementos como citrato de sódio, fosfatos e carnitina também são utilizados por muitos atletas, mas não possuem evidências científicas claras (PEELING *et al.*, 2017).

A creatina é uma das mais populares ajudas ergogênicas nutricionais para atletas. Diversos estudos mostram de forma consistente que a suplementação com creatina aumenta as concentrações intramusculares dessa substância, o que pode ajudar a explicar as melhorias observadas no desempenho de exercícios de alta intensidade, levando a maiores adaptações ao treinamento. Além da melhora atlética e do exercício, as pesquisas mostram que o uso de creatina pode melhorar a recuperação pós-exercício, prevenção de lesões, termorregulação, reabilitação e neuroproteção da medula espinhal (KREIDER *et al.*, 2017).

O objetivo desta revisão é fornecer uma ampla abordagem sobre o uso da creatina como suplemento nutricional, abordando suas vantagens para melhoria do desempenho de exercícios pelos atletas.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão realizada utilizando a base de dados eletrônica PubMed. Os descritores utilizados foram "*nutritional supplementation*" *AND "creatine" AND "sport*", sendo dessa forma necessária a inclusão de todos os descritores na busca. Foram encontrados no total 27 artigos e, após leitura preliminar, exclui-se aqueles que não se enquadravam no tema proposto. Os critérios de seleção foram: publicações indexadas entre 2015 e 2021, estudos disponíveis na íntegra e artigos em língua inglesa ou portuguesa. Os critérios de exclusão foram: publicações não indexadas e anteriores ao ano de 2015, estudos não disponíveis na íntegra e em outras línguas. A amostra final selecionou 5 artigos para leitura minuciosa e confecção do presente estudo.

A fim de melhor explorar os resultados encontrados, optou-se por dispô-los de forma descritiva e dividi-los em categorias temáticas, a saber: papel metabólico, ação no músculo esquelético, biodisponibilidade, benefícios, protocolos para o uso e segurança da creatina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Papel metabólico da creatina

A creatina, um membro da família dos fosfagênios da guanidina, é um composto de aminoácido não proteico de ocorrência natural, encontrado principalmente em carnes vermelhas e frutos do mar. A maior parte da creatina é encontrada no músculo esquelético, aproximadamente 95%, com pequenas quantidades também encontradas no cérebro e testículos. Cerca de dois terços da creatina intramuscular é fosfocreatina (PCr) com o restante sendo creatina livre (Cr). O pool total de creatina (PCr + Cr) no músculo é em média de 120mmol/kg de massa muscular para um indivíduo de 70kg. No

entanto, o limite superior de armazenamento de creatina parece ser cerca de 160mmol/kg de massa muscular na maioria dos indivíduos (PEELING *et al.*, 2017).

Cerca de 1–2% da creatina intramuscular é degradada em creatinina (subproduto metabólico) e excretada pelos rins através da urina. Portanto, o corpo precisa repor cerca de 1-3g de creatina/dia para manter os estoques normais de creatina, dependendo da massa muscular. Cerca de metade da necessidade diária de creatina é obtida através da dieta. Por exemplo, 500g de carne bovina crua ou 500g de salmão são capazes de fornecer cerca de 1–2g de creatina (KREIDER *et al.*, 2017).

A quantidade restante de creatina é sintetizada principalmente no fígado e rins a partir de arginina e glicina pela enzima arginina: glicina amidinotransferase (AGAT) para guanidinoacetato (GAA), que é então metilado por guanidinoacetato N-metiltransferase (GAMT) usando S-adenosil metionina para formar creatina (BUTTS et. al., 2017).

Ação da creatina no músculo esquelético

A creatina é um suplemento amplamente pesquisado, sendo a creatina monohidratada (CM) a forma mais comum usada para suplementar a ingestão alimentar de carnes. Quando tomada de acordo com os protocolos de carga e manutenção estabelecidos, ela pode aumentar os estoques de creatina intramuscular em até 30% (CHILIBECK *et al.*, 2017).

Dentro do músculo, a creatina-quinase medeia a fosforilação da creatina em PCr, um substrato chave para a geração de força muscular de alta intensidade. Considerando que os níveis de PCr diminuem durante o exercício de alta intensidade para ressintetizar rapidamente o trifosfato de adenosina (ATP) a partir do difosfato de adenosina, estoques elevados de creatina permitem uma maior taxa de ressíntese de PCr. Como resultado, há melhora na performance do exercício de alta intensidade e de curta duração, particularmente aumentando a capacidade de realizar repetidas sessões de esforço (JAGIM *et al.*, 2018).

Biodisponibilidade da creatina

A forma de creatina mais comumente estudada na literatura é a creatina monohidratada. A captação de creatina envolve a absorção de creatina no sangue e, em seguida, a captação pelo tecido-alvo. Os níveis plasmáticos de creatina tipicamente atingem o pico em cerca de 60 minutos após a ingestão oral de monohidrato de creatina. Um aumento inicial seguido por uma redução nos níveis plasmáticos, pode ser usado para sugerir indiretamente um aumento da captação no tecido-alvo. No entanto, os padrões-ouro para medir os efeitos da suplementação de creatina nos tecidos-alvo são por meio de espectroscopia de ressonância magnética (MRS), biópsia muscular, estudos de traçador de isótopos estáveis ou retenção de creatina em todo o corpo, avaliada pela medição da diferença entre a ingestão de creatina e a excreção urinária de creatina na forma de creatinina (KREIDER *et al.*, 2017).

A creatina é estável na forma sólida, mas não em solução aquosa, devido a uma ciclização intramolecular. Geralmente, a creatina é convertida em creatinina em taxas mais altas quanto mais baixo for o pH e quanto mais alta for a temperatura. Por exemplo, a pesquisa mostrou que a creatina é relativamente estável em solução em pH neutro (7,5 ou 6,5). No entanto, após 3 dias de armazenamento a 25°C, a creatina se degrada em creatinina (a saber, 4% em pH 5,5; 12% em pH 4,5; e 21% em pH 3,5) (KREIDER *et al.*, 2017).

A degradação da creatina em creatinina ao longo do tempo é a principal razão pela qual a

creatina é comercializada na forma sólida. No entanto, isso não significa que a creatina seja degradada em creatinina *in vivo* por meio do processo digestivo. A este respeito, a degradação da creatina em creatinina pode ser reduzida ou interrompida seja pela redução ou elevação do pH. Um pH muito baixo resulta na protonação da função amida da molécula de creatina, evitando a ciclização intramolecular. Portanto, a conversão de creatina em creatinina no trato gastrointestinal é mínima, independentemente do tempo de trânsito; a absorção plasmática é de quase 100% (BUTTS; et. al., 2017).

Benefícios da creatina para o atleta

A creatina é encontrada em grandes quantidades na alimentação e, portanto, seu uso não é proibido por nenhuma organização esportiva, embora algumas organizações proíbam o fornecimento de alguns tipos de suplementos dietéticos para atletas por suas equipes. Nesses casos, os atletas podem comprar e usar creatina por conta própria sem penalidade ou violação de suas restrições de substâncias proibidas. A prevalência relatada do uso de creatina entre atletas e militares em pesquisas geralmente varia entre 15–40%, com uso mais comum em atletas de força e do sexo masculino (CHILIBECK *et al.*, 2017).

Em 2014, a *National Collegiate Athletic Association* (NCAA) relatou que a creatina estava entre os suplementos dietéticos mais populares tomados por seus atletas do sexo masculino (por exemplo: beisebol 28,1%; basquete, 14,6%; futebol , 27,5%; golfe, 13%; hóquei no gelo, 29,4%; lacrosse, 25,3%; natação,19,2%; tênis, 12,9%; atletismo,16,1%; luta livre, 28,5%), enquanto atletas do sexo feminino relataram uma taxa de uso de apenas 0,2 a 3,8% em diversos esportes (BUTTS; et. al. 2017).

A carga de creatina pode melhorar agudamente o desempenho de esportes envolvendo exercícios repetidos de alta intensidade (por exemplo, esportes coletivos), bem como os resultados crônicos de programas de treinamento com base nessas características (por exemplo, treinamento de resistência ou intervalo), levando a maiores ganhos de massa magra, força e potência muscular (JAGIM *et al.*, 2018).

Há evidências adicionais sobre mudanças na sinalização celular, metabolismo e armazenamento de água associados à suplementação de creatina com potenciais efeitos de fluxo, como melhorias na síntese de proteínas, armazenamento de glicogênio e termorregulação. Portanto, pode haver ainda outros benefícios menos conhecidos da suplementação de creatina para atletas de esportes de alta resistência (CHILIBECK *et al.*, 2017).

A suplementação de CM é frequentemente relatada como resultando em um aumento de 1–2 kg na massa corporal após a "fase de carga", provavelmente como resultado da retenção de água, que pode, de fato, ser contra-ativo para o desempenho de esportes de resistência e/ou outros esportes sensíveis ao peso e, portanto, diversos fatores devem ser considerados ao escolher o uso deste suplemento (PEELING *et al.*, 2017).

Alguns estudos propõem que a suplementação de CM seja anti-inflamatória e reduza o estresse oxidativo induzido pelo exercício. Em resumo, quando os protocolos de suplementação de CM aceitos são seguidos, o aumento esperado nos estoques de creatina intramuscular provavelmente aumentará a massa magra, a potência/força máxima e o desempenho de sessões únicas e repetidas de exercícios de curta duração e alta intensidade (JAGIM *et al.*, 2018).

Protocolos para o uso da creatina

Em uma dieta normal que contém 1–2 g/dia de creatina, os estoques de creatina muscular são cerca de 60–80% saturados. Portanto, a suplementação dietética de creatina serve para aumentar a creatina muscular e a PCr em 20-40%. A maneira mais eficaz de aumentar os estoques de creatina muscular é ingerir 5g de monohidrato de creatina (ou aproximadamente 0,3g/kg de peso corporal) quatro vezes ao dia por 5–7 dias (PEELING *et al.*, 2017).

Uma vez que os estoques de creatina muscular estão totalmente saturados, os estoques de creatina geralmente podem ser mantidos com a ingestão de 3–5g/dia, embora alguns estudos indiquem que atletas maiores podem precisar ingerir até 5–10g/dia. Um protocolo alternativo de suplementação é ingerir 3g/dia de monohidrato de creatina por 28 dias. No entanto, este método resultaria apenas em um aumento gradual no conteúdo de creatina muscular em comparação com o método de carga mais rápido e pode, portanto, ter menos efeito no desempenho do exercício e/ou adaptações de treinamento, até que os estoques de creatina estejam totalmente saturados (KREIDER *et al.*, 2017).

Uma meta-análise recente das estratégias mais comuns e eficazes para a suplementação de CM determinou que uma "fase de carga" de 20,9 ± 4,5g dia (dividida em quatro doses iguais de 5g por dia), por 5-7 dias foi relatada em > 80% dos estudos. Posteriormente, uma “fase de manutenção”, normalmente envolvendo uma única dose de 3-5g de CM por dia, deve seguir a “fase de carga” durante o período de suplementação (PEELING *et al.*, 2017).

Esses protocolos foram estabelecidos principalmente a partir de trabalhos iniciais que investigaram a carga de creatina muscular em homens. Curiosamente, o consumo simultâneo de CM com uma fonte mista de proteína/carboidrato (~50 g de proteína e carboidrato) parece aumentar a captação de creatina muscular por meio de um efeito mediado pela insulina, sugerindo que as doses de creatina são melhor aproveitadas se ingeridas com uma refeição. Nenhum efeito negativo à saúde foi relatado com o uso a longo prazo de CM (até 4 anos) quando os protocolos apropriados são seguidos (JAGIM *et al.*, 2018).

Além disso, tem sido recomendado que, devido aos benefícios da creatina para a saúde, os indivíduos devem consumir cerca de 3g/dia de creatina em sua dieta, especialmente com o avanço da idade (KREIDER *et al.*, 2017).

Segurança do uso da creatina

Em adultos, um número crescente de ensaios clínicos randomizados publicados está disponível apoiando a segurança da suplementação de creatina. Esses estudos foram conduzidos em populações atléticas e, em geral, variam entre poucos dias a 5 anos de consumo, sem quaisquer alterações adversas nos marcadores de saúde clínica. Vários estudos avaliaram e relataram que a suplementação de creatina não tem impacto adverso nos marcadores clínicos de saúde em atletas competitivos, populações não atletas e em populações clínicas. Além disso, evidências recentes sugerem que a suplementação de creatina não está relacionada à formação de aminas heterocíclicas carcinogênicas em humanos, o que foi uma preocupação de longa data devido ao papel potencial da creatina como um precursor dos compostos (BUTTS, et. al. 2017).

Geralmente, o único efeito colateral clinicamente relevante da suplementação de creatina é o ganho de peso (principalmente massa livre de gordura). Contudo, muitas vezes tal efeito é um resultado desejado, seja em

atletas com ênfase na força, potência e tamanho corporal, e pacientes clínicos com qualquer tipo de distúrbio de perda muscular (JAGIM *et al.*, 2018).

CONCLUSÃO

A creatina, apesar de ser encontrada em alimentos como carne vermelha e frutos do mar, é um dos suplementos alimentares mais utilizados em todo mundo, principalmente por atletas. Seu uso é aprovado e cientificamente comprovado. Aumento da massa muscular e aumento da força são os principais efeitos que melhoram o desempenho físico dos atletas. Seu uso é considerado benéfico quando seguidos os protocolos recomendados, com estudos recentes não demonstrando alterações nos marcadores clínicos dos usuários. Dentre os efeitos colaterais está o ganho de massa livre de gordura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUTTS, J., et. al. Creatine Use in Sports. Sports Health, v. 10, n.1, p. 31, 2018.

CHILIBECK, P. D., et. al. Effect of creatine supplementation during resistance training on lean tissue mass and muscular strength in older adults: a meta-analysis. Open Access Journal of Sports Medicine, v. 8, p. 213, 2017.

JAGIM, A. R., et. al. Safety of Creatine Supplementation in Active Adolescents and Youth: A Brief Review. Frontiers in nutrition, v.5, n. 115, 2018.

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. 18, 2017.

PEELING, P., et. al. Evidence-Based Supplements for the Enhancement of Athletic Performance, International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, v. 28, n. 2, p. 178, 2018.

Capítulo 09

PERIODIZAÇÃO DE DIETA E PREVENÇÃO DE LESÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

LUISA MARTINS SIMMER (1)

1 Nutricionista – Graduada em Nutrição pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Palavras-chave:

Periodização de dieta; Prevenção de lesão; Nutrição esportiva.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A alimentação é pautada na ciência, sendo uma arte, chegando a ser um estilo de vida, podendo se tornar um hábito, envolvendo crenças e emoções. Pode estar ou não associada a uma condição clínica específica, a uma patologia, ao esporte e, com certeza, está intimamente ligada ao funcionamento do organismo (ABREU, *et al.* 2001).

Da mesma maneira que a alimentação nos acompanha desde os primórdios da humanidade, o mesmo acontece com as lesões, sendo que essas se caracterizam por serem qualquer dano provocado ao tecido biológico, em que até o próprio organismo pode causá-la, como por exemplo, o estresse oxidativo, que acontece por meio de reações químicas, além de um simples corte, queimadura, ferida, trauma, choque (MUXFELDT, 2017).

Periodização alimentar, ou da dieta, caracteriza-se por um rodízio de alimentos e/ou grupos alimentares com uma finalidade específica. Refere-se a preparar a pessoa para a próxima fase do treino, do tratamento, da vida, modulando diferentes estímulos, a fim de promover melhora de saúde, de rendimento, de qualidade de vida. Uma vez que, com o passar dos anos e o avanço da ciência, torna-se cada vez mais comum a preocupação com a alimentação, principalmente, dos atletas de alto rendimento, aqueles que vivem do esporte, por precisarem de ótimos resultados, melhorando seu desempenho (SMEHA, 2018).

Outrossim, essa periodização pode ainda ser resultado da ação de um agente patogênico, bem como de um problema metabólico, fisiológico ou imunológico. Como um dano provocado aos tecidos corporais do paciente, por exemplo, em intolerâncias/alergias alimentares, no qual certo tipo de alimento é retirado da alimentação e posteriormente reintroduzido por etapas, de acordo com a resposta do indivíduo e suas necessidades específicas (SMEHA, 2018).

A prática de periodizar a alimentação, tem a finalidade de melhorar o desempenho físico, cognitivo, prognóstico. Reiterando que cada pessoa é única, possui uma condição específica e deve se levar em consideração a individualidade biopsicossocial de cada um, bem como o impacto que isso pode representar na vida dessa pessoa. Vale ainda ressaltar que esse trabalho não substitui o acompanhamento com profissional da saúde habilitado, mesmo para aquela pessoa que só pratica atividade física aos finais de semana (SOARES & SILVA, 2018).

Todavia, o que parece ser tão claro para nós, que somos da área e entendemos a importância da temática, não foi encontrado na literatura trabalhos que abordassem o tema de forma abrangente. Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi analisar a importância da dieta na prevenção de lesão; analisar a relação entre periodização de dieta e prevenção de lesão e reforçar os resultados obtidos nos estudos científicos sobre a relação da periodicidade da dieta e prevenção de lesão.

MÉTODO

No presente estudo, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com intuito de encontrar estudos que verificaram periodização de dieta e prevenção de lesão, por meio de pesquisa nas bases de dados eletrônicas PubMed, Science Direct e SciELO, utilizando descritores na língua portuguesa e os termos descritos a seguir foram traduzidos para o inglês e para o espanhol, “periodização de dieta”, “prevenção de lesão” e “periodização de dieta *AND* prevenção de lesão”.

A busca incluiu publicações compreendidas no período de 2015 a 2020, nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola, que abordavam as

temáticas relacionadas com esse estudo e fossem disponibilizados na íntegra. As buscas foram divididas em três etapas e foram concentradas em artigos de intervenção nutricional, revisões de literatura, principalmente.

Na primeira etapa foi realizada uma busca nas bases de dados eletrônicas onde realizou-se leitura do título e quando necessário, do resumo, para analisar quais estudos se encaixavam na temática abordada para elaboração desta revisão. Após essa etapa foi realizado a aplicação dos critérios de inclusão, e por fim, foi feito a leitura integral dos estudos e a aplicação dos critérios de exclusão. Foram excluídos do presente trabalho, artigos que não abordavam diretamente a temática, como por exemplo, artigos duplicados, estudos médicos, periodização de treinamento, uso de anestésicos na prevenção de lesão, modelo experimental, aplicação de questionários.

Na base da PubMed foi encontrado apenas um estudo, o qual foi excluído por se tratar de intervenção por profissionais especializados das áreas médicas e de enfermagem.

Já na base da Science Direct, com o descritor "periodização de dieta" foram encontrados três artigos, sendo dois de periodização de treinamento e um de perda de peso em judocas, de forma que todos os trabalhos foram excluídos, por não abordarem os quesitos para serem incluídos no presente trabalho.

Da mesma forma com o descritor "periodização e prevenção", no qual, não foi encontrado nenhum trabalho. Já com o descritor "prevenção de lesão", foram encontrados cento e cinquenta e um (151) trabalhos, dos quais todos foram excluídos pois não estavam relacionados a nutrição.

Foram encontrados cento e dez (110) artigos na base de dados da SciELO. Destes, grande parte se tratava de esportes específicos, bem como, condições clínicas especificas, tais como, lesão renal, lesão por pressão, de maneira que foram excluídos todos que não abordavam alimentação, lesão relacionados ao exercício físico.

Ao final, como resultado das buscas, foram incluídos no presente trabalho, três (3) artigos, que abordavam a temática em ambientes específicos, controlados, dentro de modalidades esportivas coletivas, como o futebol profissional, grupo de atletas de triatlo e praticantes de musculação não sendo um número significativo para que possamos de fato, analisar a importância da dieta na prevenção de lesão; analisar a relação entre periodização de dieta e prevenção de lesão, porém foi observado que todos abordavam a importância e os benefícios obtidos por meio da periodização alimentar, nos quais promovem a melhora da saúde como um todo, auxiliam no rendimento e consequentemente previnem lesões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho podemos observar que existe uma preocupação com a temática em diferentes modalidades esportivas, a fim de favorecer o rendimento dos atletas, levando em consideração que atletas mais jovens são os que mais se lesionam, uma vez que ainda está se aprendendo a técnica a ser desenvolvida (JESUS, 2016).

É fundamental o acompanhamento por equipe multiprofissional, treinamento em equipamentos com bom estado de uso, alimentação adequada a especificidade do treino e do atleta, a fim de minimizar riscos, corroborando com o objetivo desse estudo em demonstrar a importância na realização da periodização alimentar (JESUS, 2016).

No futebol, as principais lesões são do sistema músculo esquelético, envolvendo alta intensidade, longos períodos de treinamento,

sendo necessário se ter a disposição atendimento médico, interdisciplinar e multidisciplinar, para atuarem tanto na prevenção quanto na recuperação, além de uma periodização alimentar e suplementação adequada, para que o atleta consiga dar conta de uma partida inteira, contribuindo com o objetivo do trabalho, reforçando que a periodização da dieta apresenta benefícios quando trabalhada por um profissional em conjunto com todos os fatores e profissionais envolvidos no desempenho do atleta (SMEHA, 2018).

Já no triatlo, um esporte no qual abrange três etapas diferentes, natação, ciclismo e corrida, a prevalência de lesão músculo-esquelética ocorre principalmente durante os treinamentos, sendo causadas por movimentos repetidos executados com frequência, no qual o índice de lesão por etapa é diferente e a natação apresenta o menor, enquanto, a corrida, apresenta o maior, devido sobrecarga da musculatura e falta de descanso e por ser a última etapa faz toda a diferença no resultado do atleta (GILA; CORREIA; SOUZA, 2021).

Por se tratar de competições longas com mais de uma atividade envolvida, a alimentação adequada e a periodização alimentar auxiliam na busca pelo melhor rendimento, rápida recuperação, ótimo desempenho físico do atleta na competição, de modo que a alimentação possui grande impacto e sua periodização parece contribuir de maneira positiva com o melhor desempenho profissional (GILA; CORREIA; SOUZA, 2021).

Em espaços como as academias, onde o principal exercício físico é a musculação e na maioria das vezes sem acompanhamento de um profissional, o risco de lesão aumenta. Segundo Soares e Silva (2018), as principais causas de lesão nesse tipo de treinamento são decorrentes de cargas em excesso, equipamentos mal projetados, treinamento mal orientado e/ou execução incorreta, além de falta de aquecimento e má postura durante o treino (SOARES & SILVA, 2018).

Por ser muitas vezes um treino de força, a periodização alimentar é importante, pois vai auxiliar que o praticante consiga treinar sem ter episódios de náusea, vômito, diarreia, hipoglicemia, tontura, vertigem, entre outros, que podem ter melhora com uma dieta adequada, prescrita pelo profissional nutricionista (SOARES & SILVA, 2018).

De acordo com Silva (2021), no Jiu-Jitsu, por ser um esporte que trabalha habilidades motoras em execuções repetidas, a constante sobrecarga da musculatura e os golpes e choques contra o adversário, que podem acabar em quedas tornando-se lesões mais complexas, das quais a maioria, cerca de 78%, são ortopédicas, precisando de atenção médica especializada e em alguns casos intervenção cirúrgica. Consequentemente, para se evitar a lesão, cuidados com a alimentação são tão importantes quanto o treinamento em si, sendo aliados na busca pelo melhor desempenho do atleta (SILVA, 2021).

De acordo com Zago e Navarro (2010), no MMA, um esporte de luta com regra única de combate, no qual os atletas precisam bater peso para competir, a alimentação tem um impacto importante e deve fazer parte da periodização dos treinamentos, sendo é a melhor opção para a adequação do peso à categoria desejada, sem riscos à saúde, promovendo manutenção da força e do peso que são parâmetros fisiológicos para controle do desempenho (ZAGO & NAVARRO, 2010).

A Academia de Nutrição e Dietética, dos Dietistas do Canadá e do *American College of Sports Medicine*, publicaram em conjunto uma declaração em relação a nutrição e o desempenho atlético, cujo desempenho e recuperação

das atividades esportivas são aprimorados por estratégias de nutrição bem escolhidas, tendo como base o acompanhamento por profissional nutricionista especialista em esporte (THOMAS, ERDMAN, BURKE, 2016).

É importante dizer que o esporte não está somente relacionado ao treino, a alimentação e a competição; está envolvido com questões biopsicossociais, emocionais, afetivas, de cada indivíduo. Reforçando essa ideia, Burke e Gollan (1991) afirmam que a demanda nutricional no desempenho esportivo, também pode determinar o comportamento alimentar de grupos atléticos, atletas de elite do sexo masculino de endurance apresentaram maiores ingestões de energia e de carboidrato com o alto consumo de pães e cereais, uma vez que apresentam maior gasto energético nos treinos, além de saberem da importância da alimentação na saúde e no desempenho. Por outro lado, os jogadores de futebol apresentaram maiores consumo de álcool e gordura, além de demonstrarem menor interesse quanto aos benefícios da alimentação para a performance, sendo explicado pelo relaxamento que se permitiam, após a partida demonstrando a união entre os membros da equipe (BURKE & GOLLAN, 1991).

Se destaca ainda dentro da temática, a percepção da imagem corporal, a relação com a comida e a emoção envolvida no ganhar e fracassar em uma etapa importante da competição e acaba afetando principalmente mulheres em modalidades em que são exigidas mais do que só o desempenho esportivo, como é o caso do balé, nado sincronizado, ginásticas rítmicas, artísticas, no qual o corpo e aparência para os jurados também conta no desempenho final (PERINI, *et al*.2009; CUNHA e MACHADO, 2019).

Segundo estudo de Clark e Mach (2017), a periodização da dieta associada ao exercício físico também interfere na microbiota intestinal, uma vez que ocorre uma cascata por meio do exercício físico que demanda um aumento fisiológico de energia, por consequência, provoca aumento de vias da biogênese mitocondrial, elevando a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), levando à expansão do estado inflamatório no corpo, que pode causar um quadro de hiperpermeabilidade intestinal, prejudicando o desempenho do atleta tanto na parte da alimentação, quanto na inflamação e no desempenho (CLARK & MACH, 2017).

CONCLUSÃO

Na realização deste trabalho, foi possível observar que a temática é pouco discutida na literatura, mesmo sabendo da importância de que em certos momentos a periodização da dieta, faz-se presente e necessária, ainda faltam estudos que demonstram tal importância, tanto para saúde, quanto em outros esportes e até mesmo com pessoas que praticam alguma atividade física em períodos específicos, como os esportistas de final de semana. Além do impacto em outras áreas além da alimentação, por exemplo, no comportamento alimentar, na microbiota, que também influenciam no desempenho esportivo.

E como já dizia Hipócrates (460ª. C.- 377 a. C.): *"Que teu alimento seja teu remédio e que teu remédio seja teu alimento".*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU E. S., *et al*. Alimentação mundial: uma reflexão sobre a História. Saúde e sociedade, v. 10, p. 3, 2001.

BURKE LM & GOLLAN RA, Read RS. Dietary intakes and food use of groups of elite Australian male athletes. Int Journal of the International Society of Sports Nutrition, v.1, n.4, p.378, 1991.

CLARK, A. & MACH, N. A interferência entre a microbiota intestinal e as mitocôndrias durante o exercício. Fronteiras em fisiologia, v. 8, p.319, 2017.

CUNHA, P. R. F.; MACHADO, L. M. M. Avaliação do estado nutricional, satisfação com a imagem corporal, consumo e comportamento alimentar de discentes de balé clássico em uma escola de dança em Belém-PARBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento, v. 13, n. 78, p. 219, 2019.

GILA, A. M.; CORREIA, W. L. S.; SOUZA, N. T. A. Prevalência de lesões musculares em atletas de triatlo. 2021. Disponível em: <https://openrit.grupotiradentes.com/xmlui/bitstream/handle/set/3734/TCC%20pronto.pdf?sequence=1 >

JESUS F. S. A importância da periodização no esporte de alto rendimento no auxílio da prevenção de lesões, 2017. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/10720/1/21258328.pdf >

PERINI, T. A.; *et al*. Transtorno do comportamento alimentar em atletas de elite de nado sincronizado. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 15, p. 54, 2009.

SILVA, L.G. Principais lesões encontradas em atletas de jiu-jitsu. 2021. Disponível em: < http://200.229.206.179/handle/123456789/624 >

SMEHA L. N. Re-caracterização da prevenção das lesões de uma equipe de futebol profissional. Revista Brasileira Multidisciplinar – REBRAM. Vol. 21, n. 3, 2018.

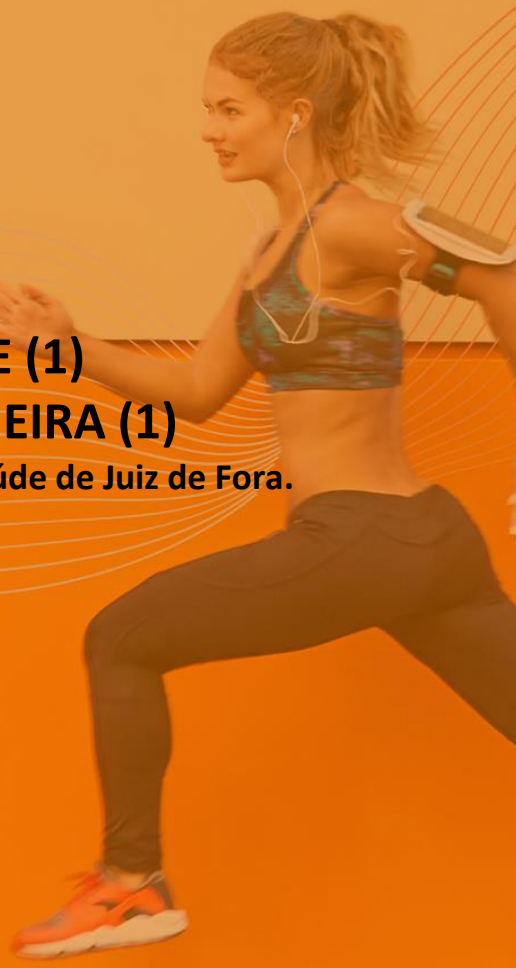
SOARES, E. M. & SILVA, K. M. A. Prevalência de lesões em praticantes de musculação em academias do município de Morada Nova/CEBIUS-Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia, v. 9, n. 1, p. 67, 2018.

THOMAS DT, ERDMAN KA, BURKE LM. Declaração de posição conjunta do American College of Sports Medicine. Nutrição e desempenho atlético. Medicina e Ciência no Esporte e Exercício, v. 48, n.3, p. 543, 2016.

ZAGO, A. & NAVARRO, A. C. Análise sobre a perda de peso em atletas de MMA em período pré-competitivo e as respostas da força. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v. 4, n. 22, p. 7, 2010.

Capítulo 10

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NA FORÇA MUSCULAR: UMA REVISÃO DA LITERATURA



STEPHANIA NEVES SCAPIM (1)
KAYAN FELIPE DE OLIVEIRA ANDRADE (1)
IGOR RAPHAEL GUILARDUCCI CERQUEIRA (1)
1 Discente – Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora.

Palavras-chave:
Creatina; Força muscular; Exercício físico.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A creatinina plasmática é um dos principais marcadores da função renal, sendo esta o metabólito terminal da creatina. A creatina consiste em um composto orgânico sintetizado a partir dos aminoácidos arginina, glicina e metionina. É produzida de forma endógena nos rins, fígado e pâncreas, e também pode ser obtida através da ingestão de carne vermelha, peixes e suplementos alimentares, sendo encontrada no corpo humano nas formas livres (60 a 70%) e fosforilada (30 a 40%) (MILLS *et al.*, 2020). No músculo esquelético, por meio da ação da enzima creatina fosfoquinase, ocorre a ligação de alta energia de fosfato e creatina, formando a fosfocreatina ou fosfato de creatina. Essa, por sua vez, pode ser decomposta em creatina e íons fosfato, liberando grandes quantidades de energia dentro de uma pequena fração de segundo (GUYTON & HALL, 2017).

A maior parte da creatina se encontra no músculo esquelético (~95%), e a pequena porção restante se divide entre o cérebro, músculos lisos, coração e os testículos (~5%) (KREIDER *et al.*, 2017). A produção endógena (1g/dia) somada à obtida na dieta (1g/dia para uma dieta onívora) equivale à taxa de degradação espontânea da fosfocreatina e da creatina sob a forma de creatinina, por reação não enzimática (GUALANO *et al.*, 2010).

A creatina está entre os suplementos alimentares mais populares entre os atletas, diante de seu efeito positivo sobre a massa e a força muscular, relacionado ao aumento dos estoques de energia e na aceleração da ressíntese de fosfocreatina, além da redução do dano muscular. Esses fatores culminam no aumento da capacidade de realizar exercícios de alta intensidade, permitindo maior produção de força e maior volume de treinamento, que por sua vez atua como maior estímulo para síntese de proteína muscular (DEVRIES & PHILLIPS, 2014).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo é descrever, por meio de uma revisão de literatura, os efeitos da suplementação de creatina na força muscular.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão da literatura realizada no período de agosto de 2021, por meio de pesquisas nas bases de dados National Library of Medicine (MEDLINE). A busca pelos termos utilizados foi efetuada mediante consulta no Descritores em Ciência da Saúde (DECs) e suas respectivas derivações no *Medical Subject Headings* (MeSH), sendo eles: "*creatine*" e "*muscle strength*". Desta busca foram encontrados 1881 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos na língua inglesa; publicados nos últimos cinco anos e que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa; realizados em humanos; do tipo revisão, revisão sistemática, meta-análise e ensaio clínico controlado e randomizado (ECCR). Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados; estudos que não abordavam diretamente a proposta estudada; estudos com intervenções pouco claras e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após os critérios de seleção restaram 175 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Desses, apenas 11 foram selecionados para o escopo desta revisão. s resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos em categorias temáticas abordando: mecanismo de ação, protocolos de suplementação, uso clínico e segurança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mecanismo de ação

O potencial ergogênico da creatina está associado ao aumento da concentração intramuscular de fosfocreatina e aceleração da ressíntese de adenosina trifosfato (ATP) A partir da manutenção dos níveis intracelulares de ATP no músculo, a creatina contribui para o aumento da força muscular em exercícios de curta duração e alta intensidade, fortemente dependentes do sistema fosfagênico (FEUERBACHER *et al.*, 2021).

Evidências científicas sugerem que a suplementação com creatina é capaz de induzir maior recaptação de cálcio no retículo endoplasmático, aumento da força máxima, força explosiva e capacidade de trabalho anaeróbio, com impacto positivo sobre a hipertrofia muscular (FEUERBACHER *et al.*, 2021; WANG *et al.*, 2018; MILLS, 2020).

A creatina também parece exercer efeito sobre os estoques de glicogênio muscular a partir de aumento da translocação do transportador de glicose 4 (GLUT-4), promovendo maior disponibilidade de glicose e atenuação da depleção de glicogênio associada ao treinamento (MILLS *et al.*, 2020).

Ainda, há trabalhos que demonstram seus benefícios na recuperação muscular, inclusive diante de alto volume de treinamento. Nesse contexto, a creatina é capaz de atenuar as oscilações nos níveis de creatinofosfoquinase (CPK), prostaglandina E2 (PGE2), fator de necrose tumoral alfa (TNF-alfa) e desidrogenase lática (LDH) (KREIDER *et al.*, 2017).

A creatina mono-hidratada é a mais estudada na literatura. Em relação à sua distribuição no organismo, sabe-se que seu pico é atingido após cerca de 60 minutos da ingestão oral, sendo, em seguida, captada do sangue para o tecido-alvo (KREIDER RB *et al.*, 2017).

Protocolos de suplementação

Diante de uma dieta que oferece 1-2g/dia de creatina, 60 a 80% dos estoques musculares de creatina encontram-se saturados. Nesse contexto, a suplementação com creatina pode aumentar a creatina muscular e a fosfocreatina em 20 a 40% (KREIDER *et al.*, 2017).

A recomendação para a dose de carregamento consiste em 5g de creatina mono-hidratada (ou aproximadamente 0,3g/kg peso corporal) 4 vezes ao dia, por 5 a 7 dias. Após a saturação dos estoques de creatina, a dose de manutenção pode ser instituída, condicionado a ingestão de 3 a 5g de creatina-monohidratada ao dia. Nesse contexto, a ingestão de creatina com carboidrato ou carboidrato e proteína, pode promover maior retenção de creatina (KREIDER *et al.*, 2017). Foi demonstrado em estudo que a ingestão de creatina (5g) com 47-97g de carboidrato e 50g de proteína aumenta a retenção muscular, tanto da creatina quanto do carboidrato. Esse aumento da retenção é importante, uma vez que o armazenamento de glicogênio é importante para o desempenho muscular. Foi demonstrado que a retenção com o uso da creatina é maior quando comparada com o uso de carboidrato de forma isolada (KREIDER *et al.*, 2017).

Após a elevação dos estoques de creatina intramuscular, o retorno às concentrações iniciais tende a ocorrer entre 4 a 6 semanas. No que se refere à inibição da síntese endógena de creatina, não há evidências científicas que demonstram queda dos níveis de creatina abaixo dos níveis iniciais. Portanto, a creatina parece não induzir supressão a longo prazo, sendo a redução da produção fisiológica normal reversível mediante à interrupção da

suplementação (KREIDER *et al.*, 2017; MOMAYA *et al.*, 2015).

Uso clínico

Melhora da força muscular: Em relação ao uso clínico, estudos indicam que a suplementação com creatina, seja antes, durante ou após o treino de resistência, são eficazes e auxiliam na melhora da força muscular. No entanto, ainda não é consenso qual momento de ingestão traria maior benefício (MILLS *et al.*, 2020).

Ainda, a suplementação de creatina parece contribuir também para melhora dos perfis lipídico e glicêmico, redução da perda óssea, redução do acúmulo de gordura no fígado, melhora da função cognitiva e diminuição da velocidade de crescimento tumoral em determinados tipos de câncer (KREIDER *et al.*, 2017).

Além disso, em relação aos benefícios para a atividade física e performance, estudos demonstram melhora no desempenho esportivo relacionado a: a) aumento da força; b) produção de energia; c) melhora do trabalho total até a fadiga; d) melhora na força de pico e potência de pico realizada durante várias séries de contrações de esforço máximo. Cabe destacar, que a intensidade desta resposta parece estar relacionada aos níveis basais da creatina muscular, sendo que os atletas com níveis basais mais elevados antes da suplementação, apresentam menor aumento da creatina muscular após a suplementação (MOMAYA *et al.*, 2015).

Ademais, foi evidenciado que a suplementação de creatina pode melhorar a recuperação muscular pós-exercício, prevenir lesões e atuar na reabilitação (KREIDER *et al.*, 2017). Cabe destacar, que a suplementação de creatina acompanhada de treinamento de força resulta em aumentos de hipertrofia maiores do que aqueles vistos em casos de suplementação ou treinamento isolados, sendo sugerido que os efeitos sobre a hipertrofia decorrente da suplementação de creatina ocorrem devido a capacidade desse suplemento em aumentar o volume de treino (GUALANO *et al.*, 2010), além dos seguintes efeitos da creatina: a) aumento de retenção hídrica; b) eficiência da tradução de proteínas relacionadas à hipertrofia (SAFDAR *et al.*, 2008); c) proliferação e ativação de celulas satélites, que são celulas quiescentes capazes de se diferenciar em fibras musculares adultas, possibilitando o processo hipertrófico (GUALANO *et al.*, 2010).

Melhora do desempenho: Foi demonstrado que a suplementação com creatina permitiu a manutenção do desempenho muscular durante a fase inicial do treinamento de resistência de alto volume. Isso indica que o uso da creatina poderia auxiliar no melhor desempenho dos atletas, que poderiam tolerar maior volume de treino por período maior (KREIDER *et al.*, 2017). Em adendo, há evidências que demonstram que a creatina possibilita realização de mais repetições com a mesma carga (VOLEK & RAWSON, 2004).

Tolerância ao calor: estudos demonstram que a suplementação com creatina poderia servir como estratégia de super-hidratação nutricional para praticantes de exercícios físicos intensos, uma vez que a creatina mono-hidratada tem características que a permite armazenar certas quantidades de água. Ela seria responsável por aumentar a água intracelular e, consequentemente, reduzir respostas termorregulatórias e cardiovasculares. Sendo assim, ela reduziria os riscos de doenças relacionadas ao calor (KREIDER *et al.*, 2017).

Recuperação de lesões: apesar de não ser consenso, alguns estudos demonstram que a suplementação com creatina poderia diminuir a atrofia muscular após imobilização e

promoveria recuperação durante a reabilitação de lesões (KREIDER RB *et al.*, 2017).

Potenciais usos médicos da creatina: sendo a creatina um suplemento amplo, que atua no metabolismo, desempenho e adaptação ao treinamento muscular, pesquisas têm sido feitas para avaliar as vantagens em utilizá-la em populações clínicas. Dentre as populações que poderiam se beneficiar, destacam-se: pacientes com deficiência da síntese de creatina; pacientes portadores de doenças neurodegenerativas; portadores de doenças isquêmicas do coração (KREIDER *et al.*, 2017).

Segurança

No que se refere à segurança, as evidências científicas não demonstram efeitos negativos à saúde diante do uso de creatina por curtos ou longos períodos (até 30g por dia, por 5 anos). A suplementação nutricional de creatina é segura nas doses preconizadas, e ainda pode oferecer efeitos positivos a nível clínico na população idosa. O efeito adverso que é frequentemente relatado é o ganho de peso (KREIDER *et al.*, 2017).

Atualmente, os estudos disponíveis que relatam o uso da creatina, nas doses e período preconizados acima, sem associar a um padrão consistente de efeitos colaterais. Além disso, relatos de casos raros sem avaliações de causalidade rigorosas foram contestadas por diversos estudos, mostrando que a suplementação com creatina não aumenta a incidência de lesões músculo-esqueléticas, desidratação, câimbras musculares ou distúrbios envolvendo o trato gastrointestinal. Além disso, não foi estabelecido por estudos rigorosos efeitos prejudiciais à função renal em pessoas saudáveis (KREIDER *et al.*, 2017).

No entanto, o número de estudos sobre a suplementação a longo prazo da creatina é limitado, devendo ter cuidado em pacientes com doenças renais ou hepáticas. Além disso, recomenda-se aos atletas que façam ingesta hídrica adequada, pois existe o risco teórico de desidratação, pelo efeito osmótico do suplemento, que levaria água para a musculatura (MOMAYA *et al.*, 2015).

CONCLUSÃO

A literatura científica evidencia que a suplemetação com creatina, realizada dentro dos protocolos adequados de suplementação, apresenta segurança e benefícios na força muscular, melhora do desempenho e na recuperação muscular. No entanto, faz-se necessário estudos para avaliação da segurança do uso da creatina em pacientes com doenças hepáticas ou renais para resultados mais consolidados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANDOW, D.G. *et al.* Effect of 12 months of creatine supplementation and whole-body resistance training on measures of bone, muscle and strength in older males. Nutrition Health, v. 27, p. 151, 2021.

DEVRIES, M.C. & PHILLIPS, S.M. Creatine supplementation during resistance training in older adults-a meta-analysis. Medicine & Science in Sports & Exercise, v.46, p. 1194, 2014.

FEUERBACHER, J.F. *et al*. Short-Term Creatine Loading Improves Total Work and Repetitions to Failure but Not Load-Velocity Characteristics in Strength-Trained Men. Nutrients, v. 13, p. 826, 2021.

GUALANO, B. *et al*. Efeitos da suplementação de creatina sobre força e hipertrofia muscular: atualizações. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 16, p. 219, 2010.

GUYTON & HALL, editor. Tratado de Fisiologia Médica. Elsevier Editora; 2017.

KAVIANI, M. *et al.* Creatine monohydrate supplementation during eight weeks of progressive resistance training increases strength in as little as two weeks without reducing markers of muscle damage. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v. 59, p. 606, 2019.

.

KREIDER, R.B. *et al.* International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercisee, sport, and medicine. Journal of the International Society of Sports Nutrition, v. 13, p. 14, 2017.

MILLS, S. *et al.* Effects of Creatine Supplementation during Resistance Training Sessions in Physically Active Young Adults. Nutrients, v. 12, p. 1880, 2020.

MOMAYA, A. *et al.* Performance-enhancing substances in sports: a review of the literature. Sports Medicine, v. 45, p. 517, 2015.

SAFDAR, A. *et al.* Global and targeted gene expression and protein content in skeletal muscle of young men following short-term creatine monohydrate supplementation. Physiol Genomics, v. 32, p. 219-28, 2008.

VOLEK, J.S. & RAWSON, E. Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes. Nutrition, v. 20, p. 609-14, 2004.

WANG, C.C. *et al.* Effects of 4-Week Creatine Supplementation Combined with Complex Training on Muscle Damage and Sport Performance. Nutrients, v. 10, p. 1640, 2018

Capítulo 11

PRÁTICA ESPORTIVA COMO TRATAMENTO COMPLEMENTAR DA FIBROMIALGIA

LUIZA DAHBAR RODRIGUES (1)
MATHEUS PERICLES BELCAVELLO (1)
NATHALIA NOYMA SAMPAIO MAGALHÃES (1)
PATRICK RIBEIRO REIS (1)
LUANA GERHEIM MACHADO (2)

1 Discente - Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora;
2 Docente – Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora.

Palavras-chave:
Fibromialgia; Exercício físico.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A Fibromialgia (FM) é uma doença reumática caracterizada por dor generalizada e persistente associada a outros sintomas, como fadiga severa, rigidez, diminuição da capacidade física, distúrbios do sono, comprometimento cognitivo, entre outros. Além disso pode cursar com alterações psicológicas, que incluem catastrofização da dor, ansiedade e depressão, manifestações que por sua vez possivelmente agravam mais ainda a sintomatologia da FM, de forma inversamente proporcional à qualidade de vida e grau de incapacidade do paciente (IZQUIERDO-ALVENTOSA *et al.*, 2020).

Trata-se de uma condição crônica que acomete cerca de 2,7% da população geral, com uma prevalência considerável no sexo feminino e que aparece geralmente entre os 30 e 60 anos (VALMAÑA *et al.*, 2020).

A etiologia relacionada à FM é desconhecida, entretanto sabe-se que alguns fatores, como o estresse, por exemplo, estão diretamente associados à manifestação e cronificação dos quadros (IZQUIERDO-ALVENTOSA *et al.*, 2020).

Para padronizar os sintomas da FM, em 1990 o Colégio Americano de Reumatologia (*American College of Rheumatolgy*, ACR) publicou os primeiros critérios para classificação da FM, segundo os quais há FM em casos de dor há 3 meses ou mais nos quatro quadrantes do corpo, concomitantemente com a sensibilidade à digitopressão em 11 dos 18 *tender points* (WOLFE *et al.*, 1990). Eles foram atualizados em 2010 e 2011, criando-se os "Critérios diagnósticos preliminares para fibromialgia e aferição da gravidade dos sintomas" (WOLFE *et al.*, 2010), que por sua vez foram revisados em 2016, quando foram elaborados os critérios que servem tanto para classificação quanto para diagnóstico de FM (**Quadro 11.1**). A finalidade dessa revisão foi corrigir os erros de classificação observados em pacientes com dor regional, adicionando-se um critério complementar de dor difusa (WOLFE *et al.*, 2016; HEYMANN *et al.*, 2016).

O tratamento dessa doença reumática consiste em medidas farmacológicas, com a associação da realização da prática de Exercícios Físicos (EF), uma das abordagens não farmacológicas mais promissoras e econômicas, com o objetivo de obter uma maior otimização do resultado desse manejo terapêutico. Há evidências de que os EF de baixa intensidade juntamente com o treinamento de resistência e coordenação supervisionados por fisioterapeutas com experiência em exercícios terapêuticos, promovem melhorias das sintomatologias da FM e consequentemente auxiliam em uma maior qualidade de vida desses indivíduos. (IZQUIERDO-ALVENTOSA *et al.*,2020)

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento na literatura acerca dos benefícios da prática de EF como tratamento complementar na reabilitação de pacientes com FM.

Quadro 11.1 Critérios de classificação e diagnóstico de Fibromialgia: revisão de 2016

Critérios		
Um paciente satisfaz os critérios modificados de fibromialgia de 2016 se as 3 condições a seguir forem atendidas: 1) Índice de Dor Generalizada (IDG) ≥ 7 e pontuação da Escala de Severidade dos Sintomas (ESS) ≥ 5 ou IDG 4-6 e pontuação ESS ≥ 9 2) Dor generalizada, definida como dor em pelo menos 4 das 5 regiões, excluindo-se dores na mandíbula, no tórax e no abdome. 3) Sintomas presentes por pelo menos 3 meses.		
Verificação		
1) IDG: o número de áreas em que o paciente relatou dor na última semana. A pontuação vai variar de 0 a 19.		
Região superior esquerda (Região 1)	*Região superior direita (Região 2)*	*Região axial (Região 5)*
Mandíbula à esquerda	Mandíbula à direita	Pescoço
Cintura escapular à esquerda	Cintura escapular à direita	Região dorsal superior
Braço esquerdo	Braço direito	Região dorsal inferior
Antebraço esquerdo	Antebraço direito	Tórax
		Abdome
Região inferior esquerda (Região 3)	*Região inferior direita (Região 4)*	
Quadril esquerdo	Quadril direito	
Região femoral esquerda	Região femoral direita	
Perna esquerda	Perna direita	
2) Pontuação ESS		
Fadiga Sono não reparador Sintomas cognitivos Para cada um dos 3 sintomas acima, indicar o grau de gravidade usando a seguinte escala: 0 = nenhum problema 1 = problemas leves ou moderados, geralmente moderados ou intermitentes 2 = Problemas moderados e consideráveis, geralmente presentes e/ou de grau moderado 3 = Grave: problemas contínuos e que atrapalham a qualidade de vida		
A pontuação da ESS: é a soma da pontuação obtida dos três sintomas acima (0-9) adicionada da soma da pontuação dos seguintes sintomas que incomodaram o paciente nos últimos 6 meses (0-3):		
1) Dores de cabeça (0-1) 2) Dores ou cólicas na região inferior do abdome (0-1) 3) Depressão (0-1) A pontuação final da severidade dos sintomas está entre 0 e 12.		
A escala de gravidade da Fibromialgia: soma do IDG e da ESS		

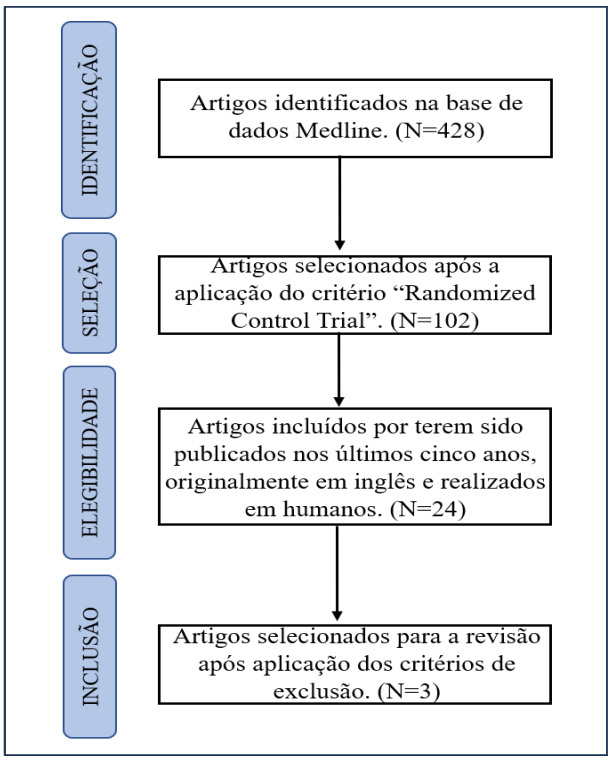
Fonte: Adaptado de Wolfe *et al.*, 2016

MÉTODO

O presente estudo consiste em um levantamento de evidências científicas publicadas recentemente acerca da eficácia da implementação de EF na reabilitação e no tratamento complementar à farmacoterapia de pacientes com FM.

Realizou-se revisão da literatura por meio da base de dados MedLine via PubMed através dos descritores "*Exercise*" e "*Fibromyalgia*", bem como suas variações, termos escolhidos mediante consulta no *Medical Subject Headings* (MesH) e no Descritores em Ciência da Saúde (DeCS). Foram incluídos ensaios clínicos controlados e randomizados que abordaram a temática, realizados em humanos, publicados nos últimos cinco anos, no idioma inglês. Foram excluídos os artigos que não apresentavam resultados e estudos com métodos ou objetivos mal descritos. Ademais, a escala PRISMA foi utilizada no intuito de melhorar o relato desta revisão. A busca inicial resultou em 428 artigos, dos quais, após aplicação dos referidos filtros de busca e dos critérios de exclusão, 3 foram selecionados para compor a revisão. O processo de seleção dos artigos encontra-se esquematizado no **Fluxograma 11.1**.

Fluxograma 11.1 Processo de seleção dos artigos científicos



Os critérios de exclusão foram: artigos que estudos que não apresentavam resultados; e estudos com métodos ou objetivos mal descritos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ensaio clínico realizado por Izquierdo-Alventosa *et al.* (2020), foi testada a hipótese de que a realização EF de baixa intensidade auxiliaria na redução da "catastrofização da dor", conceituada pelos autores como um aspecto psicossocial da dor que envolve processamento cognitivo e emocional, sensação de desamparo e pessimismo, além de cursar com ansiedade e depressão. Assim, 32 mulheres de idade entre 30 e 70 anos e com diagnóstico de FM, de acordo com o Colégio Americano de Fibromialgia (WOLFE *et al.*, 2016), foram randomizadas em grupo intervenção (GI; n=16) e grupo controle (GC; n=16). O GI foi submetido a 16 sessões de 60 minutos de EF de baixa intensidade, em uma frequência de 2 vezes por semana. Os EF consistiam em treinamento de resistência (exercícios aeróbicos) e de coordenação. O GC não recebeu nenhuma intervenção específica e, assim como o GI, foi orientado a seguir o tratamento medicamentoso padrão. Ambos os grupos foram avaliados em dois momentos: no início do ensaio clínico e ao final de oito semanas. O GI obteve melhora estatisticamente significativa nos parâmetros catastrofização da dor, estresse, ansiedade e depressão, quando comparados os dois momentos. O mesmo não foi observado no GC (IZQUIERDO-ALVENTOSA *et al.*, 2020).

A eficácia de exercícios aeróbicos também foi testada por Valmaña *et al.* (2020). Em ensaio clínico controlado, uma amostra de 48 mulheres, de idade entre 40 e 75 anos e com diagnóstico de FM, foi randomizada em GC

(n=25) e em GI (n=23), grupo este submetido a 2 sessões semanais de exercícios de resistência aeróbica e trabalho de força e equilíbrio, de duração de 90 minutos, durante 12 semanas. As 48 pacientes responderam 3 questionários no início e ao final do experimento. Sendo eles: a) Escala Visual Analógica (EVA) para aferição da intensidade da dor pelo paciente; b) Questionário sobre o Impacto da Fibromialgia (QIF), para avaliar a qualidade de vida da paciente com FM (**Figura 11.1**); c) *Medical Outcomes Study 36 – Item Short-Form Health Survey* (SF-36), um questionário de 36 questões que também visam a avaliar a qualidade de vida do paciente (VALMAÑA *et al.*, 2020).

Verificou-se que, apesar de a percepção de dor, a saúde física e o impacto da condição medidos pelo SF-36 terem melhorado no GI e piorado no GC, após o tempo de acompanhamento não houve melhora significativa em nenhum dos aspectos avaliados, ao contrário do primeiro estudo analisado. Os autores apontam como possíveis razões para os achados as comorbidades associadas, dinâmicas familiares complexas e, principalmente, frequência semanal insuficiente dos EF (IZQUIERDO-ALVENTOSA *et al.*, 2020; VALMAÑA *et al.*, 2020).

Paralelamente, foram desenvolvidos jogos digitais que simulam a prática de EF e atuam replicando movimentos realizados na reabilitação física. Estes jogos recebem o nome de Exergames e tem sido utilizado para tratamento de diversos distúrbios de movimento, como reabilitação pós-operatória de cirurgia ortopédica, melhoria postural e de equilíbrio em idosos, reabilitação vestibular, melhoria da qualidade de vida e redução de fadiga em pacientes com câncer, dentre outros. A partir disso, uma perspectiva tem surgido no ambiente científico de que esse tipo de exercício tenha efeito sobre mulheres diagnosticadas com FM atuando na redução da gravidade geral dos sintomas da doença (CARVALHO *et al.*, 2020).

Figura 11.1 Adaptação brasileira do Questionário sobre o Impacto da Fibromialgia (QIF)

QUESTIONÁRIO SOBRE O IMPACTO DA FIBROMIALGIA (QIF)

ANOS DE ESTUDO:

1- Com que freqüência você consegue:	Sempre	Quase sempre	De vez em quando	Nunca
a) Fazer compras	0	1	2	3
b) Lavar roupa	0	1	2	3
c) Cozinhar	0	1	2	3
d) Lavar louça	0	1	2	3
e) Limpar a casa (varrer, passar pano etc.)	0	1	2	3
f) Arrumar a cama	0	1	2	3
g) Andar vários quarteirões	0	1	2	3
h) Visitar parentes ou amigos	0	1	2	3
i) Cuidar do quintal ou jardim	0	1	2	3
j) Dirigir carro ou andar de ônibus	0	1	2	3

Nos últimos sete dias:

2- Nos últimos sete dias, em quantos dias você se sentiu bem?

0 1 2 3 4 5 6 7

3- Por causa da fibromialgia, quantos dias você faltou ao trabalho (ou deixou de trabalhar, se você trabalha em casa)?

0 1 2 3 4 5 6 7

4- Quanto a fibromialgia interferiu na capacidade de fazer seu serviço:

Não interferiu — Atrapalhou muito

5- Quanta dor você sentiu?

Nenhuma — Muita dor

6- Você sentiu cansaço?

Não — Sim, muito

7- Como você se sentiu ao se levantar de manhã?

Descansado/a — Muito cansado/a

8- Você sentiu rigidez (ou o corpo travado)?

Não — Sim, muita

9- Você se sentiu nervoso/a ou ansioso/a?

Não, nem um pouco — Sim, muito

10- Você se sentiu deprimido/a ou desanimado/a?

Não, nem um pouco — Sim, muito

Fonte: Marques *et al.*, 2006.

Em um ensaio clínico realizado por Carvalho *et al.* (2020), uma avaliação dos benefícios da prática de exergames sobre os impactos da doença em mulheres foi conduzida, incluindo limiar de dor e aspectos físicos, comparado à realização de alongamentos. Para isso, 35 mulheres com idade mínima de 18 anos, diagnosticadas com FM de acordo com os parâmetros do CAR, foram randomizadas, por meio de randomização simples, em dois grupos de tratamentos distintos, o GI (n=16) e o GC (n=19). O GI foi submetido a um programa de exergames (Nintendo Wii) três vezes por semana, com sessões de duração de 1 hora, em que foram incluídos jogos que trabalhavam corrida estacionária, movimento ativo dos membros superiores (isolado do treinamento de peso e equilíbrio), controle do centro de gravidade do corpo, ação dos músculos do tronco associado a movimentos rítmicos circulares, controle do equilíbrio, movimentos ativos, alternados e rítmicos dos membros inferiores. O GC realizou a técnica de alongamento muscular em cadeia, três vezes por semana, com sessões de duração de 1 hora, durante as 7 semanas do estudo. O GI apresentou redução significativa nos sintomas de FM, incluindo melhora na produtividade, redução da dor, fadiga, alívio de problemas de descanso, rigidez, ansiedade e depressão. Assim como melhorias significativas nos valores algométricos médicos na região cervical, na segunda junção condrocostal, no epicôndilo lateral, borda medial esquerda do joelho, região occipital esquerda, trapézio, supraespinhal, glúteos e trocanter maior (CARVALHO *et al.*, 2020).

Frequência e modalidades de EF para pacientes com FM

Intervenção semelhante à de Valmaña *et al*. (2020) foi proposta por Salvat *et al*. (2016). Neste estudo, os autores avaliaram a eficácia de 24 sessões de EF (hidrocinesioterapia e programa de treinamento de força) por 12 semanas. A escala QIF foi usada para avaliar a amostra em quatro momentos: no início da intervenção, imediatamente após o final, seis meses depois e 12 meses depois. Diferentemente do estudo de Valmaña *et al.*, os participantes realizaram em associação aos EF sessões de Terapia Cognitiva-Comportamental. Como resultado, houve uma diferença estatisticamente significativa entre o GI e o GC, obtendo o GI melhor pontuação na escala QIF nos três momentos de acompanhamento após instituída a intervenção. Como consequência das melhoras funcionais, 12 meses após o início do estudo, os participantes do GI passaram a ter uma maior adesão aos EF, realizados mais regularmente. Esses resultados indicam que as melhoras causadas pelos EF podem estar associadas a um maior tempo de acompanhamento para observar adesão e constância da realização de EF pelos pacientes com FM (SALVAT *et al.*, 2016; VALMAÑA *et al.*, 2020).

Além da frequência, é imprescindível avaliar o tipo de EF mais eficaz na FM. É bem estabelecida e recomendada a prática de exercícios aeróbicos como parte do tratamento multidisciplinar para pacientes com FM. Isso é corroborado por estudo de Norouzi *et al*. (2019), no qual houve melhora estatisticamente significativa no grupo que realizou exercícios aeróbicos, quando comparado com o GC (ambos os grupos compostos por pacientes com FM), nos seguintes aspectos: memória de trabalho; função motora e sintomas depressivos. Esses autores também incluíram no estudo um grupo em que a intervenção consistiu na realização de sessões de dança zumba, uma modalidade de exercício aeróbico combinado a movimentos de rapidez e equilíbrio. O grupo que recebeu essa intervenção obteve melhora

também estatisticamente significativa nos aspectos supracitados, melhora esta superior ao grupo que realizou exercícios aeróbicos convencionais. A zumba pode ser considerada um método que integra elementos físicos, psicossociais e comportamentais para promover a saúde física e mental (NOROUZI *et al.*, 2019).

O tai-chi também desponta como modalidade alternativa para melhora da qualidade de vida dos pacientes com FM. Esta é uma disciplina milenar que surgiu como arte marcial e envolve práticas enraizadas na medicina tradicional chinesa. Da mesma forma que a zumba, integra elementos físicos e psicossociais, além de aspectos espirituais e comportamentais para promover saúde e boa forma. Em estudo de Wang *et al.* (2018), foi comparada a eficácia dos exercícios aeróbicos com a do tai-chi, usando-se a escala QIF para esta avaliação. Como resultado, o tai-chi promoveu diferença estatisticamente superior aos exercícios aeróbicos nos pacientes com FM de acordo com as escalas QIF e EVA. Além de melhora nos sintomas psiquiátricos (ansiedade e depressão), sono e mecanismos de enfrentamento. Esses autores recomendam a prática constante e de frequência bissemanal (WANG *et al.*, 2018).

A associação dos exercícios de resistência e de alongamento no tratamento da FM também pode ser explorada. O ensaio clínico de Assumpção *et al.* (2017) destacou que esses dois tipos de EF proporcionaram benefícios para mulheres com FM, a saber: os exercícios de resistência melhoraram significativamente os sintomas depressivos, enquanto o alongamento muscular melhorou o funcionamento físico e as dores corporais, com impacto positivo na qualidade de vida (ASSUMPÇÃO *et al.*, 2017). Juntamente ao exercício aeróbico, essas modalidades devem ser analisadas para melhor aplicação em cada sintoma do paciente com FM (MACFARLANE *et al.*, 2017).

Assim como no estudo de Carvalho *et al*. (2020), a eficácia da prática de Exergames também foi testada por Villafaina *et al*. (2020), em um ensaio clínico cego, controlado e randomizado, que avaliou os benefícios desse tipo de exercício na variabilidade de frequência cardíaca (VFC), em pacientes com FM. Estudos recentes sugerem uma disfunção do sistema nervoso autônomo (disautonomia) em pacientes com FM, e a VFC (variação batimento a batimento no intervalo RR) é uma medida reprodutível e não invasiva da função desse sistema, que fornece informações sobre o equilíbrio entre o sistema nervoso simpático e parassimpático. Assim, esse foi o parâmetro utilizado.

O estudo contemplou 50 mulheres de idade entre 30 e 75 anos, diagnosticadas com FM por reumatologista, de acordo com os critérios do CAR. Além disso, foram excluídas pacientes gravidas e que tivessem algum tipo de contraindicação para prática de EF. As participantes foram alocadas aleatoriamente em 2 grupos, o GI (n=25) e o GC (n=25). O GI obteve tratamento com exergames, comtemplando 2 sessões de 1 hora por semana, em grupos de dois ou três participantes, durante 24 semanas. Essa intervenção foi baseada no programa de exergames VirtualEx-FM, que consiste em uma ferramenta criada especificamente pelo grupo de pesquisa, com o objetivo de melhorar a capacidade para as atividades da vida diária, por meio de melhorias na força, controle postural, aptidão aeróbia, mobilidade e coordenação dos membros superiores e inferiores dos pacientes com FM. O GC manteve a rotina prévia ao estudo. Ao final do programa, o GI teve melhora significativa em seu controle autonômico em

relação aos pacientes do GC (CARVALHO *et al.*, 2020; VILLAFINA *et al.*, 2020).

Intensidade dos EF para pacientes com FM

A intensidade dos EF também é de relevante discussão. No manejo da FM, exercícios aeróbicos moderados (60 a 70% da frequência cardíaca máxima) duas a três vezes por semana, durante pelo menos 4 a 6 semanas, podem ser recomendados para redução dos sintomas (BIDONDE *et al.*, 2017). Recentemente, exercícios aeróbicos de alta intensidade (80 a 90% da frequência cardíaca máxima) têm sido praticados para melhora do desempenho cardiovascular e do consumo de oxigênio. Uma vantagem é que os EF de elevada intensidade necessitam de menor tempo para alcançar os mesmos benefícios dos EF moderados. Entretanto, especificamente na população de pacientes com FM, não há diferença estatisticamente significativa entre os exercícios de alta e de moderada intensidade, sendo apenas recomendado que o paciente realize algum EF, uma vez que comprovadamente a prática promove benefícios (ATAN *et al.*, 2020).

Ademais, deve-se atentar aos exercícios de elevada intensidade, uma vez que, nos pacientes com FM, eles podem precipitar eventos adversos relacionados a dor. Entretanto, já foi documentado que mulheres com FM têm a capacidade de aumentar a força muscular por meio de exercícios de resistência assim como ocorre nas mulheres sem FM e que a realização de EF de resistência e de alta intensidade é segura para a FM (MACFARLANE *et al.*, 2017). Assim, pode-se introduzir progressivamente a prática desses EF, demonstrados benéficos por Andersson *et al*. (2021), por gerarem menor concentração de ácido lático do que aqueles EF de intensidades leve e moderada (ANDERSSON *et al.*, 2021).

Mecanismos fisiopatológicos relacionados

Como relatado anteriormente, evidências atuais apontam que a dor crônica e a fadiga melhoram com a prática de exercícios em pacientes com FM, entretanto ainda não se conhece sobre os mecanismos pelos quais isso ocorre. Sabe-se que a obesidade está relacionada a níveis mais elevados de dor e, acredita-se, que exercícios aeróbios provocam melhora dos sintomas por alterarem o IMC na FM. Porém, fatores metabólicos também podem estar relacionados com o processo, incluindo o fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1) e a leptina (BJERSING *et al.*, 2017). Nesse sentido, um ensaio clínico realizado por Bjersing *et al.* (2017) objetivou a análise dos fatores metabólicos em relação à gravidade dos sintomas e força muscular em mulheres magras, com sobrepeso e obesas, durante o exercício resistido. Para isso, 43 mulheres com idade de 20 a 65 anos, diagnosticadas com FM e que puderam participar do exercício designado duas vezes por semana, durante 15 semanas, foram incluídas no escopo do estudo. Os participantes foram divididos em magros (n=18), com sobrepeso (n=17) e obesos (n=8) e fizeram realização de um pré-teste (antes da intervenção) e um pós-teste (após as 15 semanas de intervenção). Após o programa com os exercícios de resistência, as participantes magras tiveram redução nos níveis de IGF-1 livre, IGFBP3 e leptina, juntamente com melhora na dor, fadiga e força dos membros superiores, enquanto em mulheres com sobrepeso e obesas, os níveis de IGF-1 e adipocinas (leptina e adiponectinas), assim como a dor e a fadiga, permaneceram inalterados, com melhora apenas na força muscular dos membros superiores.

Acredita-se que a modulação dos fatores metabólicos IGF-1 e leptina em resposta ao

exercício se relacionem com o processamento da dor no SNC, uma vez que evidências recentes apontam o envolvimento do hipocampo em resposta ao EF na dor crônica em pacientes com FM (WOOD *et al.*, 2009). O hipocampo participa do processamento da dor, indica alterações neurotrópicas e, a partir da diminuição de sua ativação, assim como a redução da conexão entre as áreas de dor e sensório-motoras cerebrais, associa-se a função executiva prejudicada em pacientes com FM (MARTINSEN *et al.*, 2014; FLODIN *et al.*, 2014). Nesse sentido, EF provoca mudanças funcionais e neurotrópicas no hipocampo e normalização da conectividade sensório motora (uma vez que a neurogênese hipocampal e a plasticidade neuronal são moduladas pelo IGF-1 e outros sinais metabólicos) (ERICKSON *et al.*, 2011; MUELLER *et al.*, 2011; FLODIN *et al.*, 2015). Em simultâneo, os efeitos benéficos dos exercícios de resistência e aeróbicos na FM sobre a dor e a fadiga podem envolver a sinalização neurotrópica e neuroprotetora no hipocampo mediada pela leptina e a adaptação aos picos de IGF-1 induzidos pelo exercício (MUELLER *et al.*, 2011; BJERSING *et al.*, 2012). Portanto, o exercício resistido mostrou benefícios consideráveis ao SNC em termos de função cognitiva, mudanças no fator IGF-1 e fator neurotrófico derivado do cérebro. Além disso, a resposta clínica mais clara ao exercício de resistência foi encontrada em mulheres magras com FM. Nesses indivíduos, o exercício de resistência individualizado foi seguido por alterações no IGF-1 e leptina, redução da dor, fadiga e melhora da força muscular dos membros superiores (BJERSING *et al.*, 2017).

Outra hipótese apontada em relação à fisiopatologia da FM e sua resposta ao EF envolve o número de citocinas circulantes. Sabe-se que o sistema nervoso autônomo é responsável por controlar o fluxo sanguíneo e que pacientes com FM tendem a ter um aumento da atividade do sistema nervoso simpático, além de hiporreatividade a alguns estressores externos, incluindo a atividade física, o que pode induzir uma isquemia muscular com liberação de substância inflamatória (COHEN *et al.*, 2001). A partir disso, o aumento do tônus simpático tem sido associado à dor e a um aumento da liberação de citocinas, como interleucina-8 (IL-8), o que corrobora com a hipótese de que uma desregulação de feedback inflamatório e a liberação aumentada de citocinas inflamatórias no sangue periférico podem ser causa subjacente da FM (CUNHA *et al.*, 1991; BOTE *et al.*, 2012).

Outro fator que reforça a hipótese mencionada, consiste em que os sintomas atribuídos à liberação de citocinas em condições inflamatórias, como fadiga, hiperalgesia e alodínia, são sintomas-chave também na FM (STAUD, 2015). Ernberg *et al.* (2018) realizou um ensaio clínico que objetivava comparar o número de citocinas circulantes entre pacientes com FM e controles saudáveis, além de investigar o efeito de um programa de 15 semanas de exercício de resistência progressiva ou terapia de relaxamento sob esses participantes. Para isso, 255 mulheres entre 25 e 60 anos, sendo 125 diagnosticadas com FM (de acordo com CAR) e 130 saudáveis, foram incluídas no escopo do estudo. O grupo com a doença foi randomizado e dividido em 2 grupos, para realização de exercícios distintos: exercício de resistência (ER; n=67) e terapia de relaxamento (TR; n=58). Uma semana após o término da intervenção de 15 semanas, foram avaliadas as variáveis de dor, atividade física, sofrimento psicológico e qualidade de vida, registradas a capacidade física, o número de pontos dolorosos e a algometria de pressão, e coletada

uma amostra de sangue venoso. Após análise dos dados, várias citocinas e quimiocinas se apresentaram em concentrações elevadas no grupo de pacientes com FM quando comparadas ao grupo de pacientes saudáveis, reforçando a hipótese de que a inflamação sistêmica crônica pode estar na base da fisiopatologia da FM. Entretanto, a hipótese de que uma intervenção de exercício de resistência progressiva normalizaria os níveis de citocinas circulantes não foi confirmada. Os exercícios de resistência progressiva e de relaxamento chegaram a aumentar significativamente os níveis de antagonista do receptor de IL-1 (IL-1ra), porém nenhuma outra citocina mudou e as correlações entre as mudanças nos níveis de citocinas e as variáveis clínicas (dor, atividade física, sofrimento psicológico e qualidade de vida) foram fracas (ERNBERG *et al.*, 2018).

CONCLUSÃO

Os estudos avaliados demonstraram certa eficácia da prática de EF no tratamento complementar da FM, uma vez que contribuem para atenuar as repercussões físicas e psicológicas desta condição. Os médicos devem, portanto, orientar e estimular a adoção deste hábito em associação ao tratamento farmacológico.

Os pacientes com FM devem ser encorajados a buscar a realização de outras modalidades de EF, como zumba e tai-chi, além de exercícios de alongamento e de resistência. É imprescindível que o clínico tenha conhecimento dos benefícios de cada tipo de EF para indicar adequadamente à sintomatologia do paciente com FM, atentando-se à frequência semanal.

Entretanto, os resultados ainda são insuficientes para que se tenha uma conclusão substancial do tipo de exercício mais benéfico para esses pacientes, o que torna indispensável a realização de mais estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSSON, U.M. *et al*. Women with Fibromyalgia Prefer Resistance Exercise with Heavy Loads-A Randomized Crossover Pilot Study. International journal of environmental research and public health, v. 18, p. 6276, 2021.

ASSUMPÇÃO, A. *et al*. Muscle stretching exercises and resistance training in fibromyalgia: which is better? A three-arm randomized controlled trial. European journal of physical and rehabilitation medicine, v. 54, p. 663, 2018.

ATAN, T. *et al*. Effectiveness of High-Intensity Interval Training vs Moderate-Intensity Continuous Training in Patients With Fibromyalgia: A Pilot Randomized Controlled Trial. Archives of physical medicine and rehabilitation, v. 101, p. 1865, 2020.

BIDONDE, J. *et al.* Aerobic exercise training for adults with fibromyalgia. The Cochrane database of systematic reviews, v. 6, p. 1, 2017.

BJERSING, J.L. *et al*. Benefits of resistance exercise in lean women with fibromyalgia: involvement of IGF-1 and leptin. BMC Musculoskelet Disorders, v. 18, p. 106, 2017.

BJERSING, J.L. *et al*. Changes in pain and insulin-like growth factor 1 in fibromyalgia during exercise: the involvement of cerebrospinal inflammatory factors and neuropeptides. Arthritis research & therapy, v.14, p.162, 2012.

BOTE, M. E. *et al*. Inflammatory/stress feedback dysregulation in women with fibromyalgia. *Neuroimmunomodulation*, v.19, p.343, 2012.

CARVALHO, M.S. *et al*. Effects of Exergames in Women with Fibromyalgia: A Randomized Controlled Study. Games for Health Jornal, v. 9, p.358, 2020.

COHEN, H. *et al*. Autonomic nervous system derangement in fibromyalgia syndrome and related disorders. *T*he Israel Medical Association Journal, *v.3, p.755, 2001*.

CUNHA, F.Q. *et al.* Interleukin-8 as a mediator of sympathetic pain. British Journal of Pharmacology, v.104, p. 765, 1991.

ERICKSON, K.I. *et al*. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v.108, p. 3017, 2011.

ERNBERG, M. *et al.* Plasma Cytokine Levels in Fibromyalgia and Their Response to 15 Weeks of Progressive Resistance Exercise or Relaxation Therapy. Mediators of inflammation, v. 2018, p.3985154, 2018.

FLODIN, P. *et al*. Fibromyalgia is associated with decreased connectivity between pain and sensorimotor brain areas. Brain connectivity, v.4, p. 587, 2014.

FLODIN, P. *et al.* Normalization of aberrant resting state functional connectivity in fibromyalgia patients following a three-month physical exercise therapy. NeuroImage. Clinical, v.9, p.134, 2015.

HEYMANN, R.E. *et al*. Novas diretrizes para o diagnóstico da fibromialgia. Revista Brasileira de Reumatologia, v.57, p.467, 2017.

IZQUIERDO-ALVENTOSA, R. *et al*. Low-Intensity Physical Exercise Improves Pain Catastrophizing and Other Psychological and Physical Aspects in Women with Fibromyalgia: A Randomized Controlled Trial. International journal of environmental research and public health, v. 21, p. 3634, 2020.

MACFARLANE, G.J. *et al.* EULAR revised recommendations for the management of fibromyalgia. Annals of the rheumatic diseases, v. 76, p. 318, 2017.

MARQUES, A.P. *et al*. Validação da versão brasileira do Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ). Revista Brasileira de Reumatologia, v. 46, p. 24, 2006.

MARTINSEN, S. *et al.* Fibromyalgia Patients Had Normal Distraction Related Pain Inhibition but Cognitive Impairment Reflected in Caudate Nucleus and Hippocampus during the Stroop Color Word Test. PLoS ONE, v.9, p. 108637, 2014.

MUELLER, K. *et al.* Physical exercise in overweight to obese individuals induces metabolic- and neurotrophic-related structural brain plasticity. Frontiers in human neuroscience, v.9, p.372, 2015.

NOROUZI, E. *et al*. Zumba dancing and aerobic exercise can improve working memory, motor function, and depressive symptoms in female patients with Fibromyalgia. European Journal of Sport Science, v. 20, p. 981. 2019.

SALVAT, I. *et al*. Functional status, physical activity level, and exercise regularity in patients with fibromyalgia after Multidisciplinary treatment: retrospective analysis of a randomized controlled trial. Rheumatology international, v. 37, p. 377, 2017.

STAUD, R. Cytokine and immune system abnormalities in fibromyalgia and other central sensitivity syndromes. *Current Rheumatology Reviews*, v.11, p.109, 2015.

VALMAÑA, S.G. *et al*. Effects of a Physical Exercise Program on Patients Affected with Fibromyalgia. Journal of primary care & community health, v. 11, p. 1, 2020.

VILLAFAINA, S. *et al*. Effects of exergames on heart rate variability of women with fibromyalgia: A randomized controlled trial. Scientific reports, v. 10, p. 5168, 2020.

WANG, C. *et al*. Effect of tai chi versus aerobic exercise for fibromyalgia: comparative effectiveness randomized controlled trial. British medical jornal, v. 360, p. 1, 2018.

WOLFE, F. *et al*. Revisions to the 2010/2011 fibromyalgia diagnostic criteria. Seminars in Arthritis and Rheumatism, v. 46, p. 319, 2016.

WOLFE, F. *et al*. The American College of Rheumatology preliminary diagnostic criteria for fibromyalgia and measurement of symptom severity. Arthritis care & research, v. 62, p. 600, 2010.

WOLFE., F. *et al*. The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. Arthritis and rheumatism, v. 33, p. 160, 1990.

WOOD, P.B. *et al*. 2nd Hippocampal metabolite abnormalities in fibromyalgia: correlation with clinical features. The Clinical journal of pain, v.10, p. 47, 2009.

Capítulo 12

TERAPIA POR ONDAS DE CHOQUE

GABRIELA COSTA SANTOS (1)
HELENA BEATRIZ GONÇALVES PÔRTO (1)
NATHÁLIA DANIEL MOREIRA MACHADO (1)
AILTON BORGES DA SILVA JÚNIOR (1)
MARIA ALICE CARDOSO MIRAS (1)
DANIEL RODRIGUES SILVA FILHO (1)
DENIS AGUIAR DE SOUZA FILHO (1)
LUIZ FELIPE ANTONIO VIEIRA CAVALCANTE (1)
LUIZ CARLOS GONÇALVES FILHO (1)
MIGUEL ANGELO AMORIM SENA (1)
BERNARDO MACHADO BERNARDES (1)
FREDERICO BARRA DE MORAES (2)

1 Discente Centro Acadêmico Alfredo Nasser. Membro da liga de Ortopedia e Traumatologia da UNIFAN LORT;
2 Docente Centro Acadêmico Alfredo Nasser. Orientador da liga de Ortopedia e Traumatologia da UNIFAN – LORT.

Palavras-chave:
Terapia por onda de choque; Tratamento por ondas de choque extracorpóreas; Dor musculoesquelética; Ortopedia.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

O tratamento por ondas de choque (TOC) trata-se de uma prática terapêutica não cirúrgica que faz uso de ondas acústicas de alta energia, cuja finalidade é desencadear reações fisiológicas como liberação de substancias anti-inflamatórias e aumento da microcirculação sanguínea no local da lesão para alívio da dor. Portanto, traz benefícios de rápido alívio da dor, reparo tecidual e até restauração da mobilidade. O método se vale tanto da emissão de pulsos radiais ou focais de alta intensidade, gerando pressão na área do tecido lesado, quanto de posteriores pressões negativas, que causam cavitações.

Em meados 1986 a terapia de onda de choque começou a ser aplicada em estruturas ósseas e seis anos depois, através de observações feitas sobre seus efeitos em tecidos moles e cartilagens, foi realizado o primeiro tratamento em tendinopatia. A utilização do TOC ao sistema musculoesquelético no Brasil começou em 1998, quando chegaram das primeiras máquinas de litotripsia urológica, que foram adaptadas para uso em lesões ortopédicas. Essa adaptação consistiu na introdução de uma nova tecnologia que permitiu graduar a profundidade e a força com que as ondas de choque penetram no corpo humano.

Hoje a terapia por ondas de choques é de uso indicado em casos de dores como lombalgias agudas e crônicas, distensões musculares, espasmos musculares, dor miofascial, capsulite adesiva, síndrome do impacto, artrose de ombro, fascite plantar, esporão do calcâneo e lesões ligamentares. Também tem ganhado amplo uso no meio da medicina esportiva no caso de lesões em corredores e outros atletas, reabilitação do ombro de nadadores com tendinopatias e tendinites.

As principais vantagens que popularizaram a técnica são o fato de ser um método não invasivo, que não deixa cicatrizes, não requerer internação hospitalar, não necessita de anestesia, além da recuperação ocorrer rapidamente.

O objetivo deste estudo foi, através de uma revisão de literatura, explicar o funcionamento e aplicação dessa técnica terapêutica, bem como o porquê de ela se mostrar tão promissora no tratamento das dores musculoesqueléticas.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, realizada no período de agosto a outubro de 2021, por meio de pesquisas nas bases de dados: SciELO; PubMed e LILACS. Foram utilizados os descritores: Terapia por onda de choque; Tratamento por ondas de choque extracorpóreas; Dor musculoesquelética; e Ortopedia. Desta busca foram encontrados 20 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas português e inglês; publicados no período de 2005 a 2021 e que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa, estudos do tipo (revisão, meta-análise), disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após os critérios de seleção restaram 08 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos em categorias temáticas abordando: introdução, como é realizada a terapia, indicações e contra-indicações e por fim conclusão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A terapia por ondas de choque consiste em uma técnica não cirurgica, resultante da utilização de ondas acústicas de alta energia que ao penetrar no tecido lesado gera como respostas: a liberação de substancias anti-inflamatórias, como prostaglandinas, relacionadas ao processo de reparação tecidual; aumento da microcirculação sanguínea local; e também liberação de oxido nítrico (NO) local, com a finalidade de alivio da dor. O tratamento por ondas de choque (TOC) se caracteriza pela emissão de pulsos acústicos/mecânicos de alta intensidade, que poderá ser radial (em forma de leque) ou focal (linear), gerando um aumento da pressão na área do tecido lesado, seguida por rápido decréscimo chegando a pressões negativas, causando cavitação. Seus principais benefícios são o rápido alívio da dor, reparo tecidual e restauração da mobilidade. Na **Figura 12.1** pode-se observar a aplicação da TOC em região supraescapular.

Figura 12.1 Imagem da realização da terapia por ondas de choque

Fonte: Clínica Afrat.

"As Ondas de Choque foram inicialmente empregadas como um tratamento não invasivo de pedras nos rins, nos anos 1970" (Acórdão nº65, 2015). Porém, foi somente a partir de 1986 que a terapia de onda de choque foi aplicada em estruturas ósseas. Posteriormente, foi observado efeitos em cartilagens e tecidos moles e em 1992 foi realizado o primeiro tratamento em tendinopatia. Desde então a TOC passou a ser utilizada com vários propósitos, sendo eles o controle da dor musculoesquelética e o tratamento de celulites.

Como é realizada a terapia

A terapia por ondas de choque é praticamente indolor, no entanto, o profissional pode utilizar uma pomada anestésica para adormecer a região a ser tratada, de forma a aliviar qualquer desconforto causado pelo aparelho. Durante o procedimento, a pessoa deve ficar em uma posição confortável que permita que o profissional consiga chegar bem no local a tratar. Em seguida, é aplicado um gel no local, para facilitar o deslizamento do aparelho no local de tratamento. Na maioria dos casos são necessárias 3 a 10 sessões, que duram alguns minutos, para acabar completamente com a dor e reparar a lesão musculoesquelética. Outra facilidade é a pessoa poder voltar para casa logo após o tratamento, dispensando cuidados especiais.

O funcionamento da terapia por ondas de choque, em geral, baseia-se em uma ação mecânica que impulsiona uma ação biológica de forma a alterar a permeabilidade celular, o que ocasiona uma elevação nos níveis de fatores de regeneração tecidual e vascular no local em que a terapia foi aplicada.

Dentre os principais sistemas de geração de ondas de choque estão: sistemas eletro-hidráulicos, piezoelétricos, eletromagnéticos e pneumáticos. Os geradores focais podem ser eletro-hidráulicos, eletromagnéticos ou piezoelétricos, e o radial é pneumático. As ondas focalizadas e as radiais são ondas mecânicas que se diferem quanto ao formato da onda; apesar disso, elas têm o mesmo efeito

terapêutico para a maioria das aplicações clínicas no tratamento de transtornos dos tecidos moles.

Fisiologia da terapia por ondas de choque

As ondas de choque são ondas sonoras que têm certas características físicas, incluindo: não linearidade, alta pressão de pico seguida por baixa amplitude de tração, curto tempo de subida e curta duração (10ms). Essas características geram uma fase positiva e uma fase negativa da onda de choque. A fase positiva produz forças mecânicas diretas, enquanto a fase negativa gera cavitação e bolhas de gás que posteriormente implodem em altas velocidades, gerando uma segunda onda de choque. A TOC focada e a TOC radial são 2 tipos de terapia por ondas de choque usados na prática clínica. Ondas de choque focalizadas são geradas por dispositivos eletro-hidráulicos, eletromagnéticos e piezoelétricos. Ondas de choque radiais são normalmente produzidas por dispositivos pneumáticos/balísticos. Ondas de choque focadas têm energia mais alta e geram força máxima em uma profundidade selecionada, enquanto ondas de choque radiais têm energia mais baixa e geram pressão mais alta na superfície da pele com subsequente enfraquecimento em maior profundidade (REILLY; BLUMAN, TENFORDE, 2018).

Princípio eletro-hidráulico

As Ondas de Choque (OC) provocadas por dispositivos eletro-hidráulicos representam os primeiros equipamentos elaborados para aplicação em lesões musculoesqueléticas. O aparelho atua aplicando alta voltagem de um capacitor através de um eletrodo de extremidade, que é descarregado rapidamente através de uma faísca na fenda. É o primeiro ponto focal no interior de um refletor elipsoide cheio de água e, como resultado da faísca, ocorre o aquecimento e formação de vapor de água que gera bolhas de gás e plasma. O crescimento das bolhas produz um pulso sônico que se expressa como uma onda de choque. A expansão da onda de choque ou pressão é refletida para a superfície do elipsoide e é redirecionada dentro de um segundo ponto focal do sistema. A forma e o posicionamento exato do instrumento são dimensionados para proteger este segundo ponto focal que é a região anatômica a ser tratada. O efeito eletro-hidráulico de ondas de choque é caracterizado pelo diâmetro axial do volume favorável e alta energia dentro desse volume. Ademais, este princípio é tido como padrão ouro de terapia em lesões musculoesquelética (GRECCO *et al.*, 2007).

Princípio eletromagnético

Este aparelho usa uma bobina eletromagnética e uma membrana oposta. Assim, uma corrente elétrica é passada através de uma bobina e produz um campo magnético. O pulso de alta corrente liberado através da bobina produz um campo magnético variável que conduz uma elevada corrente em oposição à membrana de metal. Este campo magnético aumenta a condutividade na membrana, que quando forçada rapidamente para fora, faz a compressão do fluído envolto e produz a onda de choque. A lente é usada para focar a onda e o ponto terapêutico será definido pelo comprimento da lente focal. A amplitude da onda focada aumenta de forma não linear e a onda acústica se propaga em direção ao ponto focal. Os aparelhos eletromagnéticos produzem energia de baixa intensidade e não demanda uso de anestesia.

Princípio piezoelétrico

É feita a montagem de cristais sobre uma esfera interna, organizados geometricamente

para que o foco seja em direção ao centro, que recebe uma descarga elétrica causando contração, deformação e expansão do cristal, efeito chamado de piezoe-létrico, há então um pulso pressórico que gera a onda de choque no equipamento. A energia gerada é concentrada e distribuída em alta, média ou baixa intensidade a depender da regulagem.

Ondas de choque radiais

Para o funcionamento das ondas de choque radiais é aplicada a 3ª Lei de Newton, que versa sobre ação e reação. Para isso é usado um compressor de ar com o intuito de gerar ondas pneumáticas e balísticas. A transmissão das ondas ocorre radialmente, há maior intensidade na região superficial do local realizado, as ondas radiais são mais amplamente empregues nas lesões de tecidos moles e as ondas focais nas mais profundas. As ondas de choque radiais são de baixa energia, ou seja, atingem menores profundidades quando comparadas às ondas focais, os efeitos biológicos no paciente são os mesmos dos outros geradores, entretanto, existe uma diferença física.

A terapia por ondas de choque radiais são melhor aplicados em tendinite patelar, fascite plantar, bursite trocantérica, epicondilite radial, tendinite calcária do ombro, nos pontos gatilhos nas síndromes miofaciais e tendinite do calcâneo.

É possível, na maioria dos geradores, que seja feita uma regulagem da intensidade da onda em baixa (0,08mJ/mm²), média (0,28mJ/mm²) e alta (0,6mJ/mm²) energia.

Mecanismo de ação das ondas de choque

Os efeitos terapêuticos com ondas de choque são desconhecidos. Os mecanismos de ação propostos ocorrem através da mecanotransdução induzindo a reação da rede lacuna-canalicular óssea às forças de tração, cisalhamento e compressão. Além disso, há a promoção da neovascularização na junção tendão-osso, estimulando a proliferação de tenócitos e diferenciação de células osteoprogenitoras, aumentando a infiltração de leucócitos, e amplificando o fator de crescimento e a síntese de proteínas para estimular a síntese de colágeno e remodelação tecidual. A TOC pode reduzir a dor por meio da hiperestimulação de nociceptores/teoria do controle da porta da transmissão da dor, a neurotransmissão do receptor da dor altera e aumenta as substâncias inibidoras da dor local. A estimulação das fibras C nociceptivas pode desempenhar um papel na analgesia e na remodelação dos tecidos moles, pois pode aumentar a liberação de neuropeptídeos, causando estimulação de fibroblastos e vasodilatação. Ademais, alguns efeitos colaterais podem ser observados após o tratamento, como: dor transitória, eritema cutâneo, dor e edema local (REILLY; BLUMAN, TENFORDE, 2018; CHENG & WANG, 2015).

De acordo com os níveis de energia, a onda de choque da TOC pode ser distinguido em: (1) baixa energia [densidade de fluxo (DF) de até 0,08 mJ/mm^2]; (2) moderado (DF entre 0,09 e 0,28 mJ/mm^2); e (3) alta energia (0,6 mJ / mm^2) (TESTA, G. *et al.*, 2020).

Indicações

O tratamento por ondas de choque (TOC) segue sendo um tratamento alternativo e indicado em pacientes com dores crônicas há pelo menos três meses, em que foram realizadas outras terapias, como medicações, fisioterapia, infiltrações e órteses, em que não apresentaram melhora e já teriam indicação de tratamento cirúrgico.

Segundo a Sociedade Medica Brasileira De Tratamento por Onda De Choque, as patologias indicadas para o TOC são:

Patologias de tendão:

- × Calcificações Periarticulares dos Ombros (Tendinite Calcárea);
- × Epicondilite Lateral e Epicondilite Medial (Cotovelo de Tenista e Golfista);
- × Síndrome dolorosa do grande trocanter (Bursite trocantérica);
- × Tendinite Patelar;
- × Tendinopatia do Aquiles (Tendão Calcâneo);
- × Fasceíte Plantar Com ou Sem Esporão;
- × Tendinopatia do tendão Calcâneo (Aquileana).

Patologias ósseas:

- × Pseudoartrose (Fraturas Não Consolidadas) ou Retardo da Consolidação;
- × Fraturas por estresse;
- × Necrose Avascular óssea, sem desarranjo articular.

Patologias musculares:

- × Síndrome dolorosa miofascial (Pontos de Gatilho);
- × Lesões musculares crônicas sem descontinuidade.

Patologias da pele:

- × Feridas não cicatrizadas;
- × Úlceras de Pele;
- × Celulite.

Contraindicações

Segundo a Sociedade Medica Brasileira de Tratamento por Ondas de Choque, não se deve aplicar esse tipo de terapia nos seguintes casos:

- × Coagulopatia ou em uso de anticoagulantes;
- × Grávidas;
- × Doenças primárias malignas na área de tratamento;
- × Epífises em crescimento (crianças) no local de aplicação;
- × Região de tecido pulmonar;
- × Infecção aguda de tecido mole ou osso;
- × Infecções sistêmica;
- × Tratamento no crânio, coluna vertebral e costelas;
- × Pacientes com marca-passo, uso próximo a região;
- × Epilepsia;
- × Vasos ou nervos maiores no foco;
- × Infiltrações com corticoides no local de aplicação nos últimos 6 meses;
- × Paciente com alto risco de algum tipo de anestesia ou analgesia quando eventualmente tenha que ser utilizada.

CONCLUSÃO

Este estudo destaca que a terapia extracorpórea por ondas de choque é um tratamento seguro e eficaz para doenças dos tecidos moles. A terapia por ondas de choque (TOC) é uma modalidade terapêutica não invasiva com eficácia, conveniência e segurança. A TOC pode substituir a cirurgia sem riscos cirúrgicos em muitos distúrbios ortopédicos, incluindo a não consolidação de fratura de ossos longos. As taxas de complicações são baixas e insignificantes. Dessa forma, a TOC pode resultar em efeitos benéficos para o tratamento de pacientes com várias condições musculoesqueléticas refratárias e é de suma relevância para o tratamento de patologias ósseas, de patologias tendíneas, de patologias musculares e de patologias dermatológicas, pois é uma conduta terapêutica não invasiva, há uma redução de possíveis complicações e tem um prognóstico favorável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acórdão nº 65, de Novembro de 2015. Disponível em: http://www.abrafidef.org.br/arqSite/ACORDAO_N_65_DE_27_DE_NOVEMBRO_DE_2015._Terapia_por_Ondas_de_Choque.pdf. Acesso em: 27 set. 2021.

BARNES, D. et al. Manual Ondas de Choque Piezoelétrica e Ultracavitação. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://manuais.smartbr.com/000000000111706/lipocavity-wave-ondas-de-choque-piezoeletrico-medic-1.pdf>. Acesso em: 27 set. 2021.

BONATTI, S Terapia Por Ondas De Choque Extracorpórea – Toce. Ibramed. Disponível em: https://ibramed.com.br/site/wp-content/uploads/2019/02/THORK_SILVI_2019.pdf. Acesso em: 26 de Setembro de 2021.

CHENG, J.H. & WANG C.J. Biological mechanism of shockwave in bone. The Journal of Surgery, v. 24, p. 143, 2015.

KERTZMAN, P. et al. Tratamento por ondas de choque nas doenças musculoesqueléticas e consolidação óssea – Análise qualitativa da literatura. Revista Brasileira de Ortopedia, v. 50, n. 1, p. 3, 2015.

REILLY, J.M; BLUMAN, E; TENFORDE, A.S. Effect of Shockwave Treatment for Management of Upper and Lower Extremity Musculoskeletal Conditions: A Narrative Review. PMR, v.10, n.12, p.1385, 2018.

TESTA, G. *et al.*,Extracorporeal Shockwave Therapy Treatment in Upper Limb Diseases: A Systematic Review. Journal of Clinical Medicine, v. 6, n.2, p. 453, 2020.

Vista do Terapia por ondas de choque: uma opção terapêutica na fascite plantar. Disponível em: <https://www.portalatlanticaeditora.com.br/index.php/fisioterapiabrasil/article/view/1816/2937>. Acesso em: 27 set. 2021.

Capítulo 13

EFEITOS ERGOGÊNICOS E TERAPÊUTICOS DO USO DA CREATINA:UMA REVISÃO DE LITERATURA

LAYALA STEFANE DE PAULA BARBOSA (1)
KAMILLA MENEZES E SOUZA (1)
BEATRIZ OLENSKI BRAUN (1)
GABRIEL MOREIRA ROMÃO (1)
JOAO MANUEL ALCOVA SILVA (1)
JOSÉ EMILIO FARIAS PIRAJÁ (1)
MARIA EDUARDA CARVALHO CINTRA (1)
MARIANA TALGATTI TERRA (1)
MATEUS SCALIANTE MELO (1)
PABLO OLIVEIRA DA SILVA (1)
PAOLA HAWERROTH PICCOLI (1)
GIANFRANCO SGANZERLA (2)

1 Discente - Medicina na Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD);
2 Discente- Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro- Oeste, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Palavras-chave:
Creatina; Efeitos ergogênicos; Efeitos terapêuticos.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A creatina, ácido α-metil guanidino acético, é um aminoácido disponível na dieta, especialmente na carne animal, e produzido endogenamente. Foi descoberta em 1832 por Miguel Eugene Chevrul, e seus efeitos na suplementação em mamíferos já eram estudados no início do século XX por Folin e Denis, notando aumento de 70% no volume da substância em gatos (NASCIMENTO & SOUZA, 2020).

A creatina é armazenada nos músculos esqueléticos em sua grande maioria (95%) na sua forma fosforilada (CP), quando produzida endogenamente passa por duas reações. Inicialmente um grupo amina originado da arginina une-se ao aminoácido glicina, através da enzima glicina transaminase, gerando o ácido guanidinoacético. Após essa síntese, a enzima guanidinoacetatometiltransferase catalisa a metilação do aminoácido formado na primeira etapa, formando a creatina. Esse processo envolve os rins, fígado e pâncreas (NASCIMENTO & SOUZA, 2020).

Muito se tem estudado sobre os efeitos da suplementação de creatina nos seres humanos, como seus efeitos ergogênicos em atletas, demonstrando aumento do conteúdo intramuscular da substância, resultando em uma maior ressíntese de adenosina trifosfato (ATP) e, consequentemente, mais energia durante a realização de atividades físicas, além de colaborar para um aumento da massa magra corporal (CÂMARA & DIAS, 2009).

Nesse sentido, sua suplementação em idosos e pessoas com doenças crônicas, para o tratamento de sarcopenia, tem sido promissora por sua aplicação estar ligada a uma maior disponibilidade de células-tronco e, em conjunto com exercícios físicos regulares, ajudar a melhorar a capacidade muscular dos pacientes (DOLAN, 2019). Do mesmo modo, alguns estudos têm relacionado a suplementação de creatina a efeitos neuroprotetores, em especial contra doenças neurodegenerativas, como Síndrome de Parkinson, Alzheimer, Huntington e Esclerose Lateral Amiotrófica (VOGEL; ROMAN; SIQUEIRA, 2019).

Por fim, por conta de sua síntese endógena envolver muitos órgãos, em especial os rins, muitas pesquisas vêm sendo realizadas a fim de determinar se há algum efeito negativo do uso de creatina nesses órgãos e sistemas. Dessa forma, levando em consideração o grande número de estudos sendo realizados sobre o assunto, como também as descobertas de usos não tradicionais da suplementação da creatina, este capítulo tem como objetivo fazer uma revisão narrativa do assunto a fim de atualizar os profissionais da saúde sobre o tema.

MÉTODO

A metodologia aplicada, realizada no período de agosto a outubro de 2021, teve caráter exploratório, com abordagem qualitativa em fontes bibliográficas. Utilizou-se as bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico, relacionando os descritores "*creatinesupplementation*", "*ergogeniceffects*", "*therapeuticeffects*", "sarcopenia" aos efeitos fisiológicos a serem abordados. Foram encontrados 90 artigos, em português e inglês, que tratavam sobre a suplementação da creatina e a sua utilização para fins ergogênicos e terapêuticos.

Foram incluídos os artigos que abordavam o uso da creatina e seus efeitos no organismo considerados mais pertinentes, sendo que não foram limitados períodos específicos de publicação, tampouco foram feitas restrições quanto aos tipos de estudo. Como critérios de exclusão, definiu-se artigos duplicados ou disponibilizados na forma de resumo, além

daqueles que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após aplicados os critérios de seleção, restaram 12 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados e coletadas informações pertinentes para o desenvolvimento do capítulo. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos, em categorias temáticas, abordando: efeitos ergogênicos, uso da creatina na sarcopenia, efeitos neuroprotetores da creatina e, metabolismo renal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos Ergogênicos

Em relação aos efeitos ergogênicos, a cadeia de funcionamento químico da suplementação com creatina resulta em um aumento intramuscular de creatina e fosfocreatina, proporcionando maior quantidade potencial de energia disponível. Esse meio é clinicamente mais expressivo para aumentar o volume muscular e a capacidade de esforços intensos e repetitivos em atletas, por intermédio da rápida recuperação da habilidade contráctil do músculo (CÂMARA & DIAS, 2009; FRANCO& MARIANO, 2009).

Nesse viés, as principais implicações do consumo do suplemento trabalhado são: a elevação de fosfocreatina, que proporciona mais energia ao indivíduo: o aumento da taxa de velocidade de ressíntese de ATP, estendendo o tempo de produção de energia rápida; a diminuição da acidez muscular, retardando a fadiga do músculo; e o aumento da massa e força muscular (CÂMARA & DIAS,2009). Assim, o combo de suplementação de creatina e treinamento resistido, produz mais massa corporal magra que aquele realizado sem nenhuma suplementação significativa no mesmo intervalo de tempo, devido ao incremento da potência do estímulo muscular (FRANCO & MARIANO, 2009).

Ademais, há também a contraposição sobre o acréscimo de massa magra, pois grande parte desse resultado é reflexo do aumento da hidratação muscular. Fato que pode ser adverso em alguns esportes de longa duração, como por exemplo, maratonas e triatlos (CÂMARA & DIAS, 2009).

Uso da creatina na Sarcopenia

A creatina tem a capacidade de neutralizar alguns efeitos da sarcopenia, o que possibilita uma melhora para quem sofre disso. Isso se dá através do impacto celular que a creatina causou, possibilitando maior disponibilidade de células-troncos, reações bioenergéticas, reações anabólicas e anticatabólicas diretas e indiretas. Essas vias podem ser ativadas por meio do processo de inchaço celular devido ao processo osmótico sofrido pela creatina (DOLAN *et al.*, 2019).

A creatina pode atuar tanto como via anabólica direta quanto via anticatabólica direta, podendo levar a remodelação do citoesqueleto e transdução do sinal, como também na estimulação da degradação de proteínas que irão auxiliar no processo de ganho de massa muscular. Além disso, quando atua de forma anticatabólica direta, a suplementação da creatina pode proporcionar um aumento do catabolismo do indivíduo, levando a diminuição da massa muscular líquida, auxiliando principalmente pessoas que têm sarcopenia (DOLAN *et al.*, 2019).

Acrescentado a isso, temos a possibilidade de a creatina poder atuar como um antioxidante, através de ações diretas e indiretas, na qual visam produzir o equilíbrio redox, com o intuito de evitar um estresse oxidativo nos músculos e

sendo um fator a mais para prevenir a sarcopenia, já que tende a promover o equilíbrio dessas reações e produzir um efeito positivo (DOLAN *et al.*, 2019).

A suplementação da creatina aliada a uma constância de exercícios tem a capacidade de proporcionar um aumento da capacidade muscular dos idosos, facilitando no desenvolvimento de movimentos simples do dia a dia, além de auxiliar contra a sarcopenia (BALESTRINO & ADRIANO, 2019).

Além dessa associação da creatina com os exercícios, nota-se também um aumento da massa magra, força muscular e trofismo nos idosos, devido à sua suplementação. Isso se dá devido às vias anabólicas da creatina, pois consegue estimular a produção de diferentes substâncias de níveis musculares, o que acaba possibilitando esses ganhos secundários (BALESTRINO & ADRIANO, 2019).

Efeitos Neuroprotetores da Creatina

Considerando os efeitos terapêuticos da creatina, tem-se que suas propriedades permitem atuação em processos de neurodegeneração, envolvendo o déficit bioenergético do sistema nervoso. Afinal, a manutenção do equilíbrio energético do cérebro conta com o papel fundamental do sistema creatina/fosfocreatina, tendo a enzima creatina quinase (CK) como catalisadora. Desse modo, alterações da enzima CK associada à redução do metabolismo energético, têm sido relacionadas a algumas doenças que afetam o Sistema Nervoso Central (SNC), como a Doença de Huntington, Alzheimer, Parkinson e Esclerose Lateral Amiotrófica (VOGEL; ROMAN; SIQUEIRA, 2019).

Os neurônios requerem quantidade significativa de ATP para manter a polarização da membrana, permitindo a transmissão de sinal adequada. A geração de ATP, promovida pela CK, é, portanto, crítica para o funcionamento do SNC. Estudos mostram, por exemplo, que, no hipotálamo de rato, a BB-CK (forma dimérica cerebral da CK) desempenha um papel essencial na regeneração de ATP para depuração de glutamato durante a transmissão sináptica excitatória. Sendo assim, o número de sinapses e a plasticidade sináptica podem ser intensamente regulados pelos níveis de ATP em células neuronais e não neuronais (BÜRKLEN *et al.*, 2006).

No caso de doenças neurodegenerativas graves, como Doença de Huntington, Alzheimer, Parkinson e Esclerose Lateral Amiotrófica, mutações no DNA nuclear ou mitocondrial são encontradas. Como consequência, ocorre desequilíbrio no estado energético do cérebro, o que influencia diretamente na regulação e início da apoptose e necrose de células cerebrais, uma vez que as mitocôndrias são essenciais no controle das vias apoptóticas específicas. Em pacientes com Esclerose Lateral Amiotrófica, bem como em pacientes com Doença de Alzheimer, por exemplo, déficit energético com dano oxidativo, perda de potencial de membrana mitocondrial e níveis cronicamente elevados de Ca^{2+} citosólico são assinalados (BÜRKLEN *et al.*, 2006).

A atuação da creatina como neuroprotetora ocorre não só pela manutenção bioenergética mitocondrial e preservação dos níveis de ATP, mas também é indicado em estudos que seus efeitos neuroprotetores englobam a neuroproteção de neurônios GABAérgicos e dopaminérgicos. Assim, além de demonstrar proteger os neurônios do hipocampo contra a toxicidade do glutamato e do beta-amiloide, a suplementação desse aminoácido, em modelos de camundongo com Esclerose Lateral Amiotrófica, resultou na melhora da coordenação motora e reversão do déficit colinérgico em

algumas áreas do prosencéfalo. Em modelos de ratos com isquemia cerebral, foi notada redução no infarto cerebral isquêmico. Ademais, em um ensaio com pacientes com Doença de Huntington, a suplementação com creatina estabilizou a transição de permeabilidade mitocondrial, promoveu, no cérebro, redução dos níveis de glutamato e aumento dos níveis de fosfato, e o atraso no desenvolvimento de sintomas motores, no início das perdas de peso e da hiperglicemia (BÜRKLEN *et al.*, 2006; VOGEL; ROMAN; SIQUEIRA, 2019).

A suplementação de creatina, então, demonstrou contribuição nos processos de bioenergética cerebral e neuroproteção em doenças neurodegenerativas graves, indicando ser uma forma terapêutica promissora, embora ainda sejam necessárias mais pesquisas acerca de sua administração ideal (BÜRKLEN *et al.*, 2006; VOGEL; ROMAN; SIQUEIRA, 2019).

Metabolismo Renal

Com a popularização do uso da suplementação de creatina devido ao seu auxílio nos treinos de grandes intensidades, tanto entre atletas comuns quanto os de altas performances, houve no meio científico uma preocupação quanto aos estresses renais que poderiam ser desencadeados. Isso deve-se, principalmente, ao fato de o armazenamento de creatina no músculo ocorrer nos primeiros dias de suplementação e, nos dias subsequentes, o excesso ser excretado pela urina (SOUZA., 2010; ALBUQUERQUE FILHO, 2014).

Segundo Gualano *et al.* (2011), a suplementação de 5g de creatina/dia por 12 semanas, em indivíduos diabéticos submetidos a um programa de treinamento, não modificou a filtração glomerular, ureia sanguínea e urinária, albuminúria e proteinúria, indicando que a suplementação de creatina não acarreta em danos ao metabolismo renal neste grupo (ALBUQUERQUE FILHO, 2014). Alguns estudos, em contrapartida, relatam casos isolados em que a suplementação de creatina foi associada a prejuízos da função renal. Todavia, considera-se que nestes casos as doses recomendadas para a suplementação não foram seguidas ou, ainda, que havia um histórico de problemas de saúde renal pré-existentes e uso de medicamentos nefrotóxicos.

Um estudo realizado por Carvalho, Molina e Fontana (2011) selecionou 35 indivíduos saudáveis do sexo masculino, idades entre 18 a 42 anos, para participar de um programa de suplementação em duas etapas, no qual metade do grupo receberia placebo. Na primeira, foi administrado durante sete dias 20g de creatina monoidratada, distribuídos em quatro doses iguais ao longo do dia. A segunda etapa ocorreu nas sete semanas seguintes, com consumo em dose única, administrada uma hora após o treino. Para verificar os efeitos do experimento nas funções renais, os voluntários foram submetidos a exames bioquímicos e nutricionais antes da primeira etapa e após a segunda etapa, ou seja, depois de oito semanas de suplementação e treinamento. No grupo placebo, houve uma diminuição percentual de 4,7% nos níveis de creatinina e no outro grupo ocorreu aumento de 10,6% após o período de suplementação. Apesar da significativa diferença entre os grupos analisados, os valores dos indicadores da atividade renal não ultrapassam os índices de normalidade.

Além disso, quanto ao tempo de uso de creatina, outros estudos apontam, ainda, que o uso agudo ou crônico por até 10 semanas desse composto, em doses diárias de até 30 gramas, não altera a função renal de indivíduos saudáveis e que a suplementação diária com doses baixas, de até 1,5g, por cinco anos, também não tem provocado efeitos quaisquer sobre a função renal (ALBUQUERQUE FILHO, 2014). É

importante salientar que a prescrição da suplementação nutricional com creatina deve ser feita por profissionais habilitados. Desse modo, o ritmo do paciente e suas necessidades serão plenamente atendidos, em um atendimento devidamente personalizado (CASSIANO *et al.*, 2021).

Nesse viés, com base na literatura disponível, entende-se que mesmo a suplementação de creatina provocando ligeiro aumento nos níveis de creatinina, não há estudos que comprovem efeito progressivo e consequente prejuízo à função renal em indivíduos saudáveis quando as doses recomendadas são realmente seguidas.

CONCLUSÃO

O aumento intramuscular de creatina e fosfocreatina proporcionam uma maior quantidade potencial de energia disponível. Decorrente disso, um ganho de volume muscular junto com uma capacidade de esforço aumentada devido à rápida recuperação de habilidade contrátil pela ressíntese de ATP. Outrossim, a diminuição da acidez muscular, retardando a fadiga, contribui para os efeitos ergogênicos da creatina. Tal suplemento também é capaz de neutralizar alguns efeitos da sarcopenia, ao evitar o estresse oxidativo nos músculos e por meio de vias anabólicas e anticatabólicas. Os efeitos celulares, como a remodelação do citoesqueleto, e a maior disponibilidade de células-tronco possuem implicações positivas contra a sarcopenia, e acabam por aumentar a capacidade muscular dos idosos.

Além disso, o presente estudo permitiu concluir que a creatina possui um papel importante no que diz respeito a processos patológicos envolvendo o SNC, uma vez que tem importância significativa no equilíbrio bioenergético deste sistema. Foi identificada uma associação entre déficits bioenergéticos e surgimento de algumas doenças graves como a Doença de Huntington, Alzheimer, Parkinson e Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), o que evidencia a relevância da creatina como neuroprotetora. Isso ocorre por alguns motivos, tais como manutenção bioenergética mitocondrial das células nervosas, preservação dos níveis de ATP, neuroproteção de neurônios gabaérgicos e dopaminérgicos e proteção de neurônios hipocampais contra toxicidade.

Ademais, notou-se uma correlação entre o uso de creatina com melhoras da coordenação motora e redução de danos à região do prosencéfalo, evidenciando a grande contribuição da suplementação de creatina nos processos de bioenergética do cérebro e neuroproteção em doenças neurodegenerativas, sendo uma forma de terapia bastante eficaz.

Por último, discutiu-se a preocupação quanto aos possíveis estresses renais causados pela suplementação de creatina, já que o excesso de creatina é excretado pela urina. Sobre isso, elucida-se que a suplementação de 5g de creatina/dia por um período de 12 semanas, em pacientes portadores de diabetes, não modificou a filtração glomerular, ureia sanguínea e urinária, albuminúria e proteinúria, o que é indicativo de que a suplementação de creatina não causa danos renais neste grupo. Casos de prejuízos de função renal pela suplementação de creatina são isolados e normalmente associados com uso fora das doses recomendadas e histórico de problema renal ou uso de medicamentos nefrotóxicos pré-existentes. Embora a suplementação da creatina provoque aumento nos níveis de creatinina, não há correlação com danos aos rins.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE FILHO, N. Creatina: exercício físico e funções terapêuticas. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício, v. 13, n. 3, p. 176, 2014.

BALESTRINO, M. & ADRIANO, E. Beyond sports: efficacy and safety of creatine supplementation in pathological or paraphysiological conditions of brain and muscle. Medicinal Research Reviews, v. 39, n. 6, p. 2427, 2019.

BÜRKLEN, T. *et al.* The creatine kinase/creatine connection to alzheimer's disease: ck inactivation, app-ck complexes and focal creatine deposits. Journal of Biomedicine and Biotechnology, v. 2006, p. 1, 2006.

CÂMARA, L. & DIAS, R. Suplementação de creatina: efeitos ergogênicos e terapêuticos. Revista de Medicina, v. 88, n. 2, p. 94, 2009.

CARVALHO, A.; MOLINA, G.; FONTANA, K. Suplementação com creatina associada ao treinamento resistido não altera as funções renal e hepática. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 17, n. 4, p. 237, 2011.

CASSIANO, L. *et al.* O uso de creatina monohidratada e o possível comprometimento na disfunção renal: revisão narrativa. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 13, n. 8, p. e8609, 2021.

DOLAN, E. *et al.*Muscularatrophyand sarcopenia in theelderly: is there a role for creatine supplementation? Biomolecules, v. 9, n. 11, p. 1, 2019.

GUALANO, B. *et al*. A suplementação de creatina prejudica a função renal? Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 14, n. 1, p. 68, 2008.

LIMA FRANCO, G. & MARIANO, A. Suplementação de creatina e o efeito ergolítico da cafeína. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v. 3, n. 13, p. 18, 2009.

NASCIMENTO, O. & DE SOUZA AMARAL, A. Efeitos da suplementação de creatina sobre o desempenho humano: uma revisão de literatura. BIUS-Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia, v. 21, n. 15, p. 1, 2020.

SOUZA, W. Aspectos e efeitos da creatina sobre o sistema renal e hepático. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício, v. 9, n. 3, p. 198, 2010.

VOGEL, C.; ROMAN, A.; DE OLIVEIRA SIQUEIRA, L. Efeitos neuroprotetores relacionados à suplementação com creatina. Revista Brasileira de Neurologia e Psiquiatria, v. 23, n. 1, p. 70, 2019.

Capítulo 14

AS FUNÇÕES DO ÔMEGA-3 NO DESENVOLVIMENTO MUSCULAR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

ANA FLÁVIA CONEGUNDES BENÍCIO (1)
DAVI MIGUEL RESENDE CORRÊA (2)
IAN GONÇALVES AMARAL (2)
LETÍCIA CHAGAS ROCHA (3)
LUAM ANACLETO MENDONÇA VIEIRA (1)
LUÍSA MAGALHÃES RIBEIRO NEVES (1)
MARISA DE OLIVEIRA TORRES ALMEIDA (2)
MIGUEL ELIAS COBALCHINI SALIBA (2)

1 Discente – curso de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais;
2 Discente – curso de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora;
3 Discente – curso de Medicina da Universidade de São Paulo.

Palavras-chave:

Ômega-3; Suplementação; Desenvolvimento Muscular.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

O ômega-3, formado pelos ácidos-graxos poli-insaturados eicosapentaenoico (EPA), docosahexaenoico (DHA) e o alfa- linolênico (ALA), destaca-se por suas propriedades anti-inflamatórias e, por conseguinte, sua suplementação torna-se relevante em atletas (PHILPOTT *et al.*, 2018). Nesse sentido, é observado que essa suplementação diminui os efeitos decorrentes de lesões musculares, por meio da interferência na liberação e na modulação de citocinas pró-inflamatórias (COQUEIRO *et al.*, 2011).

Outrossim, é constatado a relação do ômega-3 com os processos de crescimento e de regeneração muscular, que, quando somados à prática de atividade física, promovem ganhos de força e de massa muscular (TACHTSIS *et al.*, 2018). Nesse contexto, evidências indicam a influência benéfica desse composto no processo de hipertrofia muscular, por meio do incremento da sinalização anabólica do músculo. Ademais, ressalta-se a suplementação de ômega-3 como uma possível forma de profilaxia contra a sarcopenia, processo caracterizado pela redução da massa muscular, principalmente em idosos (PAIM *et al.*, 2014).

Além disso, os ácidos graxos poli-insaturados aumentam a velocidade de condução nervosa por meio da modulação de canais iônicos, o que melhora a atividade contrátil do músculo, evidenciando outro papel importante do ômega-3 no desenvolvimento muscular (PESSOA *et al.*, 2018).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo revisar, por meio da literatura científica, as funções da suplementação de ômega-3 no desenvolvimento muscular e descrever os principais resultados encontrados.

MÉTODO

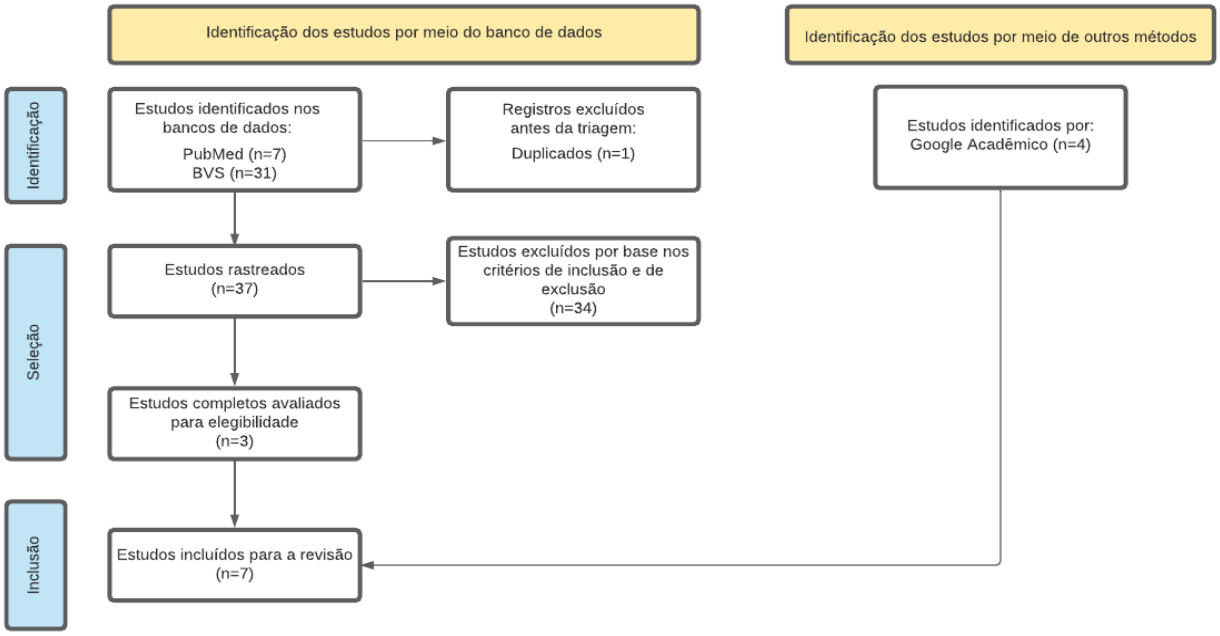
Trata-se de uma revisão sistemática baseada no modelo PRISMA. O trabalho foi realizado no período de setembro a outubro de 2021, por meio de pesquisas nas bases de dados PubMed e BVS. Foram utilizados os descritores “desenvolvimento muscular” (*muscle development*) e “ômega-3” (*omega-3*), intercalados pelo operador booleano AND. Desta busca, foram encontrados 38 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas português e inglês, publicados no período de 2011 a 2021, disponibilizados na íntegra e que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após os critérios de seleção, restaram 3 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Além disso, foram acrescentados 4 artigos a partir do banco de dados Google Acadêmico, respeitando os critérios de inclusão e de exclusão expostos acima. Logo, o presente trabalho analisou criteriosamente 7 artigos sobre a temática.

O estudo foi estruturado a partir de uma tabela-síntese dos artigos analisados e dos seguintes tópicos: (1) redução da inflamação; (2) síntese proteica e sinalização anabólica; (3) aumento da força muscular; (4) considerações gerais da suplementação de ômega-3 na atividade esportiva.

Figura 14.1 Fluxograma da metodologia adotada, baseada no modelo PRISMA



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Redução da inflamação

O ômega-3 apresenta diversas funções, como a de antioxidante e, quando ingerido em grandes quantidades, atua na prevenção e no tratamento de doenças cardiovasculares, como aterosclerose (HUANG *et al.*, 2015; MESQUITA *et al.*, 2011 *apud* PESSOA *et al.*, 2018). Além disso, ele também pode prevenir outras doenças inflamatórias, como a obesidade, e auxiliar no crescimento fetal e no desenvolvimento do sistema nervoso. Ademais, esse grupo de compostos possui o papel de diminuir a vasoconstrição e a agregação plaquetária, antitrombótica, tendo importante função na redução de respostas inflamatórias presentes no organismo (HUANG *et al.*, 2015; MESQUITA *et al.*, 2011 *apud* PESSOA *et al.*, 2018).

Em um estudo realizado por Smith *et al.* (2011), com adultos saudáveis praticantes de atividade física, foi verificado que a suplementação de ômega-3 (4 gramas, sendo 1,8 gramas de ácido eicosapentaenóico, EPA, e 1,5 gramas de ácido docosa-hexaenoico, DHA), durante oito semanas, diminuiria os efeitos inflamatórios pós-treino, como dor e edema (PESSOA *et al.*, 2018). Nesse estudo, foram analisados: o tamanho da célula; a sinalização anabólica mediada pela fosforilação da rapamicina (mTOR); as taxas de síntese proteica e a sinalização anabólica. Dessa forma, observou-se que os processos envolvidos na recuperação muscular estavam mais elevados e acelerados após a suplementação de ômega-3 (SMITH *et al.*, 2011 *apud* PESSOA *et al.*, 2018).

Outrossim, evidências acumuladas indicam que os suplementos nutricionais, em particular o ômega-3, têm o potencial de reduzir a resposta inflamatória resultante de atividade física intensa, de aumentar a capacidade funcional e a força muscular em indivíduos adultos e em idosos, além de auxiliar na hipertrofia (SMITH *et al.*, 2015 *apud* PESSOA *et al.*, 2018).

É importante pontuar que, após a prática de exercícios físicos, ocorrem aumentos agudos na

inflamação, os quais desempenham um papel importante na regeneração e na adaptação muscular ao estímulo, por meio da hipertrofia (MCKAY *et al.*, 2009 *apud* TACHTSIS *et al.*, 2018). Entretanto, caso a inflamação se torne crônica, devido a falhas nos mecanismos de correção, por exemplo, ela pode ser prejudicial ao organismo e à manutenção da massa muscular (SINDHU *et al.*, 2015 *apud* TACHTSIS *et al.*, 2018).Portanto, taxas elevadas de inflamação muscular durante o envelhecimento podem acentuar os efeitos da sarcopenia, devido ao prejuízo causado pela falha da regeneração dos músculos (MERRITT *et al.*, 2013 *apud* TACHTSIS *et al.*, 2018). Assim, é evidenciada a relevância da redução do processo inflamatório proporcionada pelo ômega-3.

Ademais, o ômega-3, ao ser incorporado aos fosfolipídios da membrana celular, atua como precursor na síntese de mediadores de resposta inflamatória derivados de lipídios, agindo na regulação da inflamação de diversas formas, a depender do tipo de substrato (CALDER *et al.*, 2015 *apud* TACHTSIS *et al.*, 2018). Sendo assim, o ômega-3, ao ser metabolizado pelo organismo, fornece produtos que podem reduzir a inflamação, por meio de sua incorporação em fosfolipídios de membrana, em que reduzem a produção de eicosanóides pró-inflamatórios e diminuem a ativação de células do sistema imunológico (WILLIAMS-BEY *et al.*, 2014 *apud* TACHTSIS *et al.*, 2018).

Além das informações supracitadas, em um estudo realizado em 1990, Brouard e Pascaud observaram uma atenuação significativa da síntese de mediadores inflamatórios em ratos que tiveram uma dieta composta por óleo de peixe, que continha grandes quantidades dos ácidos graxos ômega-3 EPA e DHA (COQUEIRO *et al.*, 2011). Dessa maneira, supõe-se que a suplementação com EPA e DHA em praticantes de exercícios físicos minimizaria os efeitos do processo inflamatório do músculo lesionado. Tal implicação ocorreria por meio da diminuição da síntese dos potentes mediadores químicos inflamatórios e da redução do tempo necessário para recuperação muscular (HAIDAMUS, 2007 *apud* COQUEIRO *et al.*, 2011).

Em síntese, o ômega-3 pode reduzir a inflamação a partir de sua incorporação em fosfolipídios de membrana, pela inibição da produção de eicosanóides pró-inflamatórios e pela redução da ativação de células imunes (WILLIAMS-BEY *et al.*, 2014 *apud* BLOTTNER *et al.*, 2021), o que demonstra uma função importante do composto no desenvolvimento muscular.

Síntese proteica e sinalização anabólica

O ômega-3 configura-se como um ácido graxo poli-insaturado importante no aumento da sinalização muscular, visto que ele atua na fosforilação da rapamicina (mTOR). Esse benefício contribuiu para que o composto fosse estudado como uma estratégia suplementar no processo de hipertrofia, bem como no tratamento de patologias, como a sarcopenia (PAIM *et al.*, 2014).

Em relação à hipertrofia muscular, na qual o aumento da massa muscular está associado diretamente a uma atividade física regular, pode-se considerar estudos que buscam associar a suplementação de ômega-3 aos efeitos no organismo dos indivíduos durante o exercício físico ou até mesmo após. Em um estudo realizado com pessoas que fazem atividade física regularmente, demonstrou-se que a inserção desses ácidos graxos na dieta durante oito semanas resultou em uma diminuição nos efeitos após o treino, por meio de uma elevação da taxa de síntese proteica muscular (SMITH *et al.*, 2011 *apud* PESSOA *et al.*, 2018).

Ademais, em um estudo realizado por Smith *et al.* (2011), observou-se um impacto positivo da suplementação de ômega-3 na síntese proteica e no anabolismo em idosos. Nesse sentido, foi evidenciado que a ingestão deste ácido graxo aumentou a fosforilação do mTOR, o que explica a elevação da síntese de proteína muscular e do processo anabólico. Isto é importante para o combate da sarcopenia, patologia caracterizada pela perda de massa muscular, comum em idosos (PAIM *et al.*, 2014). A perda de massa muscular, também frequente em pacientes com câncer, pode ser atenuada a partir da suplementação desses ácidos graxos, o que corrobora mais um benefício relativo à ingestão de ômega-3 (MURPHY *et al.*, 2011 *apud* PHILPOTT *et al.*, 2018).

É importante destacar que, embora os estudos indiquem que o ômega-3 contribua para o efeito anabólico, estímulos nutricionais são essenciais para que o anabolismo muscular seja efetivado, pois a ingestão adequada de aminoácidos é fundamental para a síntese proteica (BAAR *et al.*, 1999; BODINE *et al.*, 2001; DRUMMOND *et al.*, 2009 *apud* PAIM *et al.*, 2014).

Aumento da força muscular

A musculatura esquelética abrange aproximadamente 50% do conteúdo proteico do corpo humano, sendo fundamental para alguns processos do organismo, ao viabilizar a movimentação e o deslocamento corporal (MATTHEWS, 1999; DRUMMOND *et al.*, 2009, *apud* PAIM *et al.*, 2014). Para tanto, a hipertrofia muscular encontra seu principal fator motriz no aumento do estímulo da síntese de proteínas musculares subsequente à prática de atividades físicas, bem como à boa nutrição (BIOLO *et al.*, 1997, *apud* PHILPOTT *et al.*, 2018). Nesse sentido, diversos estudos foram realizados, considerando que os ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (n-3 PUFA) têm a função de estimular a produção de proteínas e de poder beneficiar o desempenho muscular dos indivíduos, com objetivo de ratificar e de esclarecer tal conhecimento.

Nota-se que alguns n-3 PUFA, como o EPA (ácido eicosapentaenoico) e o DHA (ácido docosa-hexaenoico), são responsáveis por acelerar a condução nervosa tanto em indivíduos jovens quanto em idosos. Em suma, tal funcionalidade ocorre através da modulação dos canais iônicos do sarcolema, fortalecendo a atividade contrátil muscular (MCGLORY *et al.*, 2014, *apud* TACHTSIS *et al.*, 2018).

Acerca da prática de atividades físicas baseadas na força associada à suplementação de ômega-3, foi realizado um estudo no qual o grupo com suplementação de ômega-3, a 2 g/dia, obteve melhorias no tônus muscular e na sua funcionalidade ao longo de 2 a 5 meses. Os n-3 PUFA possuem entre suas diversas aplicações, a incorporação à membrana das células, alterando sua fluidez e integridade, além de elevar a sensibilidade à acetilcolina, neurotransmissor responsável por ativar o mecanismo de contração muscular. Dessa forma, esse papel do ômega-3 é exposto como uma possível justificativa para o melhor desempenho do atleta, em virtude do processo facilitador da transmissão de sinapses nas junções neuromusculares, o que indica o provável aumento da força e da velocidade de contração (RODACKI *et al.*, 2012, *apud* PAIM *et al.*, 2014)

Sob outro viés, a ingestão de n-3 PUFA eleva a sensibilidade do tecido muscular à insulina (BORKMAN *et al.*, 1989, *apud* PHILPOTT *et al.*, 2018), além de induzir a síntese proteica muscular, responsável por impulsionar a fosforilação do alvo da rapamicina (mTOR), proteína capaz de regular o crescimento, a proliferação e a sobrevivência celular. Dessa

forma, a suplementação de ômega-3 pode fornecer uma intervenção viável para aprimorar a força e funcionalidade dos músculos (PAIM *et al.*, 2014).

Em contrapartida, apesar dos resultados efetivos já encontrados por meio dos estudos confeccionados, questões como a dosagem ideal e a duração de suplementação com n-3 PUFA não foram definitivamente esclarecidas (TACHTSIS *et al.*, 2018). Sendo assim, pesquisas futuras sobre o assunto são necessárias para comprovar a real eficácia do uso desse suplemento acerca do desenvolvimento da força muscular (PHILPOTT *et al.*, 2018).

Considerações gerais da suplementação de ômega-3 na atividade esportiva

Com base em estudos realizados recentemente, acredita-se que atletas com lesões musculares possam ter as consequências do processo inflamatório reduzidas a partir da suplementação com os n-3 PUFA (EPA) e (DHA), visto que tais substâncias fazem com que os mediadores químicos da inflamação sejam produzidos em menor quantidade, o que contribui para uma recuperação mais rápida dos atletas (HAIDAMUS, 2007 *apud* COQUEIRO *et al.*,2011) e para uma melhor resposta deles aos exercícios mais intensos (FETT, 2001 *apud* COQUEIRO *et al.*,2011).

Em consonância a isso, observa-se que a redução de ácido araquidônico das membranas justifica os efeitos anti-inflamatórios do ômega-3 (GIUGLIANO; CERIELLO; ESPOSITO, 2006 *apud* COQUEIRO *et al.*, 2011). Logo, a suplementação com óleo de peixe poderia reduzir as infecções e as inflamações que frequentemente acometem os atletas de esportes de alta intensidade e de longa duração. Assim, eles teriam o sistema imunitário preservado e o treinamento não seria interrompido ou modificado em função desses acometimentos, diminuindo, deste modo, a chance de problemas resultantes das modalidades praticadas (LEITÃO *et al.*,2005 *apud* COQUEIRO *et al.*,2011).

Ademais, os estudos constataram que a inserção de ômega-3 na dieta traz ainda mais benefícios, como a redução da necessidade de tratamento farmacológico em casos de atletas de elite com broncoconstrição induzida pelo exercício (BIE) (COQUEIRO *et al.*, 2011).

Paralelamente, sabe-se que o desempenho de atletas praticantes de esportes de alta resistência está diretamente relacionado a sua capacidade de usar de forma eficiente a energia armazenada disponível, ou seja, a performance deles baseia-se no poder de suportar determinado exercício físico por longo tempo. Diante disso, estudos realizados em humanos evidenciaram que a suplementação com n-3 PUFA provoca uma maior expressão de GLUT4 (transportador tipo-4 de glicose), o que aumenta a sensibilidade do tecido muscular à insulina (BORKMAN *et al.*, 1989 *apud* PHILPOTT *et al.*, 2018). Tal conclusão mostra a importância da ingestão de ômega-3 em atletas de exercícios de resistência, já que, para manter a atividade física desejada, precisam produzir muita energia a partir da captação constante de glicose (PHILPOTT *et al.*, 2018).

Além disso, um estudo foi realizado por SMITH *et al.* para confirmar se a suplementação com ômega-3 poderia aumentar as taxas de síntese proteica muscular e se seria capaz de reduzir os efeitos pós-treino. Tal pesquisa foi feita com adultos saudáveis praticantes de atividade física, os quais receberam 4 gramas de ômega-3 (sendo 1,8 gramas de ácido eicosapentaenóico - EPA e 1,5 gramas de ácido docosahexaenoico - DHA) durante 8 semanas. Posteriormente, foram avaliados diversos fatores, como: as taxas de síntese proteica; o tamanho da célula; a sinalização anabólica mediada pela fosforilação de

mTOR p70s6k e a capacidade de síntese proteica. No final, notou-se que os três primeiros fatores citados anteriormente se elevaram após a suplementação (PESSOA *et al.*, 2018).

Logo, conclui-se que, como a suplementação com ômega-3 promove o aumento da sinalização anabólica muscular mediada por aminoácidos e pela insulina em adultos e em idosos, a substância pode ser muito vantajosa para a hipertrofia de grande parte dos indivíduos (PAIM *et al.*, 2014). Nesse sentido, esse composto exerce efeitos ergogênicos e possibilita a melhora da performance de praticantes de exercício físico (VELHO *et al.*, 2017).

Por fim, as principais informações retiradas dos artigos analisados foram elucidadas na **Tabela 14.1**, abaixo, com o propósito de sistematizar o estudo e seguir a recomendação metodológica PRISMA.

Tabela 14.1 Tabela-síntese dos artigos analisados

Autores	Tipo de estudo	Ano	Principais resultados
BLOTTNER *et al.*	Artigo original	2021	O tratamento com o coquetel antioxidante, composto por polifenóis, ômega-3, vitamina E selênio, evitou a desregulação da homeostase redox e permitiu a remodelação estrutural, a miogênese e o desenvolvimento muscular esquelético.
COQUEIRO *et al.*	Artigo de revisão	2011	Há evidências de que a suplementação de ômega-3 pode atenuar os efeitos do processo inflamatório em lesões musculares, visto que o composto atua na modulação e na liberação de citocinas pró-inflamatórias. Os efeitos ergogênicos desse suplemento ainda são controversos e há necessidade do desenvolvimento de estudos que verifiquem a ação do ômega-3 nas diversas modalidades esportivas.
PAIM *et al*	Artigo de revisão	2014	O ômega-3 pode contribuir para a hipertrofia muscular, pois sua suplementação aumenta a sinalização anabólica do músculo. Além disso, observa-se que essa suplementação é importante no combate da sarcopenia e na melhora da força e da funcionalidade muscular.
PESSOA. *et al.*	Artigo original	2018	Ao analisar se havia diferença no efeito pós-treino entre grupos que faziam e que não faziam a suplementação de ômega-3, foi observado que os indivíduos que realizaram a suplementação apresentaram efeitos pós treino menos acentuados, com redução da fadiga muscular e do aumento dos batimentos cardíacos.
VELHO *et al.*	Artigo de revisão	2017	Há evidências de que a suplementação de ômega-3, realizada de maneira adequada, pode exercer efeitos ergogênicos e auxiliar na performance de indivíduos que praticam atividade física.
PHILPOTT *et al.*	Artigo de revisão	2018	Devido às propriedades anti-inflamatórias e à capacidade de modificar a célula muscular pela alteração da fluidez de membrana, o ômega-3 é considerado uma suplementação ergogênica para atletas. Há evidências de que essa suplementação é importante no desenvolvimento da capacidade de resistência do atleta e na recuperação de exercícios que causam danos musculares. Não há evidências acerca da relação entre a suplementação de ômega-3 e a melhora no crescimento muscular durante treinos de resistência.
TACHTSIS, B. *et al*	Artigo de revisão	2018	O ômega-3 possui um papel importante no crescimento e na regeneração do músculo. Quando associado ao exercício físico, esse composto auxilia no aumento da massa e da força muscular. Além disso, o ômega-3 associa-se à redução da perda de massa muscular com a idade.

CONCLUSÃO

A prática da atividade física, visando uma melhor qualidade de vida, bem como um melhor desempenho em atletas, tem despertado o interesse por suplementos que contribuam positivamente nos resultados sobre a musculatura. Nesse contexto, o presente estudo analisou as principais funções do ômega-3 no desenvolvimento muscular, apontando os benefícios de sua suplementação em indivíduos praticantes de atividade física.

Uma das melhorias mais relevantes na condição muscular, descrita na literatura analisada, é a redução da inflamação, decorrente da diminuição da produção de citocinas pró-inflamatórias, o que reduz os sintomas pós-treino provenientes de microlesões nas fibras musculares, contribuindo para uma melhor recuperação muscular.

Outrossim, a suplementação de ômega-3 atua no crescimento e na regeneração muscular, por aumentar o índice de síntese proteica do músculo, promovendo o anabolismo e, consequentemente, o ganho de força e de massa muscular, além de contribuir para a diminuição da sarcopenia. Para obter-se tal resposta no organismo, segundo os estudos analisados, é indicado o uso do ômega-3 na dosagem adequada, associado a uma dieta com aminoácidos necessários à reconstrução das fibras musculares.

Ademais, a utilização do ômega -3 gera o aumento da força muscular, devido aos ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 que geram uma maior sensibilidade à acetilcolina e, por conseguinte, aumentam a condução nervosa, favorecendo, assim, a contratilidade do músculo. Além disso, o ômega-3 também eleva a sensibilidade à insulina, melhorando a performance muscular, principalmente em atletas.

Em suma, é evidenciado que a suplementação de ômega-3 pode contribuir para uma melhor recuperação e desempenho muscular no pós-treino, o que corrobora os benefícios do composto nos indivíduos praticantes de atividade física. No entanto, salienta-se que as literaturas analisadas apontam para a necessidade de uma maior comprovação da atuação do ômega-3 no desenvolvimento muscular, sendo relevante a realização de mais estudos referentes ao tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLOTTNER, D. *et al.* Nitrosative redox homeostasis and antioxidant response defense in disused vastus lateralis muscle in long-term bedrest (Toulouse Cocktail Study). Antioxidants, v. 10, p. 378, 2021.

BORKMAN, *et al*. Effects of fish oil supplementation on glucose and lipid metabolism in NIDDM. Diabetes, v. 38, n.10, p.1314, 1989, *apud* PHILPOTT *et al*. (2018).

CALDER *et al.*, Long-chain fatty acids and inflammation. Proceedings of the Nutrition Society, v.71, p.284, 2015, *apud* TACHTSIS *et al*. (2018).

COQUEIRO, D.P. *et al.* Uso da suplementação com ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 associado ao exercício físico: uma revisão. Pensar a Prática, v.14, p. 1, 2011.

FETT, CA. Composição corporal, ganho de força e resposta à exaustão, no treinamento hipertrófico, em presença da suplementação com ácidos graxos W-3 ou Triglicerídeo de cadeia média [Dissertação]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2001, *apud* COQUEIRO *et al*. (2011).

GIUGLIANO, D.; CERIELLO, A.; ESPOSITO, K. The effects of diet on inflammation. Journal of the American College of Cardiology, v. 48, n.4, p. 677, 2006, *apud* COQUEIRO *et al*. (2011).

HAIDAMUS, LL. A suplementação com ácidos graxos poliinsaturados Omega-3 reduziu a concentração plasmática de eicosanóides pró-infalmatórios, da enzima lactato desidrogenase ede lesões musculares em ratos submetidos a sessões de natação [Tese] Campinas: Faculdade de engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2007, *apud* COQUEIRO *et al*. (2011).

LEITÃO, N. K. *et al.* Estudo da resposta imunitária em ratos submetidos à atividade física de longa duração e alta intensidade: efeito da suplementação com óleo de peixe, rico em n-3. RUBS, v.1, n.4, sup.1, p.13, 2005, *apud* COQUEIRO *et al*. (2011).

MCKAY, B.R. *et al*. Association of interleukin-6 signalling with the muscle stem cell response following muscle-lengthening contractions in humans. PLoS ONE, v.4, p.e602, 2009 *apud* TACHTSIS *et al*. (2018).

MERRITT *et al*. Heightened muscle inflammation susceptibility may impair regenerative capacity in aging humans. Journal of Applied Physiology, v.115, p.937, 2013, *apud* TACHTSIS *et al*. (2018).

MURPHY *et al*. Nutritional intervention with fish oil provides a benefit over standard of care for weight and skeletal muscle mass in patients with nonsmall cell lung cancer receiving chemotherapy. Cancer, v.117, n.8, p. 1775, *apud* PHILPOTT *et al*. (2018).

PAIM, J.A. *et al.* Síntese proteica muscular e influência da suplementação de ômega-3: aspectos atuais. Revista Destaques Acadêmicos, v.6, p. 80-88, 2014.

PESSOA D.P. *et al.* Influência da suplementação de ômega 3 no rendimento físico de praticantes de exercício físico. Motri. [online], v.14, p. 144, 2018.

PHILPOTT, J.D. *et al.* Applications of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for sport performance. Research in Sports Medicine, v.27, p. 219, 2018.

SINDHU S., *et al*. Obesity is a positive modulator of IL-6R and IL-6 expression in the subcutaneous adipose tissue: Significance for metabolic inflammation. PLoS ONE, v.10, p. e0133494, 2015 *apud* TACHTSIS *et al*. (2018).

TACHTSIS, B. *et al.* Potential Roles of n-3 PUFAs during Skeletal Muscle: Growth and Regeneration. Nutrients, v. 10, p. 1, 2018.

VELHO I. *et al*. Efeito do ácido graxo poli-insaturado ômega 3 (Ω-3) em praticantes de atividade física: uma revisão sistemática. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v.11, p. 3, 2017.

WILLIAMS-BEY *et al.*, Omega-3 free fatty acids suppress macrophage inflamm a some activation by inhibiting nf-κb activation and enhancing autophagy. PLoS ONE, v.9, 2014, *apud* TACHTSIS *et al*. (2018).

Capítulo 15

ARTROPLASTIA UNICOMPARTIMENTAL DE JOELHO POR CIRURGIA ROBÓTICA

BRUNA CREMONEZI LAMMOGLIA (1)
CAIO CHIODINI BANHOS (1)
GUSTAVO SANAZAR BORKLIAN (1)
TERESA NOCITO SALAMONE (1)
YOCASTA LUISA KOGURE BORGES (1)
FABIO ANAUATE NICOLAO (2)
JONAS MORAES FILHO (3)

1 Faculdade de Medicina da Universidade Santo Amaro;
2 Docente – Ortopedista e Médico do Esporte, UNISA, Brasil;
3 Docente – Pós doutor em medicina veterinária pela USP, Brasil.

Palavras-chave:
Hipertensão; COVID-19; Treinamento de força; Exercícios aeróbicos.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A cirurgia de artroplastia de joelho, pelo método robótico, é feita sob auxílio de um software que capta as informações anatômicas do paciente e dos instrumentos cirúrgicos e as processa em tempo real, auxiliando o cirurgião a realizar o procedimento com maior precisão. Já o método convencional consiste na substituição da articulação do joelho por uma prótese sem o auxílio de computadores, o ortopedista é guiado por meio de réguas e moldes. O desenvolvimento de novas tecnologias e suas aplicações em procedimentos cirúrgicos possibilitou um aumento na precisão cirúrgica, tendo como objetivo a redução de erros nos procedimentos (LONNER & KLEMENT, 2019).

Nas últimas duas décadas vários sistemas de cirurgia guiada por computadores foram aperfeiçoados, com o objetivo de ter mais controle e eficácia das variáveis cirúrgicas. No caso da artroplastia, o alinhamento inferior da perna, equilíbrio do tecido mole, manutenção da linha articular e alinhamento, tamanho e fixação do componente tibial e femoral. Esses sistemas são capazes de controlar tais variáveis, além de otimizar a precisão cirúrgica com mais eficácia inclusive que o padrão ouro de cirurgia convencional (VAN DER LIST *et al.*, 2016).

A prática de cirurgia guiada por robô é indicada por auxiliar no alinhamento, colocação de componentes e equilíbrio dos tecidos moles (WONG *et al.*, 2019). As vantagens observadas a favor da artroplastia unicompartimental de joelho com assistência robótica quando comparada à convencional, seriam um melhor posicionamento cirúrgico, melhores resultados funcionais pós cirúrgicos e maior tempo útil do implante. (ROBINSON *et al.*, 2019) Além dessas vantagens também foi observado melhor preservação da cinemática natural do joelho, o que permite uma maior recuperação de amplitude de movimento, menor perda sanguínea no processo cirúrgico, menor tempo de internação e melhores desfechos funcionais (GILMOUR *et al.*, 2018). No entanto, contrapontos encontrados na literatura, com o uso desta prática cirúrgica, foram a menor sobrevivência ao longo prazo (GILMOUR *et al.*, 2018) e uma taxa de insucesso que levou a uma revisão considerável entre 7 a 32% dos casos, fato esse que leva a uma limitação da aceitação do paciente ao procedimento por via robótica, além da insatisfação (WONG *et al.*, 2019).

Nesse contexto e com o advento de novas tecnologias nas áreas cirúrgicas, a realização desses procedimentos tem crescido e se mostrado uma tendência mundial, como visto na *National Joint Registry of England and Wales*. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi analisar e comparar os novos métodos assistidos por robôs em relação aos métodos convencionais.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura sobre artroplastia de joelho por cirurgia robótica. A pesquisa foi realizada no período de abril a agosto de 2021, por meio de pesquisa nas bases de dados PubMed, BVS e SciELO. Foram incluídos trabalhos publicados nos idiomas português, inglês e espanhol, entre os anos de 2017 e 2021. Utilizou-se os descritores: "*Robotics", "Arthroplasty, Replacement, Knee*" e "*Robotic Surgical Procedures*". Foram encontrados 161 artigos no total (PubMed 124, SciELO 0, BVS 37). Após exclusão dos artigos duplicados, restaram 131 artigos, os quais foram avaliados primeiramente pelo título, restando 105 potencialmente relevantes. Destes, após nova avaliação pela leitura dos resumos, 58 foram excluídos, restando 47 artigos. Os 47 lidos na íntegra,

dos quais 22 foram selecionados para compor a amostra final para realização deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 22 artigos utilizados para o presente trabalho remetem-se às características de cirurgia robótica de artroplastia unicompartimental de joelho, evidenciando suas vantagens e desvantagens no pré e pós operatório, benefícios e prejuízos durante o procedimento, precisão cirúrgica, estabilidade do implante, procedimentos de revisão, satisfação e sobrevivência do paciente, custos, tempo de internação e interação do profissional com o método na prática.

Em relação a dor sentida no pós operatório e o tempo de internação, foi constatado unanimemente que ambos são diminuídos devido ao uso de aparelhos robóticos para conclusão do procedimento. Já o tempo cirúrgico foi aumentado em todos os casos em 20+/-5 minutos, dependendo da curva de aprendizado e experiência do cirurgião. (FU *et al.,* 2018; KORT *et al.,* 2021; WONG *et al.,* 2019 e ZHANG *et al.,* 2019)

Com relação à precisão do implante, encontrou-se que é maior em procedimentos com uso de equipamentos robóticos, sendo descrita em cinco dos 21 artigos selecionados. Entretanto, nos trabalhos de LAURA *et al*. (2018) e JASON *et al*. (2019), houve uma maior taxa de revisão cirúrgica no curto prazo em relação à prática convencional. Já CÉCILE *et al.* (2019), evidenciou maiores taxas de revisão pós operatória na cirurgia convencional, devido ao mau posicionamento e desalinhamento do implante em relação a cirurgia via robótica. Em estudo realizado por CHRISTINA *et al.* (2017), evidenciou-se que após 24 meses ocorre diminuição dos procedimentos de revisão.

Foram encontradas altas taxas de sobrevivência do implante pelo método robótico, unanimemente, nos estudos selecionados para confecção deste artigo.

O estudo de Johannes *et al.* (2017) indica que a obesidade não é um fator limitante para a artroplastia unicompartimental de joelho por via robótica. O índice de massa corpórea (IMC) não influenciou na taxa de revisão cirúrgica, entretanto foi necessário maior quantidade de sessões de fisioterapia no pós-operatório.

Com relação à recuperação da biomecânica do membro operado, é descrito por Kayani *et al*. (2019) que o procedimento robótico aumentou a recuperação da flexão máxima do joelho no pós-operatório. Dois dos artigos selecionados relatam melhores resultados funcionais do membro no pós-cirúrgico, otimização da cinemática e melhor recuperação da funcionalidade do joelho (ROBISON, 2019; LONNER, 2018). Gilmour *et al.,* (2018) e Canetti *et al.* (2018) mostram que pacientes ativos fisicamente se beneficiam com a cirurgia via robô devido ao tempo de retorno reduzido às atividades em comparação a cirurgia convencional. Segundo Jinnah *et al*. (2018) o tempo de retorno ao trabalho foi de 6,4 semanas, a cirurgia via robótica proporcionou retorno significantemente mais rápido aos esportes do que a técnica convencional 4.2+/-1.8 meses versus 10.5+/-6.7 meses.

Herry *et al.* (2017) e Zhang *et al*. (2019) estudaram a cirurgia robótica em pacientes idosos com osteoartrite e osteonecrose, estes mostraram que a restituição da junta foi melhor por via robótica e houve melhor excursão do joelho durante adaptação aos treinos no pós-operatório.

No **Quadro 15.1** podemos observar os resultados comparativos dos artigos selecionados em relação às vantagens e desvantagens da artroplastia unicompartimental de joelho por via robótica.

Quadro 15.1 Resultados comparativos prós e contras da artroplastia unicompartimental de joelho por via robótica

AUTORES	ACHADOS PRÓ CIRURGIA ROBÓTICA	ACHADOS CONTRA CIRURGIA ROBÓTICA
Batalier *et al.*, 2019	Maior revisão pós operatória e melhor posicionamento do implante	Nenhum estudo demonstra melhor desempenho em médio prazo do movimento em comparação do método robótico e convencional
Burger *et al.*, 2020	Maior nível de sobrevida, mais satisfação e melhores resultados funcionais	Não foi observado melhora na falha de fixação de componentes metálicos
Canetti *et al.*, 2018	Apresenta retorno mais rápido as práticas esportivas	Grupo específico de atletas e jovens utilizado no estudo pode interferir no resultado
Clement *et al.*, 2019	Custo benefício maior com a prática robótica, principalmente por menores gastos pós operatório e menor internação	
Cool *et al.*, 2019	Após 24 meses da cirurgia, pacientes apresentam menor tempo de internação, menores gastos com cirurgias de revisão e menos procedimentos de revisão	
FU *et al.*, 2018	Melhor alinhamento do implante	Diminuição de 16 minutos em média do tempo cirúrgico no método tradicional
Gaudini *et al*.., 2017	Quando analisados no plano sagital e coronal do seguimento do fêmur ambas as alterações dizem a favor do procedimento	
Gilmour *et al.*, 2018	Indicativos de sobrevida maior e menor dor pós operatória, principalmente em pacientes ativos	Número limitado de pacientes pode ter interferido no resultado
Herry *et al.*, 2017	Melhor reconstituição da junta em pacientes idosos com osteoartrite e osteonecrose	
Jinnah H. *et al.*, 2019	Tempo de retorno ao trabalho em média 6 semanas mais rápido em comparação à técnica convencional	Sem diferença nos escores de risco no pré e pós operatório

Kayani *et al.*, 2019	Diminuição da dor, menor analgesia por opioides e tempo de internação, melhor flexão do joelho no pós-operatório e sem diferença em complicação	
Kleeblad *et al.*, 2018	Alta sobrevivência e satisfação em médio prazo	Falha de fixação precoce
Kort *et al.*, 2021	Melhora no posicionamento e alinhamento dos componentes dentro das zonas-alvo	Aumento no tempo de operação de 16-25 min. A da sobrevivência do implante ainda não ser confirmada
Li *et al.*, 2019	Preserva a cinemática natural do joelho e leva a melhor recuperação da amplitude do movimento além de, menores chances de complicação no pós operatório	Ainda há conclusões controversas nos estudos em relação ao posicionamento do implante
Lonner *et al.*, 2018	Melhora na precisão cirurgia	Alto custo
Lonner *et al.*, 2019	Melhora na precisão, com redução substancial na variabilidade e erro do posicionamento	Alto custo de implementação
Marcovigi *et al.*, 2017	Maior taxa de sobrevivência e de satisfação dos pacientes além de maior confiabilidade no posicionamento do implante, menor realinhamento de membros e até diminuição no tempo cirúrgico	O estudo tem limitações
Pearle *et al.*, 2017	Maior taxa de sobrevivência por conta do melhor controle da técnica cirurgia	Afrouxamento asséptico
Plate *et al.*, 2017	A obesidade não é uma contraindicação para a cirurgia robótica	
Robinson *et al.*, 2019	Posicionamento mais preciso do implante levando a uma sobrevivência maior	O estudo tem limitações
Wong J. *et al.*, 2019	Este estudo não demonstrou vantagens claras quanto a cirurgia robótica	19,2 minutos a mais no tempo cirúrgico quando comparado à técnica convencional e aumento do custo com benefício limitado
Zhang F. *et al.*, 2019	Redução na taxa de complicações e melhora na excursão do joelho	Aumento significativo no tempo cirúrgico

Os resultados analisados demonstram que a artroplastia unicompartimental de joelho por cirurgia robótica apresentou algumas vantagens, a saber: retorno mais rápido às atividades; taxas de revisão próximas a via convencional; diminuição da dor e uso de analgésicos no pós-cirúrgico; e diminuição do tempo de internação. Por outro lado, foi observado que o tempo cirúrgico se mostrou consideravelmente elevado na cirurgia robótica em relação à técnica convencional. A taxa de satisfação dos pacientes e a sobrevivência do implante se mostraram variáveis e os estudos elaborados em relação à comparação das duas técnicas são limitados, principalmente em relação à amostragem.

A cirurgia robótica é uma técnica em crescimento, seus resultados se mostram satisfatórios, incluindo menor tempo de internação, menor incidência de erros médicos e melhor recuperação pós-operatória. Tais vantagens devem ser considerados na escolha da técnica cirúrgica. (CLEMENT *et al.,* 2019; COOL *et al.,*2019; KAYANI *et al.,*2019; LONNER *et al.,*2018; LONNER *et al.,* 2019; ZHANG *et al.,* 2019).

CONCLUSÃO

Os achados dessa revisão demonstram que a artroplastia unicompartimental de joelho via robótica mostra-se benéfica, porém as taxas de satisfação dos pacientes e sobrevivência do implante a longo prazo são variáveis. Nossos achados sugerem que mais estudos relacionados ao tema são necessários, já que a habilidade do cirurgião pode ser um fator determinante no resultado. A maioria dos estudos existentes sobre artroplastia unicompartimental de joelho por assistência robótica são do tipo coorte e retrospectivos. Estudos prospectivos e com amostras mais robustas são de suma importância para melhorar o nível de evidência sobre o tema, bem como quanto às vantagens e desvantagens do método robótico frente ao método convencional.

Durante a elaboração do trabalho foi evidenciado a escassez de artigos relacionados ao estudo da curva de aprendizado da técnica cirúrgica, já que muitos dos resultados variam com a habilidade do cirurgião, como por exemplo o tempo cirúrgico e durabilidade do implante. Outro ponto a ser considerado está relacionado ao custo do procedimento e se tais altos custos podem ser um impasse para a implementação da técnica robótica nos hospitais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATAILLER C. S. *et al*. Improved implant position and lower revision rate with robotic-assisted unicompartmental knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, v.27, p.1232, 2019.

BURGER J. A. *et al*. Mid-term survivorship and patient-reported outcomes of robotic-arm assisted partial knee arthroplasty: a single-surgeon study of 1,018 knees. The Bone & Joint Journal, v.102, p.116, 2020.

CANETTI R *et al*. Faster return to sport after robotic-assisted lateral unicompartmental knee arthroplasty: a comparative study. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, v.138, p.1765, 2018.

CLEMENT N. D *et al*. Robot-assisted unicompartmental knee arthroplasty for patients with isolated medial compartment osteoarthritis is cost-effective: a markov decision analysis. The Bone & Joint Journal, v.101-B, p.1063, 2019.

COOL C. L. *et al*. Revision Analysis of Robotic Arm–Assisted and Manual Unicompartmental Knee Arthroplasty. The Journal of Arthroplasty, v.34, p.931, 2019.

FU J. *et al*. Robot-assisted vs. conventional unicompartmental knee arthroplasty: Systematic review and meta-analysis. Der Orthopäde, v. 47, p. 1017, 2018.

GAUDIANI M. A. *et al*. Optimization of sagittal and coronal planes with robotic-assisted unicompartmental knee arthroplasty. The Knee, v.24, p.843, 2017.

GILMOUR A. *et al*. Robotic-Arm–Assisted vs Conventional Unicompartmental Knee Arthroplasty. The 2-Year Clinical Outcomes of a Randomized Controlled Trial. The Journal of Arthroplasty, v.33, p.115, 2018.

HERRY Y. *et al*. Improved joint-line restitution in unicompartmental knee arthroplasty using a robotic-assisted surgical technique. International Orthopaedics, v.41, p.2265, 2017.

JINNH A. H. *et al*. Decreased Time to Return to Work Using Robotic-Assisted Unicompartmental Knee Arthroplasty Compared to Conventional Techniques. Surgical technology international, v.32, p.283, 2018.

KAYANI B. *et al*. An assessment of early functional rehabilitation and hospital discharge in conventional versus robotic-arm assisted unicompartmental knee arthroplasty: a prospective cohort study. The Bone & Joint Journal, v.101-B, p.33, 2019.

KLEEBL L. J. *et al*. Midterm Survivorship and Patient Satisfaction of Robotic-Arm-Assisted Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty: A Multicenter Study. The Journal of Arthroplasty, v.33, p.1726, 2018.

KORT N. *et al*. Robot-assisted knee arthroplasty improves component positioning and alignment, but results are inconclusive on whether it improves clinical scores or reduces complications and revisions: a systematic overview of meta-analyses. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, mar., 2021.

LI H. *et al*. Robotic arm-assisted vs conventional unicompartmental knee arthroplasty: A meta-analysis of the effects on clinical outcomes. Medicine, v.98, p.e16968, 2019.

LONNER J. H. *et al*. Pros and Cons: A Balanced View of Robotics in Knee Arthroplasty. The Journal of Arthroplasty, v.33, p.2013, 2018.

LONNER J. H. *et al*. Robotic-assisted Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty: Options and Outcomes. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. v.27, p.214, 2019.

MARCOVIGI A. *et al*. Robotic-arm assisted partial knee arthroplasty: a single centre experience. Acta Biomedica, v.88, p.59, 2017.

PEARLE A. D. *et al*. Survivorship and patient satisfaction of robotic-assisted medial unicompartmental knee arthroplasty at a minimum two-year follow-up. The Knee. v.24, p.428, 2017.

PLATE J. F. *et al*. Obesity has no effect on outcomes following unicompartmental knee arthroplasty. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, v.25, p.651, 2017.

ROBINSON P. G. *et al*. A systematic review of robotic-assisted unicompartmental knee arthroplasty: prosthesis design and type should be reported. The Bone & Joint Journal, v.101-B, p.847, 2019.

VAN DER LIST J. P *et al*. Robotic-Assisted Knee Arthroplasty: Na Overview. American Journal of Orthopedics, v.45, p.211, 2016.

WONG J. *et al*. Robotic-assisted unicompartmental knee replacement offers no early advantage over conventional unicompartmental knee replacement. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, v.27, p.2308, 2019.

ZHANG F. *et al*. Robotic arm-assisted vs conventional unicompartmental knee arthroplasty: A meta-analysis of the effects on clinical outcomes. Medicine, v.98, p.e16968, 2019.

Capítulo 16

EPIDEMIOLOGIA DAS LESÕES DE MEMBRO INFERIOR EM SURFISTAS

BEATRIZ TESONI MARCHIORI (1)
GABRIELA GOMES DE CARVALHO (1)
GIULIA JAGELSKI PEREIRA (1)
HENRIQUE MAGALHÃES BURGOS (1)
IARA GUEDES (1)
JULIANA SHINZATO GONZAGA (1)
SAMUEL LOCATELLI FERREIRA SILVA (1)
SARAH CINTI MARIANO (1)
THIAGO AUGUSTO COSENTINE (2)

1 Discente de Medicina da Universidade Nove de Julho, São Bernardo do Campo/SP;
2 Médico pós-graduado em Medicina do Exercício e do Esporte - BWS Núcleo de Ensino Superior dm Ciências Humanas e de Saúde.

PALAVRAS-CHAVE:
Lesões; Surf; Extremidade inferior.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

O surfe teve sua origem na Polinésia e se disseminou pelo mundo inteiro, integrando-se em diversas culturas (MCARTHUR *et al.*, 2020), sofrendo sua ascensão mundial no início dos anos 60. No Brasil este destaque ocorreu após títulos mundiais conquistados que, consequentemente, transformaram o país em uma das maiores potências no esporte aquático, uma vez que o vasto litoral brasileiro favorece a prática do esporte, dispondo de 10.959 km de extensão de costa (MORAES *et al.*, 2013).

Nos últimos anos o esporte voltou a ter maior reconhecimento com a ascensão de atletas brasileiros no cenário competitivo mundial. Tendo Gabriel Medina como primeiro campeão brasileiro em 2014, e com a adição da modalidade aos jogos olímpicos Tóquio 2020, e ainda, o primeiro medalhista de ouro Ítalo Ferreira, nordestino de Baía Formosa no Rio Grande do Norte, que também é campeão mundial, aumentando o número de adeptos ao esporte (MCARTHUR, K. *et al.*, 2020).

Assim como em qualquer esporte há risco de lesões, visto que os praticantes do esporte são expostos há diversas condições que são características do ambiente aquático como: recife de coral, presença de animais marinhos, quebras de rocha e tipo de onda. Além disso, outros fatores agravantes são o grau de complexidade das manobras, o contato com a prancha e a presença de outros surfistas. (MCARTHUR *et al.*, 2020). Sendo assim, a literatura apresenta um destaque para cortes/lacerações, entorses ligamentares e luxações como as três formas mais prevalentes de lesão nesse meio (MORAES *et al.*, 2013).

O avanço da pesquisa e tecnologia nessa área afetou o surfe através da adaptação de roupas, luvas e pranchas que possibilitaram uma maior dinamicidade ao esporte facilitando manobras cada vez mais arriscadas (MINGHELLI *et al.*, 2017).

O objetivo deste estudo foi identificar e descrever a epidemiologia das lesões de membros inferiores mais prevalentes dentre os adeptos a esse esporte, com o intuito de conscientizar profissionais da área da saúde esportiva tendo em vista a expansão do esporte nos últimos anos.

MÉTODO

Realizado estudo de revisão bibliográfica narrativa. A busca e avaliação dos artigos ocorreu entre setembro e outubro de 2021 nas bases de dados SciELO (*Scientific Eletronic Library Online*), PubMed e Elsevier. Foram utilizados os descritores: "*surf AND lesions*" e "*surf AND injuries*" com filtros para os idiomas inglês e português e ano de publicação entre 2007-2021. Foram selecionados artigos sobre a temática publicados no período de 2000 até 2020 que tratavam especificamente sobre epidemiologia, etiologia e análise de lesões em surfistas. Foram excluídos relatos de casos e artigos sobre salvavidas, além de outros artigos que tratavam sobre diversos tipos de lesões não específicas à prática do esporte em questão. Usamos prioritariamente, mas não exclusivamente, artigos originais, tendo apenas uma revisão sistemática compondo a amostra final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O surfe é um esporte de moderada a alta intensidade, devido às demandas aeróbias e anaeróbias e ao elevado nível de habilidade neuromuscular e física que os movimentos básicos e manobras envolvem. Apesar disso, é considerado um esporte relativamente seguro

devido baixa incidência de acidentes e lesões em quaisquer grupos praticantes. (BASE *et al.*, 2007)

Não foi encontrada relação entre sexo, localidade e temperatura da água e o aumento do número de lesões, porém houve diferença significativa quanto a idade dos atletas, sendo os mais velhos (acima de 35 anos) os mais afetados. Esse caráter pode ser atribuído à maior facilidade de adquirir lesões por repetição e à maior fragilidade em comparação aos mais novos. (MITCHELL *et al.*, 2012). As lesões também foram mais presentes quanto maior a quantidade de horas dedicadas ao esporte, o que justifica a predominância da incidência em praticantes profissionais. (FARI *et al.*, 2021)

Não é possível comparar em números absolutos as lesões sofridas pelos atletas recreacionais (*free surf*) e os de cenário competitivo, seja amador ou profissional, devido a discrepante diferença numérica na composição desses grupos, sobressaindo-se o primeiro. Mesmo estando expostos ao mesmo risco, a incidência é ligeiramente maior para aqueles que competem em algum nível, não alterando mediante as diferentes intensidades de lesão (grave, média ou leve), sendo expresso por 3,5 para cada 1000 dias de prática no surfe recreacional contra 4,0 para cada 1000 dias de prática para aqueles que competem em algum nível, segundo estudos australianos. (STEINMAN *et al.*, 2000) O tempo dedicado ao esporte é também determinante, sendo diretamente proporcional ao valor da incidência. (MINGHELLI *et al.*, 2018)

Outro fator de influência na quantidade e tipo de lesão é o tamanho da onda e a profundidade da água. Ondas menores e águas mais rasas, com cerca de 1m e entre 0,5m e 1m, respectivamente, tendem a causar lesões mais graves, como por exemplo as entorses e fraturas, do que as ondulações maiores em águas mais profundas, as quais motivam cortes, contusões e lacerações. (STEINMAN *et al.*, 2000).

Desmembrando os principais sítios de acometimento no membro inferior, pode-se realçar a prevalência da pele, joelho e tornozelo. Em relação aos tipos de lesões mais incidentes, destacam-se as contusões, entorses ligamentares, luxações, fraturas, cortes/lacerações, queimaduras e lesões músculoligamentares (**Tabela 16.1**).

É possível evidenciar um número consideravelmente maior de cortes e lacerações, em grande parte causado pelo contato com a própria prancha e com o solo abaixo da água e outras partes do ambiente. As queimaduras podem ser ocasionadas pelos fatores diversos na prática esportiva como os raios solares, lesões por abrasão e em raros casos, por água-viva (MCARTHUR *et al.*, 2020; STEINMAN *et al.*, 2000).

As entorses e lesões músculoligamentares se dão aos movimentos relacionados à realização de manobras que exigem grandes esforços destes tecidos, como o "*floater*", batida, tubo e manobras aéreas com giros combinados, consideradas de alto risco para fraturas e lesões ligamentares no tornozelo e joelho devido ao mecanismo de rotação do membro inferior. A persistência na realização de alguns movimentos ao longo do tempo possui capacidade lesional, sendo igualmente responsáveis por agravos nesses tecidos e caracterizando um tipo de mecanismo não-traumático. Além disso, as contusões, também muito frequentes, são ocasionadas pelo contato bruto do atleta com a água e/ou pedras, corais e bancos de areia após a queda e acometem mais os membros inferiores.

Já as luxações ocorrem de maneira menos acentuada. Alguns estudos evidenciam pouca ou nenhuma ocorrência, e a explicação se dá devido ao mecanismo protetor da água e da baixa

ou média energia dos mecanismos traumáticos (BASE *et al.*, 2007).

Com isso é possível confirmar a categorização do surfe como sendo um esporte relativamente seguro, o qual a maior parte das lesões não incapacita os praticantes por longos períodos de tempo e pouco necessitam de atendimento médico imediato ou alguns dias/semanas após a ocorrência (MITCHELL *et al.*, 2012; MORAES *et al.*, 2013).

A importância da descrição dos mecanismos de lesão justifica-se pelo fato de só assim ser possível desenvolver metodologias preventivas e de conscientização em relação aos riscos envolvidos no esporte, que por muitas vezes se concentram apenas nos traumas e ignoram aqueles que ultrapassam essa temática, como por exemplo a exposição direta e por períodos de tempo consideravelmente altos à radiação solar, como citado anteriormente neste capítulo. Os malefícios dessa conduta variam de queimaduras ao desenvolvimento de neoplasias de pele, que podem ser evitadas com a utilização correta de protetor solar de fator adequado de proteção, a utilização de roupa de lycra e evitando a prática nos horários de maior exposição ultravioleta. Este último é um dos fatos mais relevantes, pois a maioria das lesões ocorreram em época de primavera/verão, a qual há maior índice de radiação ultravioleta (STEINMAN *et al.*, 2000).

Munir-se com equipamentos de proteção individual pertinentes ao esporte, como por exemplo, roupas de mergulho, botas e luvas, desenvolvidos para manutenção da termorregulação e o *leash*, "cordão" que conecta o surfista à prancha, pode evitar ou pelo menos atenuar o choque que causam as lacerações, cortes e contusões no atleta ou em outros ao redor (MCARTHUR *et al.*,2020). Realizar aquecimento e alongamento antes de começar o treino é outra medida que pode diminuir a incidência de lesões nos músculos e ligamentos. O estudo de Moraes *et al.* (2020), demonstra que de 60 surfistas estudados, 78% realizam alongamento antes da prática do esporte e 32% eram realizados nos membros inferiores, ressaltando a importância dessa medida na diminuição de traumas desse tipo.

Tabela 16.1 Número e tipo das lesões encontradas em membro inferior descrito pelos estudos usados de referência

Trabalhos	Hohn *et al.*	Steinman *et al.*	Base *et al.*	Minghelli *et al*	Morais *et al*	Woodacre *et al*	McArthur *et al.*	**TOTAL (2019)**
Contusões	-	157	6	108	31	-	50	252
Entorse Ligamentar	39	58	29	87	23	16	36	321
Luxações	-	30	-		-	-		
Fraturas	6	22	3	-	0	3	-	34
Lacerações/ Cortes	17	408	16	94	53	20	475	1083
Queimaduras	-	83	3	-	29	-	-	115
Lesão Musculoligamentar	51	144	7	67	16	10	9	304

CONCLUSÃO

Como exposto acima, este capítulo possui informações fundamentais para o entendimento da epidemiologia das lesões em membros inferiores ocorridas no surf, onde as principais lesões que ocorrem nos praticantes dessa modalidade são cortes e lacerações, que podem ocorrer com facilidade devido a exposição do praticante ao ambiente, idade acima de 35 anos, horas praticadas no esporte e tendo a prancha como o principal causador de acidente.

Além disso, evidenciou-se que os tipos de lesões estão relacionados com o tipo de onda e profundidade da água. Mesmo sendo considerado um esporte relativamente seguro, o estudo mostra que com o aumento da popularização do esporte, aumenta também a importância de se conhecer os sítios mais comuns de lesão para que sejam aplicadas práticas de conscientização para proteção, como, equipamentos, roupas de Lycra e a utilização do protetor solar, devido à alta exposição ao sol por longos períodos, a fim de se reduzirem os acidentes e traumas no esporte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASE, L. H. *et al*. Lesões em surfistas profissionais. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 13, p. 251, 2007.

FARÍ, G. *et al*. Epidemiology of injuries in water board sports: trauma versus overuse injury. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.61, p. 707, 2021.

HOHN E. *et al*. Orthopedic Injuries in Professional Surfers: A Retrospective Study at a Single Orthopedic Center. Clinical Journal of Sport Medicine, v. 30, n.4, p. 378, 2020.

MCARTHUR, K. *et al*. Epidemiology of Acute Injuries in Surfing: Type, Location, Mechanism, Severity, and Incidence: A Systematic Review. Journal Sports, v. 8, n. 25, p. 1, 2020.

MINGHELLI, B. *et al*. Injuries in recreational and competitive surfers: a nationwide study in Portugal. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v. 58, n. 12, p. 1831, 2017.

MITCHELL, R et al. The epidemiology of competition and training-based surf sport-related injury in Australia, 2003–2011. Journal of Science and Medicine in Sport, v. 16, p. 18, 2012.

MORAES, G. C. *et al*. Analysis of injuries' prevalence in surfers from Paraná seacoast. Acta Ortopédica Brasileira, v. 21, n.4, p. 213, 2013.

STEINMAN, J. *et al*. Epidemiologia dos acidentes no surfe no Brasil. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 6, n. 1, p. 9, 2000.

WOODACRE, T. *et al*. Aetiology of injuries and the need for protective equipment for surfers in the UK. Int. Journal Care Injured, v. 46, p. 162, 2015.

Capítulo 17

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO NO CONTROLE DA ANSIEDADE E NA PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA

GABRIEL RODRIGUES MIRANDA (1)
MARIA LUÍSA SILVA DE OLIVEIRA PAGANOTTO (1)
GUILHERME AROSI SANTOS (1)
RENAN PERON PEREIRA DIAS (1)
ISABELLA RUELLA DALOY SCHOTT (1)
DÉBORA EMERICK DE FREITAS (1)
DANIEL SILVA CAUMO (1)
MARINA AMORIM DE SOUZA (1)
LAURA ARGÔLO LIMA (1)
MARIA CLARA ARGÔLO LIMA (1)
MARESSA SANTOS ALVES (1)
FILIPE SCHAPER MONTE ALTO (2)

1 Discente do Curso de Medicina da Universidade Vale do Rio Doce;
2 Discente do curso de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora - Campus Governador Valadares.

Palavras-chave:

Exercícios-físicos; Ansiedade; Sedentarismo.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

Diante das mudanças econômicas e sociais inerentes à sociedade pós-industrial, as pessoas passam a sofrer cada vez mais com pressões da vida rotineira, que, consequentemente, tem acarretado diversos transtornos mentais. Dentre eles, tem-se a ansiedade que, pode estar ligada a presença de uma ameaça, sendo o grau de perpepção individual potencializado por fatores genéticos e de aprendizado que se sucedem, gerando sinais e sintomas específicos. (BALEOTTI, 2018).

Nesse contexto, o trabalho visa discorrer acerca da influência dos exercícios físicos nos transtornos mentais, pois busca-se relacionar os benefícios da prática de exercícios físicos com um possível aumento dos níveis de qualidade de vida das populações que sofrem de ansiedade.

Esse tema torna-se relevante, pois, hodiernamente, muito se fala sobre transtornos psicomentais. Assim, a partir de uma breve análise histórica, têm-se que os avanços tecnológicos da era moderna e, por conseguinte, alterações no contexto socioeconômico da sociedade pós-moderna, impactaram diretamente na frequência de transtornos mentais nos indivíduos, devido às pressões sociais cada vez mais presentes na sociedade.

Como citado anteriormente, a ansiedade é um deles, que atinge a população geral nas mais variadas categorias, e, uma possível nova forma de intervenção é o exercício físico, alternativa possível que será discutida neste artigo científico. Nesse sentido, estudos objetivando uma melhor compreensão dos transtornos foram intensificados, uma vez que o número de pessoas que sofrem com ansiedade e depressão tem crescido cada vez mais, configurando-se como uma problemática a ser analisada.

Assim, entende-se o forte elo entre a prática sistemática de atividades físicas com benefícios em parâmetros emocionais. Nessa perspectiva, pode-se associar o conceito holístico de qualidade de vida com a prática de atividades físicas, com o intuito de impactar diretamente em transtornos mentais como a ansiedade.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo central compreender a relação do exercício físico e problemas psicomentais, com enfoque nos transtornos de ansiedade.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa realizada no período de março a julho de 2021, por meio de buscas nas bases de dados: SciELO, ResearchGate e Google Scholar. Foram utilizados os descritores: “exercícios físicos”, “ansiedade”, “transtornos psicomentais”, “sedentarismo”, “qualidade de vida”. Desta busca foram encontrados 183 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: idioma: português e inglês; data de publicação: entre 1999 a 2020; tipo de estudo: revisão; estarem disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados e que após leitura preliminar não abordavam diretamente a proposta estudada.

Após aplicados os critérios de seleção, 10 artigos compuseram a amostra final para o presente estudo, os quais foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos em categorias temáticas abordando: terminologias e contextualização, análise de dados e considerações finais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, para entendimento do estudo realizado, é preciso compreender as terminologias básicas que servirão de alicerce para construção das linhas argumentativas, bem como dos resultados apresentados ao longo do capítulo.

Nesse sentido, a atividade física é considerada como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que resulte em gasto energético maior que os níveis de repouso (BALEOTTI, 2018) ou ainda, uma forma de movimento humano, estruturado, ou terapêutico, produzido por músculos esqueléticos, usualmente se manifestando em jogos ativos, desportos, ginástica, dança e formas de lazer ativo como pedalar, correr, nadar, caminhar, etc. (JUNIOR, 1999). Assim, entendendo as alterações fisiológicas resultantes das práticas das atividades rotineiras supracitadas, (as quais poderíamos acrescentar: prática de esportes como basquete, futebol, tênis, voleibol, handebol, judô, jiu-jitsu, musculação, crossfit, treinamento funcional, entre outros.) há um impacto na regulação de diferentes fatores mentais (TOMÉ & VALENTINI, 2006), mas para isso, faz-se necessária a compreensão de mais algumas terminologias.

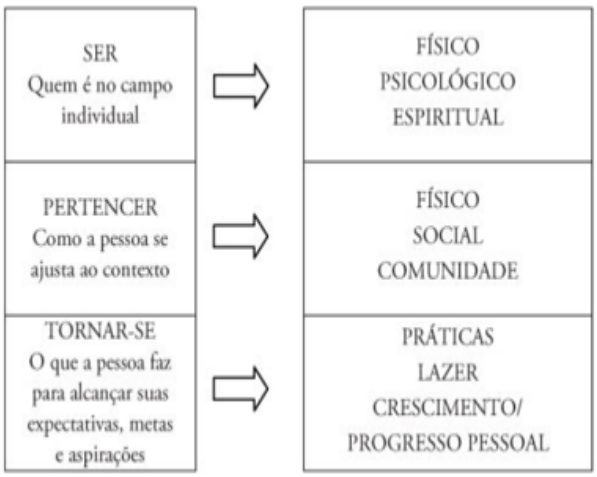
Além do conceito de atividade física, é válido definir também o transtorno mental da ansiedade, utilizado como base para o presente estudo. A ansiedade passou a ser objeto de estudo e interesse da Medicina a partir de finais do século XIX, sendo abordada como uma patologia específica (BALEOTTI, 2018). Esse transtorno é definido como um distúrbio psicológico caracterizado por aflição e angústia devido uma expectativa apreensiva do que está por vir. Nessa perspectiva, a classificação atual de ansiedade reúne as perturbações experimentadas nas classes dos transtornos de ansiedade, de acordo com critérios bem definidos e estabelecidos pela Associação Psiquiátrica americana na 4ª edição do Manual de Diagnóstico e Estatística (DSM-IV) (SILVA *et al.*, 2010). Os transtornos de ansiedade são classificados em: Transtorno de Ansiedade de Separação, Mutismo Seletivo, Fobia Específica, Transtorno da Ansiedade Social, Transtorno de Pânico, Agorafobia, Transtorno de Ansiedade Generalizada, Transtorno de Ansiedade induzido por substância ou medicamento, Transtorno de Ansiedade devido a outra condição médica e outro transtorno de ansiedade especificado (ARAÚJO, MELLO, LEITE, 2007). Assim, percebe-se que o conceito de ansiedade é muito amplo, entretanto, o estudo em questão baseia-se nos achados científicos que relacionam diretamente os fatores biológicos e genéticos nas manifestações da ansiedade que, os quais, podem ser agravados por fenômenos de ordem social.

Ademais, faz-se necessária compreensão de um terceiro conceito fundamental para entendimento do estudo em questão: a qualidade de vida. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), qualidade de vida reflete a percepção dos indivíduos de que suas necessidades estão sendo satisfeitas ou, ainda, que lhes estão sendo negadas oportunidades de alcançar a felicidade e a autorrealização, com independência de seu estado de saúde físico ou das condições sociais e econômicas.

Ou seja, qualidade de vida não está relacionada somente ao âmbito da saúde e das doenças, mas estende-se também ao campo das condições socioeconômicas, interações interpessoais, características culturais e outras percepções da realidade que são intervenientes na qualidade de vida das pessoas. Sendo assim, esses componentes se complementam, englobando o indivíduo de maneira holística (SEIDL,

ZANNON, 2004), conforme expresso na **Figura 17.1**:

Figura 17.1 Qualidade de vida: componentes e subcomponentes essenciais



Fonte: (PEREIRA, TEIXEIRA, SANTOS, 2012).

Além da conceituação dos termos, deve-se entender a relação dos conceitos entre si através de uma contextualização que visa integrar as terminologias.

Desde a Revolução Industrial, a relação dos indivíduos com o trabalho foi fortemente alterada, uma vez que houve a intensificação do trabalho assalariado, transformando o setor econômico, mas também as relações sociais, provocando alterações no estilo de vida da sociedade e dos indivíduos que a compõe. Dessa forma, estudos sociológicos apontam para o fato de que essas mudanças históricas contribuíram para o fenômeno de atomização da sociedade, bem como para a falta de empatia e altruísmo, uma vez que o indivíduo está cada vez mais individualista (PEREIRA, TEIXEIRA, SANTOS, 2012).

Nesse contexto, estudos da área da saúde, mostram a forte relação dos transtornos mentais com a mudança do cenário, uma vez que a sociedade passa a adotar novos comportamentos, rotinas e práticas que por sua vez intensificam patologias específicas. Baleotti e Maria Eulalia (2018) apontaram a concentração dos transtornos da ansiedade em grandes cidades, sugerindo a relação destes, e da depressão com a desigualdade social e com o estresse da urbanização.

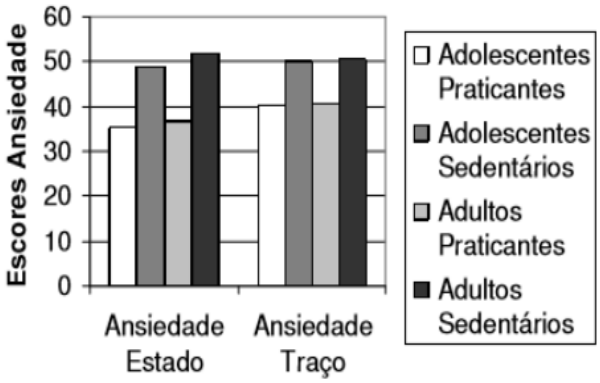
Análise de dados

O presente trabalho tem como hipótese que a atividade física em conjunto com outros métodos terapêuticos possa ser utilizada como recurso viável para o tratamento e prevenção da ansiedade e depressão nas mais diferentes faixas etárias. Dessa forma, o presente estudo buscou reunir evidências para melhor compreender a relação entre transtornos psicobiológicos, a prática de exercício físico e a qualidade de vida.

No trabalho realizado por Tomé e Valentini (2006), indivíduos foram contatados em associações esportivas e recreativas, cujos frequentadores são pessoas ativas ou sedentários, sendo que estas últimas frequentam os clubes para confraternizar com amigos. Uma breve explanação sobre a pesquisa foi propiciada aos frequentadores, e para os que retornaram o termo de consentimento informado, os instrumentos avaliativos foram aplicados individualmente. Na análise dos dados foi utilizada uma análise multivariada, para avaliar possíveis diferenças entre os níveis de ansiedade (estado e traço) demonstrados por indivíduos praticantes de atividade física ou sedentários, adolescentes e adultos.

O **Gráfico 17.1** relata os resultados do estudo em questão, observando-se a discrepância entre o Escore de Ansiedade dos adolescentes e adultos praticantes de exercício físico e os sedentários.

Gráfico 17.1 Resultados da análise de ansiedade realizada por Tomé e Valentini (2006).



Fonte: Tomé e Valentini (2006)

O estudo demonstrou que adolescentes e adultos praticantes de atividade física sistemática são menos ansiosos quando comparados a adolescentes adultos e sedentários. Assim, tem-se que esses dados reforçam o impacto positivo de diferentes atividades físicas na diminuição da ansiedade em diferentes idades.

Neste, e em alguns estudos da ansiedade, encontramos dois conceitos distintos: a ansiedade-estado: referente a um estado emocional transitório, caracterizado por sentimentos subjetivos de tensão e que podem variar em intensidade ao longo do tempo; e a ansiedade traço: a qual se refere a uma disposição pessoal, relativamente estável, a responder com ansiedade a situações estressantes e uma tendência a perceber um maior número de situações como ameaçadoras (GAMA, *et al.*, 2008).

Quanto à população idosa, um trabalho realizado por Cheik e colaboradores (2003), avaliou os índices de depressão e ansiedade através de questionários validados, antes e depois de protocolos, onde os sujeitos da pesquisa foram divididos em Grupo A (controle - indivíduos sedentários) Grupo B (desportista - indivíduos sedentários que passaram a praticar exercícios físicos regularmente) e Grupo C (grupo de lazer - indivíduos que participam de programas de atividade física não sistematizada). No grupo B os sujeitos foram submetidos a exercício físico regular com frequência, duração, volume e intensidade previamente estabelecidos. Utilizou-se como embasamentos os parâmetros fisiológicos de cada indivíduo, tais como: volume de oxigênio máximo e frequência cardíaca alvo. No Grupo C os sujeitos participaram de programa de atividades físicas não sistematizadas, tais como hidroginástica recreativa. Este trabalho mostrou uma diminuição dos escores indicativos para ansiedade e passagem da classificação de levemente deprimidos a não deprimidos no Grupo B, enquanto no Grupo C houve uma tendência de redução nos indicativos de ansiedade e depressão, o que sugere que o exercício físico regular e frequente apresenta maior efetividade, na redução dos escores indicativos para a depressão e ansiedade em idosos, em comparação com atividade física não sistematizada.

CONCLUSÃO

A ansiedade, caracterizando-se como um transtorno psicomental presente na sociedade vigente, pode estar relacionada com a prática de exercícios físicos e sedentarismo. Sabe-se também que a prática sistemática de atividades físicas está relacionada a benefícios em parâmetros emocionais, e que a sua regularidade e constância fortalecem o caráter positivo dos exercícios no âmbito do transtorno de ansiedade dos indivíduos. Nessa perspectiva, o sedentarismo é diretamente proporcional aos níveis de ansiedade na população, ou seja, quanto maior a quantidade de pessoas que sofrem com esse transtorno, maior serão os indicadores que avaliam a falta de atividades físicas de certa sociedade.

Através das evidências reunidas nesse estudo, foi possível concluir que a atividade física

melhora a qualidade de vida das pessoas em diversos aspectos. Como resultado das análises, teve-se que os praticantes de atividade física sistemática apresentam níveis menores de ansiedade-estado e ansiedade-traço, quando comparados a indivíduos sedentários. Assim, pode-se considerar o exercício físico um importante coadjuvante no tratamento terapêutico dos transtornos mentais, visto que apresenta mecanismos neurobiológicos pelos quais o exercício físico promove melhoria dos sintomas, e ainda são promissores em termos de saúde pública.

Dessa forma, em sinergia com outras abordagens terapêuticas já instituídas no tratamento e prevenção da ansiedade e de outros transtornos mentais, a prescrição da atividade física é, teoricamente, sustentável e importante na promoção da qualidade de vida. De maneira que, faz-se necessária adoção de políticas públicas que considerem os fatores de sedentarismo, para a promoção de maior qualidade de vida, ao tratar da saúde de indivíduos que sofrem com a ansiedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, S.R.C de; MELLO, M.T de; LEITE, J.R. Transtornos de ansiedade e exercício físico. Revista Brasileira de Psiquiatria., v. 29, n. 2, p. 164, 2007.

BALEOTTI, M.E. Efeitos da atividade física na ansiedade e depressão: uma revisão bibliográfica. 2018. [Artigo acadêmico]. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP, 2018.

CHEIK, N.C. *et al.* Efeitos do exercício físico e da atividade física na depressão e ansiedade em indivíduos idosos. Revista Brasileira da Ciência e Movimento, v. 11, n.3, p.45, 2003.

GAMA, M.M. A. Ansiedade-traço em estudantes universitários de Aracaju (SE). Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v. 30, n. 1, p. 19, 2008.

JUNIOR, A. G. F. Atividades físicas para idosos: um desafio para a educação gerontológica. Anais do 7º Congresso de Educação Física e Ciências do Esporte dos Países de Língua Portuguesa; 1999 p.26, 1999.

MELLO, M. M de O exercício físico e os aspectos psicobiológicos. Revista Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte, Niterói, v. 11, n. 3, p. 203, 2005.

PEREIRA, E.F; TEIXEIRA, C.S; SANTOS, A dos. Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte, v. 26, n. 2, p. 241, 2012.

SEIDL, E.M.F & ZANNON, C. M L da C. Qualidade de vida e saúde: aspectos conceituais e metodológicos. Cadernos de Saúde Pública, v. 20, n. 2, p. 580, 2004.

SILVA, R. S. de *et al.* Atividade física e qualidade de vida. Ciência e Saúde Coletiva, v. 15, n. 1, p. 115, 2010.

TOMÉ, T. H & VALENTINI, N. C. Benefícios da atividade física sistemática em parâmetros psicológicos do praticante: Um estudo sobre ansiedade e agressividade. Revista da Educação Física/UEM 17:123-130, 2006.

Capítulo 18

ABORDAGEM DE SISTEMAS COMPLEXOS APLICADOS À EDUCAÇÃO FÍSICA

DERICK FRANCISCO SANTANA (1)
LETÍCIA BARBOSA DE CAMPOS (1)
RHUAN PINHEIRO MARQUEZINI (2)
MARCIO LUIS DE LACIO (3)
EMERSON RODRIGUES DUARTE (3)
CARLOS EDUARDO DA COSTA SCHULTZ (1)
VICTOR DE SOUZA RODRIGUES (2)
JONATHAN DIAS TEIXEIRA (1)

7 Graduado em Educação Física pela Faculdade Metodista Granbery;
8 Discente de Educação Física da Faculdade Metodista Granbery;
9 Docente de Educação Física da Faculdade Metodista Granbery.

Palavras-chave:
Complexidade; Reducionismo; Sistemas Dinâmicos.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a abordagem dos sistemas complexos tem ganhado força em diferentes áreas de atuação, seja no treinamento esportivo (BALAGUE *et al.*, 2013), nos esportes de combate (KRABBEN *et al.*, 2019), na saúde (STURMBERG *et al.*, 2019), nas lesões (BITTENCOURT *et al.*, 2016) ou em estudos sobre o comportamento coletivo nos esportes (LÓPEZ-FELIP *et al.*, 2018). Os sistemas complexos são sistemas que evoluem e se modificam ao longo do tempo. Eles são constituídos a partir de um número extremamente grande de subunidades, que interagem de forma não linear e resultam em um comportamento emergente (RICKLES *et al.*, 2007). Apesar do aumento no número de publicações que abordam a temática, fica evidente que os modelos vigentes de produção científica e de aplicação prática permanecem reducionistas.

A abordagem reducionista aceita a visão de que todos os objetos ou sistemas podem ser explicados pela soma de suas partes (MENDIGUCHIA *et al.*, 2012; DAFERMOS, 2014; BALAGUÉ *et al.*, 2017). Como exemplo de aplicação do modelo reducionista, temos o estudo da biologia. Nesta ciência ocorre a dissecação de sistemas biológicos em suas partes constituintes, e estas partes são utilizadas para explicar a base bioquímica de inúmeros processos vivos. Essa linha de pensamento tem como costume analisar um sistema maior dividindo-o em partes e determinando as conexões entre as partes (REGENMORTEL, 2004). No entanto, o pensamento reducionista não se limita apenas às análises de sistemas biológicos. Nesta metodologia a variabilidade individual é ignorada. A análise estatística normativa comumente faz com que os indivíduos pareçam semelhantes nos resultados da avaliação (ROSE *et al.*, 2013).

As recomendações de exercícios pressupõem que a aptidão para a saúde seja redutível às dimensões de resistência e força e que o organismo responde a relações lineares de dose-resposta (BALAGUÉ *et al.*, 2020). Atualmente, os indivíduos não apresentam uma participação ativa na construção dos programas de treinamento, sendo eles considerados apenas como meros executores de uma tarefa (BALAGUÉ *et al.*, 2020).

Porém, com o avanço das pesquisas científicas, alguns estudos vêm falseando inúmeras relações lineares propostas pelo modelo reducionista, e isso têm expandindo a visão sobre questões como dor e dano tecidual (CANEIRO *et al.*, 2020), visualização das lesões esportivas (POL *et al.*, 2019), estabilidade escapular (MCQUADE *et al.*, 2016), ações motoras e variabilidade do movimento (ORTH *et al.*, 2017) e adaptação psicobiológica induzida pelo exercício (HRISTOVSKI *et al.*, 2010). A literatura atual apresenta que essas relações lineares, tidas como verdadeiras, podem não condizer com a realidade complexa do organismo humano. As lesões, por exemplo, são tidas como propriedades emergentes de interações complexas e não lineares (BITTENCOURT *et al.*, 2016), a dor compreendida como um fenômeno multidimensional (CHIMENTI *et al.*, 2018) e as adaptações psicobiológicas no exercício, entendidas como dinâmicas, não lineares, auto-organizadas e dependentes do contexto (HRISTOVSKI *et al.*, 2010). Fica evidente que para mudança deve-se melhorar a compreensão dos fenômenos (POL & BALAGUÉ, 2021).

Na Educação Física a abordagem reducionista ainda é muito empregada e, obviamente, não considera o corpo como um sistema complexo. Isso acaba gerando a ideia de que as

valências físicas podem ser treinadas de maneira autônoma, ocasionando uma divisão dessas valências (força, velocidade, resistência, coordenação, flexibilidade) e assumindo que elas ocorrem de forma independente umas das outras (BALAGUÉ *et al.*, 2020b; VAN HOOREN & DE STE CROIX, 2020).

Pouco se fala em abordagens de sistemas complexos e como isso poderia se aplicar na prática dos profissionais de Educação Física. Logo, o objetivo do presente estudo foi apresentar a abordagem de sistemas complexos e propor uma quebra de paradigma na Educação Física e ainda discutir algumas perspectivas de aplicações práticas no controle motor e no treinamento utilizando essa linha de pensamento.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa, executada a partir da busca de artigos científicos publicados nas bases de dados PubMed, MEDLINE e LILACS, sem delimitação de data. Realizou-se duas buscas distintas na construção da revisão. Para a primeira busca foram utilizadas as palavras chave: *Complex Systems Approch*, *Sports*, *Dynamic Systems Theory*, *Reductionism*, *Complexity e Ecological Dynamics*. Como operador booleano foi utilizado o *AND*. Foram localizados 1638 artigos, como critério de exclusão foi adotado a retirada de artigos que não estivessem relacionados à sistemas complexos, reducionismo, dinâmica ecológica e sistemas dinâmicos.

A partir dos estudos selecionados, uma segunda busca foi realizada, de maneira manual pelos autores/estudos referência no assunto. Esses artigos foram selecionados de maneira independente, utilizando o conhecimento prévio do revisor com a temática. A pesquisa foi executada no período de janeiro de 2021 a maio de 2021. No total foram selecionados 50 artigos científicos para a constituição da revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Reducionismo

A abordagem reducionista tradicional foi, e ainda é, muito empregada para a pesquisa de sistemas fisiológicos. No entanto essa abordagem se mostra falha para apresentar um entendimento extensivo dos sistemas biológicos, tanto na compressão da estrutura quanto em todas as interações que ocorrem no sistema (BALAGUÉ *et al.*, 2020b). O modelo reducionista opta por explicações causais onde, em diversos casos, um único fator é atribuído para explicar fenômenos (REGENMORTEL, 2004) como, por exemplo, relações de causa e efeito entre um teste de pré-temporada e uma lesão esportiva (MENDIGUCHIA *et al.*, 2012; STERN *et al.*, 2020; FONSECA *et al.*, 2020). O modelo reducionista é influenciado pela compreensão de que qualquer fenômeno pode ser explicado pela soma de suas partes. Essa abordagem, em associação às ferramentas e técnicas comumente aplicadas às pesquisas cientificas, nos oferece apenas uma ilusão de uma abordagem integrada, uma vez que o reducionismo agrupa essas diversas informações construindo uma relação dualística de causa-efeito (MENDIGUCHIA *et al.*, 2012; BALAGUÉ *et al.*, 2017). O reducionismo visualiza o corpo humano como um sistema linear, e os sistemas lineares são proporcionais na relação estímulo-resposta. Logo, para uma pequena mudança, um pequeno estímulo é necessário e para uma grande mudança, um grande estímulo é necessário (HRISTOVSKI *et al.*, 2012).

O reducionismo também é encontrado no entendimento do movimento. Tal ótica não compreende o funcionamento do sistema como um todo, podendo resultar em uma suposição distorcida e distante da realidade do movimento

em contexto real e de como as partes atuam em cooperação para criar um movimento (QUATMAN *et al.*, 2009). Isso também ocorre no treinamento. Através da abordagem reducionista, as habilidades motoras podem ser treinadas de forma independente, ocasionando em períodos de treinamento específicos para a flexibilidade, força, velocidade e coordenação. Uma simplificação como essa, deixa subentendido que a velocidade máxima de corrida pode ser aumentada independentemente da coordenação ou força, o que pode levar a conclusão de que os sistemas envolvidos na coordenação diferem dos sistemas envolvidos na velocidade ou força, resultando em períodos separados para treinar essas habilidades (VAN HOOREN & DE STE CROIX, 2020).

Natureza dos sistemas complexos

Em oposição às ideias reducionistas, temos a abordagem dos sistemas complexos. Um sistema é entendido como um conjunto de elementos interagindo entre si (HIGGINS, 2003). A teoria dos sistemas complexos surgiu durante a segunda metade do século XIX, à proporção que físicos, matemáticos, químicos e outros estudiosos buscavam modelos que melhor explicassem e descrevessem o comportamento dos fenômenos de estudo. A célula humana, organismos multicelulares, sistemas econômicos, sistemas intrincados de engenharia e a *web* são entendidos como sistemas complexos. A ciência de sistemas complexos os conceitua como sistemas constituintes de muitos componentes, os quais podem ser classificados como físicos, biológicos ou sociais, sendo sua complexidade dependente da escala de análise (STURMBERG *et al.*, 2014; MA'AYAN, 2017; SIEGENFELD & BAR-YAM, 2020).

Para melhor compreensão deste sistema é fundamental a compreensão de algumas características universais presentes nos sistemas complexos. Estas características são apresentadas no **Quadro 18.1.**

A célula humana, como citado anteriormente, é um exemplo de sistema complexo. Elas são constituídas de inúmeros tipos de componentes com muitas cópias dos mesmos, todos trabalhando juntos em interação (MA'AYAN, 2017). Os sistemas vivos também podem ser entendidos como sistemas complexos. Os mesmos possuem extrema complexidade, tendo propriedades emergentes que não podem ser explicadas ou previstas apenas estudando suas partes individuais (REGENMORTEL, 2004).

Nesse sentido, seu comportamento não pode ser explicado pelo comportamento de partes do próprio sistema. Muito pelo contrário. Por emergirem de uma variedade de interações, essa explicação torna-se impossibilitada (STURMBERG *et al.*, 2014).

Os sistemas complexos podem ser compreendidos como sistemas que evoluem e se modificam ao longo do tempo. Esses sistemas se constituem a partir de um número extremamente grande de subunidades. Tais subunidades interagem, mútua e repetidamente, resultando em um comportamento emergente rico e coletivo, alimentando então, o comportamento das partes individuais (RICKLES *et al.*, 2007). Esses sistemas interagem de forma não linear e sem a necessidade de qualquer influência de supervisão interna ou externa (um controlador). Seus componentes influenciam outros componentes, e reciprocamente também são influenciados por eles (HRISTOVSKI *et al.*, 2012).

Quadro 18.1 Características de um sistema complexo

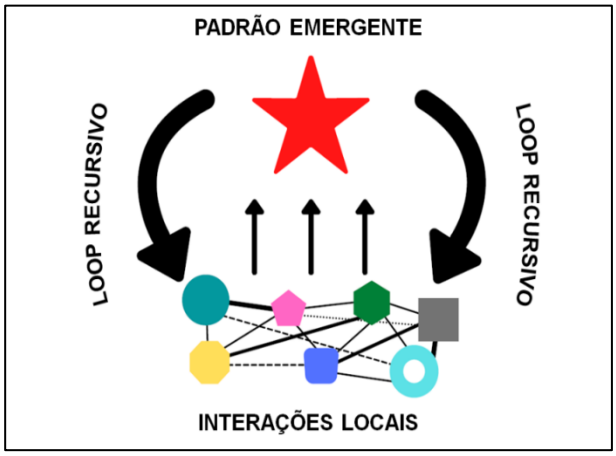
NÃO LINEARIDADE INERENTE	Um sistema que exibe uma não linearidade inerente é aquele para o qual as entradas não são proporcionais às saídas. Um pequeno estímulo pode não ocasionar uma pequena resposta, assim como um grande estímulo pode não resultar em uma grande resposta. Uma pequena (ou grande) modificação em algum componente do sistema ou um conjunto de componentes não resultará necessariamente em uma pequena (ou grande) mudança no sistema (RICKLES *et al.*, 2007). A não linearidade é capaz de desencadear mudanças inesperadas e excessivas do sistema e é sensível às condições iniciais (STURMBERG *et al.*, 2014).
SISTEMA ABERTO	Sistemas vivos são sistemas em constante interação com o meio ambiente, trocando material, energia e informações (STURMBERG *et al.*, 2014). Um sistema aberto é aquele que tende a estar *fora de equilíbrio*. Isso significa que o sistema nunca se instala em um estado estável de comportamento (RICKLES *et al.*, 2007).
AUTO-ORGANIZAÇÃO	A auto-organização é um processo no qual alguma forma de ordem ou coordenação global emerge em um sistema a partir de interações locais entre os componentes, sem a necessidade de interferência específica de fontes externas ou instruções internas (STURMBERG *et al.*, 2014; FONSECA *et al.*, 2020).
INCERTEZA	Sistemas complexos apresentam uma incerteza inerente graças às relações não lineares do sistema e seu comportamento emergente. O comportamento de qualquer sistema complexo é, fundamentalmente, imprevisível ao longo do tempo (PLSEK & GREENHALGH, 2001).
***LOOP* RECURSIVO**	O conceito de *loop* recursivo tem como pressuposto a ideia de que a saída de algum processo dentro do sistema é "reciclada" e se torna uma nova entrada para o sistema. O *feedback* pode ser dividido em positivo ou negativo. O *feedback* negativo atua revertendo a direção da mudança de alguma variável. Já o *feedback* positivo atua no aumento da taxa de mudança da variável em uma determinada direção (RICKLES *et al.*, 2007).
EMERGÊNCIA	Emergência é entendida como a maneira pela qual sistemas complexos surgem (ou emergem) de uma variedade de interações relativamente simples (STURMBERG *et al.*, 2014). Esses padrões emergentes possuem propriedades diferentes das propriedades dos elementos individuais (FONSECA *et al.*, 2020). Sendo assim, seu comportamento não pode ser previsto simplesmente analisando a estrutura dos seus elementos básicos (REGENMORTEL, 2004).

Fonte: Plsek & Greenhalgh, 2001; Regenmortel, 2004; Rickles *et al.*, 2007; Sturmberg *et al.*, 2014; Fonseca *et al.*, 2020.

Diferentemente de outros sistemas (sistema simples e sistema complicado) o sistema complexo tem um comportamento peculiar e completamente distinto. Em um sistema simples, ao conhecer os elementos que constituem o sistema e as regras que os regem, pode-se prever com precisão o comportamento do sistema (HIGGINS, 2003). No sistema complicado, por sua vez, podemos observar algumas interações simples onde muitos elementos vão produzir o resultado. No entanto, sua essência continua sendo a soma das partes. Já em um sistema complexo, ocorrem interações complexas e não lineares entre um número muito grande de elementos, e essas interações produzem um resultado completamente diferente das partes. Portanto, não se pode prever seu resultado através de seus elementos básicos (FONSECA

et al., 2020). Para exemplificar, a **Figura 18.1** ilustra um sistema complexo. A estrela representa o resultado emergente das interações locais. O padrão emergente também afeta o comportamento dos elementos locais em interações. O padrão emergente não pode ser previsto pelos seus elementos em interações.

Figura 18.1 Exemplo de um sistema complexo



Fonte: Adaptado de Bittencourt *et al.*, 2016; Fonseca *et al.*, 2020.

A ciência dos sistemas complexos é utilizada para estudar o comportamento de diversos componentes em múltiplas áreas de conhecimento, como lesões esportivas (BITTENCOURT *et al.*, 2016), psicoterapia (HAYES & ANDREWS, 2020), desempenho esportivo (BALAGUÉ *et al.*, 2013), atenção à saúde (PLSEK & GREENHALGH, 2001) e até em perspectivas multidisciplinares através da conectividade (TURNBULL *et al.*, 2018). Diferentes áreas da pesquisa científica, como ciência da computação, sociologia, matemática, física, economia e biologia gradualmente estão percebendo a importância dos princípios teóricos dos sistemas complexos (MA'AYAN, 2017).

Apesar dos modelos lineares aplicados ao corpo humano terem auxiliado na melhora de nossa compreensão a respeito do seu funcionamento, na maioria dos casos esses modelos não têm a capacidade explicativa quando aplicados a um sistema complexo (HIGGINS, 2003). Sistemas complexos são dinâmicos e possuem uma não linearidade inerente. A imprevisibilidade está sempre presente nesses sistemas. Eles apresentam *loops* de *feedback*, além de exibirem auto-organização. Tudo isso deixa evidente que o todo é mais do que a soma de suas partes (PLSEK & GREENHALGH, 2001; RICKLES *et al.*, 2007).

Portanto, fica clara a diferença entre as abordagens tradicionais e a abordagem dos sistemas complexos. A **Tabela 18.1** traz uma comparação entre estas duas abordagens.

Tabela 18.1 Diferenças entre a abordagem tradicional de treinamento e a abordagem dos sistemas complexos

ABORDAGEM	TREINAMENTO (TRADICIONAL)	SISTEMAS COMPLEXOS
MÉTODO CIENTÍFICO	Reducionismo, teoria do controle cibernético	Teoria dos sistemas dinâmicos/complexos
CONCEPÇÃO DA FISIOLOGIA	Fisiologia do exercício	Redes dinâmicas de fisiologia do exercício
RELAÇÕES ENTRE COMPONENTES	Relações lineares de causa-efeito, dose-resposta	Interações dinâmicas e não lineares
MECANISMOS DE INTEGRAÇÃO	*Loops* de controle	Causalidade circular (*loop* recursivo)

ORGANIZAÇÃO	Projetado externamente	Auto-organizado
PROPRIEDADES ADAPTATIVAS	Homeostase	Homeodinâmica, reorganização sinérgica, degenerescência, pleiotropia
CONTROLE	Programas internos / externos	Sinergias espontâneas
CONTROLE MOTOR	Teorias hierárquicas unidirecionais	Teoria dos sistemas dinâmicos
DINÂMICA	Componente dominante	Interação dominante
CONCEPÇÃO DE ATLETAS / EQUIPES	Máquinas	Sistemas adaptativos complexos
INDIVÍDUO	Executores	*Co-designers* do processo
PAPEL DO TREINADOR	Prescritores, soluções de prescrição (*Prescribing solutions*)	Codescobrindo com o indivíduo
CONCEPÇÃO DE ESPORTE	Entidade estática	Entidade dinâmica
METODOLOGIA DE TREINAMENTO	Baseado em receitas prontas	Orientado para a autorregulação
OBJETIVO DE TREINAMENTO (DESENVOLVIMENTO)	Maximizando atributos de desempenho (aeróbio e força)	Diversidade de satisfação / potencial de imprevisibilidade / diversidade funcional
CONDICIONAMENTO, AQUISIÇÃO DE HABILIDADES, TREINAMENTO DE HABILIDADES MOTORAS	Baseado em receitas prontas	Com base na dependência aninhada e causalidade circular de restrições
PROGRAMAS DE TREINAMENTO	Programas fixos, pré-definido (receitas universais)	Critérios metodológicos contextualmente sensíveis (personalizado no espaço e no tempo)
PERIODIZAÇÃO DE TREINAMENTO	Pré-programada, fixa, descontextualizada	Co-adaptada, sensível ao contexto
PLANO DE TREINAMENTO DE CURTO PRAZO	Com base em soluções de desempenho estereotipadas e modelos de movimento	Com base na exploração de contextos de desempenho representativos
UNIDADE DE TREINAMENTO	Artistas e seus componentes/jogadores (esportes coletivos)	Equipe do sistema organismo-ambiente (esportes coletivos)
CRITÉRIOS DE EXERCÍCIOS DE TREINAMENTO	Certo/errado	Contextual
CLASSIFICAÇÃO DAS TAREFAS DE TREINAMENTO	Não representativas (por meio da decomposição da tarefa)	Alto nível de representatividade (por meio da simplificação da tarefa)
TAREFAS DE TREINAMENTO	Exercícios aeróbicos e de força impostos	Contextualmente significativo (motivador e codificado)
TIPO DE EXERCÍCIOS	Repetições	Variações
AVALIAÇÃO	Fragmentada, testes cardiopulmonares e de força	Holística, testes de conectividade
MONITORAMENTO	Dispositivos predominantemente objetivos e externos	Consciência predominantemente subjetiva e somática
DOSIFICAÇÃO DE TREINAMENTO E DESCANSO	Volume e intensidade progressiva	Requisitos de equilíbrio e capacidades internas imediatas

Controle motor por perspectivas não lineares

Estudos sobre controle motor não são recentes. Há quase 100 anos o pesquisador soviético, Nikolai Aleksandrovich Bernstein, já realizava estudos nessa área (MEIJER & BONGAARDT, 1998). Contudo, nos últimos anos, houve um aumento exponencial no número de trabalhos. A partir da década de 80, baseando-se na teoria da complexidade e teoria dos sistemas dinâmicos, diversos trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de compreender a coordenação do movimento humano (KUGLER *et al.*, 1980).

A teoria dos sistemas dinâmicos é um conjunto de equações matemáticas que descrevem como um sistema evolui ao longo do tempo. Engloba várias outras teorias e princípios e tem como objetivo descrever como um sistema organizado por múltiplas partes interconectadas funciona e se altera ao longo do tempo (LUNKENHEIMER, 2018). Se observarmos o movimento humano pela ótica dos sistemas dinâmicos, veremos que o sistema de movimento humano é uma rede altamente intrincada de subsistemas codependentes que são constituídos por um exuberante número de elementos que interagem entre si (GLAZIER *et al.*, 2003). Indo de encontro às aspirações impostas pelo reducionismo, onde os sistemas podem ser explicados pela soma de suas partes (MENDIGUCHIA *et al.*, 2012; DAFERMOS, 2014; BALAGUÉ *et al.*, 2017), o modo de unificação da teoria dos sistemas dinâmicos luta para explicar os fenômenos por intermédio de princípios dinâmicos comuns, que se assemelham com os princípios da complexidade (BALAGUÉ *et al.*, 2017).

A teoria dos sistemas dinâmicos, quando aplicada à coordenação e ao controle do movimento, argumenta que os padrões desenvolvidos são propriedades emergentes de interações das restrições dentro e entre os elementos do sistema (HOLT *et al.*, 2010). Esses sistemas operam e mudam dentro de um contexto ambiental mais amplo. Traçando um paralelo com um sistema linear baseado em regras pré-estabelecidas, seria necessário um número infinito de regras específicas para o sistema linear se adaptar a um ambiente caótico e tornar possível a flexibilidade adaptativa do sistema (HRISTOVSKI *et al.*, 2012).

A ciência do treinamento, juntamente com o desempenho esportivo, tem sofrido grande influência da concepção mecânica dos seres humanos, onde a estrutura de conceituação vigente é baseada em uma visão cartesiana. Essa visão idealiza o organismo como uma máquina dividida em partes, sendo o desempenho entendido como a soma de diferentes qualidades (TORRENTS & BALAGUÉ, 2006).

No entanto, estruturas biológicas são complexas e entendidas como multifuncionais, sendo capazes de utilizar o mesmo conjunto de componentes anatômicos para funções distintas (KELSO, 1995). Aplicando o conceito de sistemas dinâmicos, a análise do movimento é completamente diferente de uma análise de movimento "clássica". Em uma análise “clássica” comparamos o indivíduo a um modelo normativo e padronizado com um movimento ideal (VENNER *et al.*, 2019). No entanto, na visão dos sistemas dinâmicos, o sistema de movimento humano possui uma variabilidade inerente, que é vista como funcional e, por consequência, torna possível a adaptabilidade dos indivíduos em inúmeras situações de desempenho (DAVIDS *et al.*, 2003).

Uma possível explicação para o porquê de os atletas detentores de grande habilidade serem capazes de persistir e modificar seu rendimento de movimento durante a prática do desporto,

seria a relação existente entre estabilidade e variabilidade. A variabilidade, no comportamento motor, oportuniza os indivíduos a explorarem as tarefas e as restrições ambientais, visando adquirir soluções de movimento mais estáveis, além de serem importantes para o desenvolvimento do aprendizado motor (GLAZIER *et al.*, 2003). Deve-se levar em consideração que certas soluções de movimento podem ser "ideais" em contextos específicos. No entanto, é preciso cautela para não comparar movimentos "ideais" sob determinado contexto, como soluções ideais de movimento a serem aplicadas em todos os contextos (GUCCIONE *et al.*, 2019).

Apesar de não existir um padrão de movimento "ideal" que seja o mesmo para todos os indivíduos, é plausível que certos componentes dos movimentos, denominados atratores, estejam de acordo com todos. Um atrator nada mais é que um componente robusto e eficiente do movimento. Um componente estável e resistente a perturbações que demanda baixo custo energético (VAN HOOREN *et al.*, 2017). Trazendo como exemplo a locomoção humana, podemos concebê-la como comportamento de um sistema dinâmico, exibindo atratores que servem a propósitos diferentes, como otimização da eficiência energética e mecânica, minimizando a carga mecânica, manutenção da estabilidade e aumentando a robustez do movimento frente a perturbações internas e externas (VAN HOOREN *et al.*, 2019). Porém, para o movimento ser adaptável às diversas demandas da vida, partes variáveis devem existir. Elas são chamadas de flutuações. As flutuações são componentes variáveis de um movimento para possibilitar a adaptabilidade aos diversos contextos em que o sistema de movimento é exposto (VAN HOOREN *et al.*, 2017).

Caso um movimento fosse constituído apenas de atratores, não poderia se adaptar de forma efetiva a novos contextos. No entanto, caso um movimento se constituísse apenas por flutuações, seria muito ineficiente e impossível de ser controlado (VAN HOOREN *et al.*, 2017). Por questões evolutivas, é preferível um atrator geralmente aplicável e funcional em diversos contextos, a um atrator que é funcional apenas ocasionalmente em contexto único.

Nesse sentido, os atratores que proporcionam um aumento no desempenho são aplicáveis em uma ampla gama de contextos sendo observáveis em diversos movimentos (VENNER *et al.*, 2019). Os atratores podem ser encontrados em várias escalas de análise, onde os mesmos podem ser visualizados na escala muscular, na cooperação de músculos e em padrões completos de movimento (VENNER *et al.*, 2019b). Em movimentos de alta velocidade menos soluções motoras estão disponíveis, advindas de diversas influências limitantes que podem residir nas tarefas realizadas, nos fatores ambientais ou no próprio indivíduo. Nesse contexto, ter atratores robustos se faz de extrema importância para a estabilidade do movimento (VAN HOOREN *et al.*, 2017).

Perspectivas de aplicação da complexidade na educação física

A maneira de pensar dos profissionais que lidam com o exercício foi moldada por uma prática reducionista na pesquisa científica, sendo que para entender qualquer fenômeno fisiológico, o reducionismo o fragmenta em partes cada vez menores. Temos como exemplo, a fragmentação do *fitness* em dimensões de resistência, força, velocidade e subdimensões, como, força máxima e força explosiva, além do isolamento de grupos musculares (BALAGUÉ *et al.*, 2020b).

No entanto, o comportamento humano é extremamente variável. Ele muda sistematicamente ao longo do tempo e flutua a cada momento, dependendo do contexto imediato (ROSE *et al.*, 2013). Nosso corpo é extremamente complexo e possui características tão abundantes que deixam essas relações lineares sem sentido algum. Nosso sistema possui uma característica denominada degenerescência, que é a capacidade de alcançarem os mesmos resultados utilizando diferentes componentes do corpo de forma funcional e eficiente (SEIFERT *et al.*, 2016).

Trazendo o olhar para a atual participação dos indivíduos nos programas de exercícios, vemos que eles não apresentam uma participação ativa na construção dos programas, na grande maioria são considerados apenas como meros executores de exercício (BALAGUÉ *et al.*, 2020). Entretanto, o avanço da ciência se dá não apenas pela mudança das teorias, mas também pela modificação da maneira como pensamos e formulamos as perguntas mediante aos problemas e fenômenos que se encontram a nosso redor (BALAGUÉ *et al.*, 2019). Com base na abordagem de sistemas complexos, é proposta uma nova compreensão dos fenômenos presentes na atuação do profissional de Educação Física.

Por não existirem restrições individuais e ambientais idênticas, além de uma maneira universal de se desenvolver fisicamente, os profissionais do movimento têm de elaborar programas de exercícios personalizados (ALMARCHA *et al.*, 2021). Nesse sentido, como existem inúmeras formas de promover o desenvolvimento do físico, as atividades devem ser significativas para que o indivíduo se mantenha aderido a elas, assim como a periodização e as cargas de trabalho devem ser coadaptadas ao praticante, levando em consideração seu contexto (BALAGUÉ *et al.*, 2020). A periodização baseada na autorregulação e automonitoramento garante práticas saudáveis e seguras (ALMARCHA *et al.*, 2021).

O principal objetivo dentro do programa de exercícios deve ser ganhar diversidade através do desenvolvimento de sinergias, onde os mais aptos não são necessariamente os mais fortes ou os mais rápidos, mas sim os mais diversos (POL *et al.*, 2020). Portanto, o desenvolvimento da diversidade é construído através da criação de sinergias advindas da manipulação de restrições. A formulação dos exercícios deve buscar desenvolver a diversidade individual. Nesse sentido, "sinergizar" ao em vez de treinar, define uma melhor compreensão do processo (BALAGUÉ *et al.*, 2020; POL *et al.*, 2020).

As ações esportivas são propriedades emergentes de interações entre indivíduo, tarefa e ambiente. Dessa forma, o objetivo do treinador deve ser treinar os indivíduos para se adaptarem a contextos imprevisíveis (BALAGUE *et al*. 2013). O papel dos treinadores, então, torna-se mais importante do que nunca, evoluindo de um instrutor com soluções de prescrição absoluta sobre todo o processo para um *co-discovering* com o indivíduo integrado a todos os processos do treinamento (POL *et al.*, 2020; WOODS *et al.*, 2020). O treinamento deve conter o aumento do potencial de imprevisibilidade através da formação de novas sinergias. Os indivíduos devem possuir um potencial suficiente de diversidade para atuarem em seu contexto, não sofrendo diminuição da sua capacidade adaptativa quando restrito pelo ambiente (POL *et al.*, 2020).

Ao visualizar os indivíduos como *co-designers*, suas necessidades são colocadas no centro do processo de desenvolvimento e preparação para o desempenho. Assim, o treinador e o atleta trabalham juntos para co-projetar recursos essenciais para o treinamento. Dessa

forma, evidenciando uma mudança filosófica em como um praticante de esportes percebe seu papel na preparação para o desempenho, vendo-se como *designer* do ambiente de aprendizagem, em vez de reprodutor de soluções de movimento pré-programadas tidas como "ideais" (WOODS *et al.*, 2020). Com isso, visando à construção do programa de treino, deve-se trabalhar de maneira holística evitando a fragmentação do treinamento. As tarefas devem ser representativas e deve-se desenvolver o potencial de diversidade de múltiplas maneiras (POL *et al.*, 2020).

CONCLUSÃO

O reducionismo é a linha de pensamento dominante na Educação Física, onde a linearidade e a causalidade se encontram presentes nas narrativas de diversos fenômenos. Contrapondo essa ideia temos a abordagem de sistemas complexos, que são sistemas em constante evolução e que se modificam ao longo do tempo, interagindo de forma não linear e resultam em um comportamento emergente, onde a linearidade e causalidade, entidades quase inseparáveis do reducionismo, são substituídas pela não linearidade, auto-organização, incerteza e emergência.

Essa mudança de paradigma impacta diretamente na visualização do controle motor e principalmente no comportamento do profissional de Educação Física frente ao exercício. Nesta visão o indivíduo deixa de ser visualizado como mero executante e passa a ser enxergado como *co-designer* do processo. Modificando toda a forma de visualização do corpo, periodização de treinamento, organização de tarefas, objetivo do treinamento e avaliação, que passam a ser visualizados de maneira dinâmica, não linear e dependente do contexto. Portanto, ao pautar-se na abordagem dos sistemas complexos, o paradigma de atuação do profissional de Educação Física é drasticamente modificado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMARCHA, M.C. *et al*. Healthy Teleworking: Towards Personalized Exercise Recommendations. Sustainability, v.13, p. 3192, 2021.

BALAGUÉ, N. *et al*. Network Physiology of Exercise: Vision and Perspectives. Frontiers in Physiology, v. 11, p. 1607, 2020b.

BALAGUÉ, N. *et al*. Overview of complex systems in sport. Journal of Systems Science and Complexity, v. 26, p. 13, 2013.

BALAGUÉ, N. *et al*. Science or pseudoscience of physical activity and sport? Apunts. Educacion Fisica y Deportes, v. 2, p. 136, 2019.

BALAGUÉ, N. *et al*. Sport science integration: An evolutionary synthesis. European Journal of Sport Science, v. 17, p. 62, 2017.

BALAGUÉ, N. *et al*. Updating Exercise Prescription in Health and Disease. Research in Physical Education, Sport and Health, v. 9, p. 6, 2020.

BITTENCOURT, N. *et al*. Complex systems approach for sports injuries: Moving from risk factor identification to injury pattern recognition - Narrative review and new concept. British Journal of Sports Medicine, v. 50, p. 1314, 2016.

CANEIRO, J.P. *et al*. There is more to pain than tissue damage: eight principles to guide care of acute non-traumatic pain in sport. British Journal of Sports Medicine, v. 55, p. 77, 2021.

CHIMENTI, R. *et al*. A mechanism-based approach to physical therapist management of pain. Physical Therapy, v. 98, p. 314, 2018.

DAFERMOS, M. Reductionism. In: Teo, T. editor. Encyclopedia of Critical Psychology. New York: Springer-Verlag; 2014. p. 1651, 2014.

DAVIDS, K. *et al*. Movement systems as dynamical systems: The functional role of variability and its implications for sports medicine. Sports Medicine, v. 33, p. 260, 2003.

FONSECA, S. *et al*. Sports Injury Forecasting and Complexity: A Synergetic Approach. Sports Medicine. Springer, v. 50, p. 1770, 2020.

GLAZIER, P. *et al*. Dynamical systems theory: a Relevant Framework for Performance-Oriented Sports Biomechanics Research. Sportscience, v. 7, p. sportsci.org/jour/03/psg.htm, 2003.

GUCCIONE, A. *et al*. Optimization of Movement: A Dynamical Systems Approach to Movement Systems as Emergent Phenomena. Physical Therapy, v. 99, p. 9, 2019.

HAYES, A & ANDREWS, L. A complex systems approach to the study of change in psychotherapy. BMC Medicine, v. 18, p. 197, 2020.

HIGGINS, J. Nonlinear systems in medicine. The Yale journal of biology and medicine, v. 75, p. 260, 2002.

HOLT, K. *et al*. A Dynamic Systems: constraints approach to rehabilitation. Brazilian Journal of Physical Therapy, v. 14, p. 463, 2010.

HRISTOVSKI, R. *et al*. Constraints-controlled metastable dynamics of exercise-induced psychobiological adaptation. Medicina, v. 46, p. 453, 2010.

HRISTOVSKI, R. *et al*. Linear and nonlinear complex systems approach to sports. Explanatory differences and applications. Research in Physical Education, Sport and Health, v. 1, p. 31, 2012.

KELSO, S. editor. Dynamic patterns. The self-organization of brain and behavior. Cambridge: The MIT Press; 1995.

KRABBEN, K. *et al*. Combat as an Interpersonal Synergy: An Ecological Dynamics Approach to Combat Sports. Sports Medicine, v. 49, p. 1836, 2019.

KUGLER, P. *et al*. 1 On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. Theoretical lines of convergence. Advances in Psychology, v. 1, p. 47, 1980.

LÓPEZ-FELIP, M. *et al*. A cluster phase analysis for collective behavior in team sports. Human Movement Science, v. 59, p. 111, 2018.

LUNKENHEIMER, E. Dynamic Systems Theory. In: Bornstein MH, editor. The SAGE Encyclopedia of Lifespan Human Development. Thousand Oaks: SAGE Publications; p. 679-680, 2018.

MA'AYAN, A. Complex systems biology. Journal of the Royal Society Interface, v. 14, p. 20170391, 2017.

MCQUADE, K. *et al*. Critical and theoretical perspective on scapular stabilization: What does it really mean, and are we on the right track? Physical Therapy, v. 96, p. 1169, 2016.

MEIJER, O.G & BONGAARDT, R. Bernstein's last paper: the immediate tasks of neurophysiology in the light of the modern theory of biological activity. Motor control, v. *2*, p. 9, 1998.

MENDIGUCHIA, J. *et al*. Hamstring strain injuries: Are we heading in the right direction? British Journal of Sports Medicine, v. 46, p. 85, 2012.

ORTH, D. et al. Creative motor actions as emerging from movement variability. Frontiers in Psychology, v. 8, p. 1903, 2017.

PLSEK, P & GREENHALGH, T. The challenge of complexity in health care. British Medical Journal, v. 323, p. 628, 2001.

POL, R & BALAGUÉ, N. Always think before computing. In: Ric, A, Robertson, S, Sumpter, D, editor. Football Analytics. The role of context in transferring analytics to the pitch. Barcelona: Barça innovation hub. p. 18-2, 2021.

POL, R. *et al*. From microscopic to macroscopic sports injuries. Applying the complex dynamic systems approach to sports medicine: a narrative review. British Journal of Sports Medicine, v. 53, p. 1220, 2019.

POL, R. *et al.* Training or Synergizing? Complex Systems Principles Change the Understanding of Sport Processes. Sports Medicine – Open, v. 6, p. 28, 2020.

QUATMAN, C. *et al*. Prediction and prevention of musculoskeletal injury: a paradigm shift in methodology. British journal of sports medicine, v. 43, p. 1107, 2009.

REGENMORTEL, M. Reductionism and complexity in molecular biology. EMBO Reports, v. 5, p. 1020, 2004.

RICKLES, D. *et al*. A simple guide to chaos and complexity. Journal of Epidemiology and Community Health, v. 61, p. 937, 2007.

ROSE, T. *et al*. The science of the individual. Mind, Brain, and Education, v. 7, p. 158, 2013.

SEIFERT, L. *et al.* Neurobiological degeneracy: A key property for functional adaptations of perception and action to constraints. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, v. 69, p. 165, 2016.

SIEGENFELD, A & BAR-YAM, Y. An Introduction to Complex Systems Science and Its Applications. Complexity. Hindawi Limited**,** v. 2020, p.16, 2020.

STERN, B. *et al*. Injury prediction as a non-linear system. Physiotherapists in Sports Medicine, v. 41, p. 48, 2020.

STURMBERG, J. *et al.* Health and Disease - Emergent States Resulting From Adaptive Social and Biological Network Interactions. Frontiers in Medicine, v. 6, p. 59, 2019.

STURMBERG, J. *et al*. Systems and complexity thinking in the general practice literature: An integrative, historical narrative review. Annals of Family Medicine, v. 12, p. 74, 2014.

TORRENTS, C & BALAGUÉ, N. Dynamic Systems Theory and Sports Training. Baltic Journal of Sport and Health Sciences, v. 1, p. 82, 2006.

TURNBULL, L. *et al.* Connectivity and complex systems: learning from a multi-disciplinary perspective. Applied Network Science, v. 3, p.49, 2018.

VAN HOOREN, B & DE STE CROIX, M. Sensitive Periods to Train General Motor Abilities in Children and Adolescents: Do They Exist? A Critical Appraisal. Strength & Conditioning Journal, v. 42, p. 14, 2020.

VAN HOOREN, B. *et al*. Attractive gait training: Applying dynamical systems theory to the improvement of locomotor performance across the lifespan. Frontiers in Physiology, v. 9, p. 1934, 2019.

VAN HOOREN, B. *et al*. De dynamische system theorie in fysieke training Deel 1: Onderliggende concepten. Sport gericht, v. 71, p. 19, 2017.

VENNER, P. *et al*. De dynamische system theorie in fysieke training. Deel 2: Bewegings analyse van de honk balpitch. Sport gericht, v. 73, p. 7, 2019.

VENNER, P. *et al*. De dynamische system theorie in fysieke training Deel 3: Trainingsvormen voor de honk balpitch. Sportgericht, v. 73, p. 31, 2019. b.

WOODS, C. *et al.* Sport Practitioners as Sport Ecology Designers: How Ecological Dynamics Has Progressively Changed Perceptions of Skill “Acquisition” in the Sporting Habitat. Frontiers in Psychology, v. 11, p.654, 2020.

Capítulo 19

OS BENEFÍCIOS DO EXERCÍCIO FÍSICO NA PREVENÇÃO DO AGRAVAMENTO DO COVID-19 EM PORTADORES DE HAS

SABRINA DA CUNHA CAVALCANTI DE ALMEIDA (1)
MÁRCIO RABELO MOTA (2)
RAFAELA FERNANDA FERNANDES OLIVEIRA (1)
RAFAELLA DE ANDRADE FERRAZ RIBEIRO (1)
VICTOR HUGO POLICENA DE JESUS (1)
VICTOR SILVA OLIVEIRA (1)
VINICIUS DIEGUES BRASIL (1)
YASMIN DE OLIVEIRA D'AVILA DE ARAUJO (1)

1 Discente do curso de Medicina do Centro Universitário de Brasília-UniCEUB;
2 Docente do curso de Medicina do Centro Universitário de Brasília-UniCEUB.

Palavras-chave:
Hipertensão; COVID-19; Treinamento de força; Exercícios aeróbicos.

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma disfunção endotelial provocada por um desequilíbrio entre os fatores vasodilatadores e os fatores vasoconstritores. Na HAS há predomínio dos fatores constritores, dessa forma, há um aumento da resistência vascular periférica, podendo provocar hipertrofia e hiperplasia das paredes dos vasos sanguíneos (BRANDÃO 2021).

A manutenção da integridade do endotélio é essencial à regulação do tônus vascular, da estrutura dos vasos, da perfusão dos tecidos e é essencial ao equilíbrio do fluxo sanguíneo corporal. Sua intangibilidade confere proteção contra espasmos, tromboses e processos ateroscleróticos (GOETZE, 2020).

Em 2020 foi declarada a pandemia do COVID-19 causada pelo coronavírus SARS-CoV-2. A etiologia da doença vem sendo estudada com afinco e o que já se verificou, até o presente momento, sobre indivíduos portadores de comorbidades descompensadas, são as altas taxas de mortalidade e morbidade (BRANDÃO, 2020).

Em um endotélio ileso há um predomínio na liberação dos fatores vasodilatadores, frente aos vasoconstritores. Como fatores vasodilatadores temos: fator de relaxamento dependente do endotélio (EDRF) ou óxido nítrico (NO), fator de hiperpolarização derivado do endotélio (EDHF), prostaciclina e prostaglandina E2 (PGE2). Como vasoconstritores temos a endotelina-1 (ET1), prostaglandina H2 (PGH2), tromboxano A2 (TX A2) e ânions superóxido (O2). O endotélio também modula a ação de catecolaminas e serotoninas. Ajustando o calibre dos vasos de acordo com as necessidades hemodinâmicas do organismo. Essas regulações ocorrem de forma harmoniosa, em situações fisiológicas normais (MALACHIAS *et al.*, 2016).

Fisiologicamente a variabilidade da pressão arterial sistêmica também é sensível aos níveis séricos do peptídeo natriurético do tipo B (BNP), sendo seus níveis plasmáticos biomarcadores de diagnóstico e prognóstico de patologias como a HAS. Contudo, prognósticos que evoluem com ventilação mecânica e/ou óbito, em pacientes com COVID, estão mais relacionadas aos valores plasmáticos de Troponina T, que aos níveis séricos de BNP (ALMEIDA JUNIOR, 2020; GOETZE, 2020).

O estudo das funções endócrinas da musculatura estriada esquelética é divisor de águas na utilização do exercício físico aeróbio de forma terapêutica, cientificamente comprovada, no intuito da manutenção da homeostase metabólica dos indivíduos hipertensos (MALACHIAS, 2016).

A prática de atividades físicas aeróbias envolve a ressíntese de Adenosina Trifosfato (ATP), suas reações são dependentes de oxigênio, sendo o sistema cardiorrespiratório determinante para sua execução. A prática regular é capaz de trazer diversos benefícios aos pacientes portadores de HAS, como a melhora do desempenho cardiovascular, a manutenção da homeostase dos sistemas metabólicos e a manutenção dos níveis pressóricos sistêmicos dentro da normalidade, em vigília (ZBINDEN-FONCEA, 2020). A irisina é um hormônio liberado durante as contrações voluntárias da musculatura, durante a prática das atividades físicas, e sua concentração sérica adequada depende da prática regular de atividades físicas. Caminhadas, natação e o ciclismo, por exemplo, são exercícios físicos considerados aeróbicos, e auxiliam na manutenção dos níveis séricos de irisina (RIBEIRO, 2020).

A hipotensão pós exercício é definida e analisada após a prática do exercício resistido e aeróbio crônico e agudo. Em estudo realizado com mulheres idosas portadoras de HAS, observou-se queda significativa nos valores de pressão arterial sistêmica após três meses de treinamento resistido. Dos valores de pressão sistólica e diastólica aferidos, obteve-se 134.5/76.0(mmHg) como medianas do primeiro mês e 124.9/74.5(mmHg) como medianas do terceiro.Dessa forma, pode-se inferir o efeito protetor no sistema cardiovascular nas mulheres que tiveram essa redução crônica da pressão arterial sistêmica, sem influência do polimorfismo I/D da ECA para essa população (MOTA *et al.,* 2013 e MOTA *et al.,* 2006).

As contrações musculares voluntárias exercidas pela musculatura esquelética, durante a atividade física, liberam substâncias chamadas miocinas. As miocinas estão envolvidas em diversos processos, dentre eles o controle glicêmico e variações na taxa de metabolismo basal (PEDERSEN, 2007). Dentre as hipóteses levantadas sobre tratamento e prevenção de pacientes hipertensos, contaminados por COVID, está a prática regular de atividades físicas aeróbicas buscando os benefícios induzidos pelas miocinas e demais agentes reguladores da cascata inflamatória provocada pelo vírus SARS-CoV-2 (CUNHA, 2020 e POLERO, 2021).

Em nove de dezembro de 2020 a Sociedade Brasileira de Infectologia (SBI) atualizou alguns posicionamentos, baseados em estudos mais recentes. A SBI incluiu os hipertensos, em tratamento no grupo de risco para COVID-19, justamente pela possibilidade de descompensação da doença. Dito isso, a prevenção, mediada pela prática regular de atividades físicas aeróbias, parece ser uma conduta adequada para pacientes hipertensos (PEDERSEN, 2007; CUNHA, 2020).

O presente estudo teve como objetivo revisar os benefícios da prática regular de exercício físico aeróbio e a redução da mortalidade e morbidade de pacientes hipertensos, quando acometidos pelo COVID-19.

MÉTODO

O estudo realizado foi do tipo revisão narrativa. Realizou-se busca nas bases de dados SciELO, Google acadêmico e PubMed. Inclui-se artigos publicados nos idiomas inglês, espanhol e português, entre 2001 e 2021. Para busca utilizou-se os operadores booleanos AND e OR, e os seguintes termos de busca: "Hipertensão arterial sistêmica", "COVID-19", "Exercício aeróbio" e "Irisina".

Para critério de inclusão foram lidos os títulos dos 74 artigos e aqueles que não tratavam de HAS, COVID e a relação entre esses foram excluídos, totalizando 41 artigos. Após realizou-se leitura dos resumos e destes 11 foram excluídos. Para critérios de exclusão, foram retirados desse trabalho artigos que tratassem de outros temas relacionados ao COVID-19, que não os de interesse deste presente estudo, e aqueles cujas publicações fossem anteriores a 2000.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Hipertensão arterial sistêmica

A HAS parece ter causa multifatorial para a sua gênese e manutenção. A investigação da sua fisiopatologia necessita de conhecimentos dos mecanismos normais de controle da pressão arterial (PA) para procurar então, evidências de anormalidades que precedem a elevação da PA

a níveis considerados patológicos (SANJULIANI, 2002). Os níveis de PA resultam do débito cardíaco e da resistência vascular periférica. A descoberta de novos sistemas e mecanismos que influenciam o débito cardíaco e a resistência vascular periférica e, por conseguinte a PA, contribuiu para a construção de uma complexa rede de inter-relações na fisiopatologia da HAS (LIMA *et al.*, 2007).

É extremamente complexo para o organismo controlar a PA, pois depende da integração de diversos sistemas, tais como endócrino, renal, cardiovascular, neural e (NOGUEIRA *et al.*, 2015).

Sistema renina angiotensina

O sistema renina-angiotensina-aldosterona é composto por uma série de reações concebidas para atuar na regulação da pressão arterial. A renina é uma enzima proteolítica sintetizada como pré-pró renina, que é clivada em pró-renina, e posteriormente em renina ativa, a qual é armazenada e liberada de imediato após estímulo. Quando é liberada na circulação, a renina cliva o angiotensinogênio, formando a angiotensina I. Esta, por sua vez, é clivada pela enzima de conversão da angiotensina I (ECA), produzindo a angiotensina II (ANG II) (RIGATTO, 2004).

Classicamente, a ANGII é conhecida por causar aumento direto e indireto da PA, o qual é dose-dependente, sendo a quantidade disponível proporcional a variação da pressão. A ANG II pode aumentar o volume circulatório estimulando a sede e a secreção de vasopressina (ADH) e de aldosterona. O volume circulatório aumentado associado a um maior estímulo simpático proporciona a elevação do débito cardíaco que, acrescido da ação vasoconstritora provocada pela ANG II elevam a PA (TRAPP, 2009).

Além do controle da PA, o sistema renina-angiotensina também atua sobre a homeostase de água e sal, mantendo a pressão arterial através de um hormônio secretado pelos rins, desempenhando funções em órgãos-alvo distantes do local de sua produção (NOGUEIRA *et al.*, 2015).

Sistema nervoso autônomo

O sistema nervoso autônomo, através dos sistemas simpáticos e parassimpáticos, é de extrema importância para a manutenção do equilíbrio do organismo (homeostase) (NOGUEIRA *et al.*, 2015).

O sistema nervoso autônomo libera noradrenalina e acetilcolina que, quando liberadas no coração, modificam o débito cardíaco por alterar a força de contração das fibras miocárdicas e a frequência cardíaca. Além disso, respostas reflexas do simpático e do parassimpático permitem ajustes do débito cardíaco e da resistência vascular periférica, contribuindo para a estabilização e manutenção da pressão PA durante situações fisiológicas (ANGELIS *et al.*, 2004).

Sódio e HAS

Evidências epidemiológicas mostram que há uma correlação direta entre a alta ingestão de sódio na dieta e aumento na incidência de HAS. Populações com dietas com baixo teor de sódio apresentam menores taxas de hipertensão (BOMBIG *et al.*, 2014).

Os efeitos imediatos do sódio na dieta são alterar o sódio plasmático e, consequentemente, o volume do líquido extracelular (VEC). Essas alterações devem, portanto, ser as principais responsáveis pelas alterações subsequentes que afetam a pressão arterial (BOMBIG, 2014).

O elevado consumo de sódio acarreta concentração maior de sódio nos fluidos corporais e, por conseguinte, retenção de água

no organismo, aumento da pressão arterial e da volemia (NOGUEIRA, 2015).

Na relação entre a PA e o sódio, estão envolvidos fatores hemodinâmicos e não hemodinâmicos, que induzem mecanismos cardiovasculares adversos (ABEL, 2015) Outras evidências sugerem que o sal também pode estar associado à hipertrofia dos cardiomiócitos e ao acúmulo de colágeno na matriz extracelular, pelo menos em parte, independente da carga hemodinâmica (BOMBIG *et al.*, 2014).

Além disso, a resposta fisiológica a um aumento na ingestão de sódio resultaria na redução da atividade do sistema renina-angiotensina-aldosterona e um aumento na liberação do peptídeo natriurético atrial. Individualmente, os efeitos dessas ações elevam a PA e somam-se, sendo que cada um desses sistemas interage com outros sistemas e entre si, o que contribui para o desenvolvimento da HAS (BISI MOLINA, 2003).

Epidemiologia da HAS

De acordo com o Ministério da Saúde, em 2009, a HAS afetava entre 11 a 20% da população adulta brasileira com idade superior a 20 anos (ABEL, 2015). Já em 2016, 21,4% da população adulta brasileira relatou ser portador de HAS. (MALACHIAS, 2016). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), até 2015 haverá um crescimento de 60% nos casos de HAS, em nível global, culminando no agravo desse problema de saúde pública mundial, que merece atenção (MALTA, 2018).

O tratamento efetivo da HAS é necessário tanto para a melhora na qualidade de vida dos portadores, quanto para a redução dos gastos públicos em hospitalizações e demais gastos em saúde, de forma geral (BRASIL, 2001). A HAS possui maior prevalência em mulheres e maior ocorrência na região sudeste, em comparação com as regiões Norte e Centro-Oeste. Além disso, a frequência da HAS na população aumentou com o avançar da idade, e foi mais prevalente entre os indivíduos negros (FERREIRA, 2009).

A VI diretriz brasileira de hipertensão em conjunto com a sociedade brasileira de cardiologia caracteriza a HAS como uma condição clínica definida pela elevação sustentada dos níveis de pressão arterial, dividida em estágios. Considera-se níveis pressóricos elevados, uma pressão arterial sistólica (PAS) entre 130 e 139 mmHg, associada a uma pressão arterial diastólica (PAD) entre 85 e 89 mmHg. A hipertensão estágio 1 é considerada quando os valores de PAS estiverem entre 140 e 159 mmHg com uma PAD entre 90 e 99 mmHg. Já a hipertensão arterial grau 2 é caracterizada por uma PAS de 160 mmHg e uma PAD entre 100 e 109 mmHg. Ademais, a hipertensão do estágio 3 é considerada quando existe uma PAS maior que 180 mmHg associado a uma PAD maior que 110 mmHg (MALACHIAS, 2016).

Figura 19.1. Classificação dos níveis de pressão arterial

Classificação	Pressão sistólica (mmHg)	Pressão diastólica (mmHg)
Ótima	< 120	< 80
Normal	< 130	< 85
Limítrofe*	130–139	85–89
Hipertensão estágio 1	140–159	90–99
Hipertensão estágio 2	160–179	100–109
Hipertensão estágio 3	≥ 180	≥ 110
Hipertensão sistólica isolada	≥ 140	< 90
Quando as pressões sistólica e diastólica situam-se em categorias diferentes, a maior deve ser utilizada para classificação da pressão arterial.		

** Pressão normal-alta ou pré-hipertensão são termos que se equivalem na literatura.*

A HAS é um dos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares uma vez que é caracterizada por uma disfunção endotelial. Grande parte das funções do endotélio estão diretamente ligadas a alterações dos níveis pressóricos do indivíduo, dessa forma, o mau

funcionamento dessa estrutura pode gerar diversos agravos à homeostase corpórea (MALACHIAS, 2016).

Com o intuito de manter essa regulação homeostática, o endotélio secreta substâncias vasodilatadoras e vasoconstritoras, regulando sua secreção de acordo com as necessidades individuais e circunstâncias às quais estão expostas o indivíduo (KARSTOFT, 2016).

No *roll* de substâncias, secretadas pelo endotélio, com efeito vasodilatador, o óxido nítrico possui papel central nessa regulação. O NO é produzido após a oxidação da L-arginina em L-citrulina mediada pela óxido nítrico sintase (NOS), cuja ação é estimulada por agonistas como a acetilcolina ou inibida por análogos da L-arginina (FIGUEIREDO *et al.*, 2013).

Nas células musculares da parede dos vasos arteriais, o NO ativa G-kinases induzindo ao relaxamento endotelial. A redução da biodisponibilidade de NO é um dos mecanismos pelo qual a hipercolesterolemia pode reduzir a vasodilatação, podendo causar hipertensão arterial (FIGUEIREDO *et al.*, 2013).

A evolução científica é fundamental na fundamentação da correlação entre a prática regular de atividades físicas e comorbidades. Na última década, as miocinas e o tecido estriado esquelético ganharam destaque. A função endócrina da musculatura esquelética regulada geneticamente, foi incrivelmente revolucionária para embasar prescrições não medicamentosas efetivas que pudessem prevenir comorbidades, como a HAS (PETERSEN, 2005; ZBINDEN-FONCEA, 2020).

As miocinas são citocinas e peptídeos que apresentam comportamento parácrino e são produzidas, expressadas e liberadas por células musculares. A prática regular de exercícios físicos, favorece as concentrações das miocinas, provocando alterações metabólicas positivas em resposta a esse estímulo, favorecendo a homeostase metabólica. Essa prática regular também reflete positivamente no sistema imunológico do paciente ao auxiliar na configuração da interface dos fatores imunológicos inatos, bem como em seus processos metabólicos, endócrinos e no sistema nervoso central (FEBBRAIO, 2005; PEDERSEN *et al.*, 2007).

Dentre as propriedades das miocinas influentes no sistema imunológico, vale ressaltar a capacidade de regulação anti e pró-inflamatórias que algumas citocinas possuem quando estão em maior concentração plasmática. As miocinas aumentam o número da Interleucina anti-inflamatória-10, as quais antagonizam os receptores das interleucinas pró-inflamatórias 1 e 6 (PEDERSEN *et al.*, 2007).

HAS e o exercício aeróbio versus COVID-19

O exercício físico é uma das estratégias, não invasivas, mais eficientes no tratamento de pacientes portadores de HAS. E é fundamental para melhorar a qualidade de vida dos indivíduos, melhorando a saúde mental e física dos praticantes (ABEL, 2015). Durante a pandemia do COVID-19, a OMS propôs recomendações específicas para pessoas em isolamento ou distanciamento social, a fim de mitigar os efeitos deletérios da redução da mobilidade e das práticas regulares de exercícios físicos (WORLD, 2020; JURAK, 2020).

A OMS publicou as seguintes recomendações para a população adulta: realização de 150 minutos de atividade física, de intensidade moderada, semanalmente, ou 75 minutos de atividade física, semanal, de intensidade vigorosa. A OMS ainda recomenda que a combinação entre as intensidades traria melhores resultados (WORLD, 2020; POLERO, 2021).

Nesse sentido, é importante compreender o exercício físico em todas as suas possibilidades

de benefícios ao indivíduo. A prática regular de atividades física ajuda na manutenção do peso adequado, redução de massa gorda, ajuda na prevenção doenças cardiovasculares, na manutenção dos níveis pressóricos, melhora o funcionamento do sistema imunitário, ajuda na secreção de neurotransmissores que ajudarão o indivíduo a lidar com o estresse e por fim, o corpo estará mais apto a lidar de forma mais eficiente contra infecções virais como o covid-19 (JESUS, 2020).

O exercício físico de intensidade moderada promove adaptações no sistema imunitário, melhorando sua função e sua atividade antipatogênica, modulações extremamente importantes em um momento de pandemia (GOMES, 2020). Além disso, a prática regular de exercícios físicos moderados está relacionada a uma diminuição na morbimortalidade em indivíduos acometidos por doenças respiratórias, tais como a COVID-19 (LADDU, 2021).

A prática regular de exercício físico fornece inúmeros benefícios ao indivíduo, a inatividade provoca o oposto. Podendo ser um mecanismo para explicar a associação entre o sedentarismo e doenças crônicas (LEAL *et al.*, 2018). Dessa forma, pode-se dizer que a prática regular de exercícios aeróbicos pode reduzir o número de inflamassomas em um indivíduo hipertenso, e por consequência, reduzir a cascata inflamatória decorrente do COVID, reduzindo a mortalidade e a morbidade desses pacientes (MALACHIAS, 2016).

A irisina é uma importante miocina produzida de forma endógena durante um exercício físico contínuo. Essa, é conhecida por sua capacidade de modificação metabólica do tecido adiposo branco em tecido adiposo marrom (KARSTOFT, 2016).

O tecido adiposo (TA) é subdividido em tecido adiposo branco (TAB) e tecido adiposo marrom (TAM). O TAB atua como local primário de armazenamento de energia, enquanto TAM está diretamente envolvido na termogênese corporal. A irisina é uma miocina com fator humoral que estimula a conversão de adipócitos brancos em gordura marrom o chamado "*efeito browning*" ao estimular a expressão da proteína desacopladora 1 (UCP-1) (KARSTOFT, 2016).

Por seu efeito termogênico superior, a TAM aumenta o gasto energético do metabolismo como um todo. As correlações entre os sistemas energéticos proporcionam uma melhor regulação do peso corporal e aprimoramento da homeostase metabólica, fatores relacionados a respostas positivas em casos de inflamação sistêmica (ROCA-RIVADA, *et al.*, 2013; AKERSTROM, 2004).

A irisina também modula a atividade dos macrófagos, possuindo propriedade anti-inflamatória. Fato positivo para pacientes hipertensos, quando infectados pelo SARS-CoV-2 (ROCA-RIVADA, *et al.*, 2013).

Na hipertensão arterial sistêmica ocorre maior atividade do sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), uma vez que o SRAA regula funções básicas como a manutenção da pressão arterial, o balanço hídrico e a concentração sérica de sódio. A regulação da pressão arterial envolve a ação da enzima de conversora da angiotensina 2 (ECA2), sendo alguns pacientes hipertensos usuários de medicamentos (MALACHIAS, 2016).

Os receptores de ECA2 servem como porta de entrada para o SARS-CoV-2 no organismo, uma vez que as proteínas de superfície do vírus têm afinidade pelas proteínas da membrana da célula dos receptores de ECA2. A ligação ao receptor ECA2 se dá pela unidade de superfície viral chamada de proteína spike (S-spike). A entrada do vírus nas células também depende de uma serina protease, denominada protease

transmembrana serina 2 (TMPRSS2). Com a ligação do vírus SARS-CoV-2 ao receptor de ECA2, ocorre um aumento no número de inflamassomas e de fatores pró-inflamatórios a nível pulmonar. Quanto maior for a cascata inflamatória, maior será a chance de agravamento dos quadros de infecções por COVID-19 (CUNHA, 2020).

Do ponto de vista metabólico, a prática regular de exercício físico aeróbio pode modular a resposta inflamatória em indivíduos infectados pela COVID-19. Outra correlação encontrada, é a regulação negativa da expressão dos receptores Toll-Like (TLR), que são moléculas presentes na superfície dos monócitos do hospedeiro (RAHMATI-AHMADABAD, 2020).

Os TLR são responsáveis pelo reconhecimento de estruturas microbianas e em sua consequente sinalização para a produção de citocinas pró-inflamatórias, essenciais às respostas imunes inatas do organismo (ZBINDEN-FONCEA, 2020).

Além disso, considerando-se monócitos circulantes os precursores dos macrófagos teciduais promovem a redução de TLR pró-inflamatórias, induzida pela prática regular de exercícios aeróbicos que parece ser um mecanismo eficaz na redução da resposta inflamatória em pacientes com comorbidades, como a HAS. (RAHMATI-AHMADABAD, 2020; ZBINDEN-FONCEA, 2020).

.

CONCLUSÃO

Com base nos achados desta revisão, a prática regular de treinamento de força com exercícios aeróbios, parece ser um tratamento preventivo não medicamentoso efetivo e fundamental para indivíduos hipertensos, trazendo diversos benefícios à saúde, dentre eles a redução da morbimortalidade dessas pessoas, quando acometidas pela COVID-19.

A prática regular de exercícios físicos reduz as chances de descompensação da hipertensão, atuando na imunorregulação, manutenção da pressão arterial de repouso, aumento da massa magra, redução da massa gorda, controle do peso e melhora do condicionamento cardiovascular. Todos esses fatores deixam os hipertensos menos suscetíveis ao agravo da doença, quando acometidos pelo vírus do SARS-CoV-2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, N. et al. Eighth joint national committee (JNC-8) guidelines and the outpatient management of hypertension in the African-American population. North American Journal Of Medical Sciences, v. 7, p. 438, 2015.

AKERSTROM, T. et al. Retraction: Exercise induces interleukin-8 expression in human skeletal muscle. The Journal of Physiology, v. 589, n. 13, p. 3407, 2011.

ALMEIDA, G.L.G de et al. Valor Prognóstico da Troponina T e do Peptídeo Natriurético Tipo B em Pacientes Internados por COVID-19. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 115, n. 4, p. 660, 2020.

BISI MOLINA, M.D.C et al. Hipertensão arterial e consumo de sal em população urbana. Revista de Saúde Pública, v. 37, n. 6, p. 743, 2003.

BOMBIG, M.T.N; FRANCISCO, Y.F; MACHADO, C.A. A importância do sal na origem da hipertensão. Revista Brasileira de Hipertensão, v. 21, n. 2, p. 63, 2014.

BRANDÃO, S.C.S et al. Papel do Endotélio na COVID-19 Grave. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. São Paulo, v. 115, n. 6, p. 1184, 2020.

CUNHA, C. A. et al. Sociedade Brasileira de Infectologia-SBI. Atualizações e recomendações sobre a COVID-19. São Paulo, 2020.

FEBBRAIO, M.A.; PEDERSEN, B.K. Contraction-induced myokine production and release: is skeletal muscle an endocrine organ?. Exercise and Sport Sciences reviews, v. 33, p. 114, 2005.

FERREIRA, S.P.G et al. Frequência de hipertensão arterial e fatores associados: Brasil, 2006. Revista de Saúde Pública, v. 43, p. 98, 2009.

FIGUEIREDO, V.N; MOURA, F.P; SPOSITO e A. C. Papel das estatinas na modulação da função endotelial vasomotora na hipertensão e doença coronariana. Revista da Sociedade de Cardiologia, p. 40, 2013.

GOETZE, J. P. et al. Cardiac natriuretic peptides. Nature Reviews Cardiology, v. 17, n. 11, p. 698-717, 2020.

GOMES, B. B. C.; DE PAULA, W. F. e LIMA, F. D. Efeitos do exercício físico na prevenção e atenuação dos sintomas e na reabilitação de indivíduos infectados por SARS-CoV-2: uma revisão integrativa, 2020.

GRYGIEL-GORNIAK, B.; PUSZCZEWICZ, M. A review on irisin, a new protagonist that mediates muscle-adipose-bone-neuron connectivity. European Review for Medical and Pharmacological Sciences, v. 21, n. 20, p. 4687, 2017.

JESUS, I. et al. Promising effects of exercise on the cardiovascular, metabolic and immune system during COVID-19 period. Journal of Human Hypertension, v. 35, n. 1, p. 1-3, 2021.

JURAK, G. et al. Physical activity recommendations during the COVID-19 virus outbreak. Journal of Sport a Health Science, 2020.

KARSTOFT, K. & PEDERSEN, B. K. Skeletal muscle as a gene regulatory endocrine organ. Current opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, v. 19, n. 4, p. 270-275, 2016.

LADDU, D. R. et al. Physical activity for immunity protection: Inoculating populations with healthy living medicine in preparation for the next pandemic. Progress in Cardiovascular Diseases, v. 64, p. 102, 2021.

LEAL, L. G. et al. Physical exercise-induced myokines and muscle-adipose tissue crosstalk: a review of current knowledge and the implications for health and metabolic diseases. Frontiers in Physiology, v. 9, p. 1307, 2018.

MALACHIAS, M. V. B. et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial: Capítulo 1-Conceituação, Epidemiologia e Prevenção Primária. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 107, n. 3, p. 1, 2016.

MALTA, D. C. et al. Prevalência da hipertensão arterial segundo diferentes critérios diagnósticos, Pesquisa Nacional de Saúde. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 21, p. e180021, 2018.

MOTA, M. R. et al. Acute and chronic effects of resistance exercise on blood pressure in elderly women and the possible influence of ACE I/D polymorphism. International Journal of General Medicine, v. 6, p. 581, 2013.

MOTA, M. R.; PARDONO, E. e SIMÕES, H. G. Hypotensive Effects of Aerobic and Resistance Exercises for Hypertensive Employees of Brazilian Presidency of Republic. Medicine & Science in Sports & Exercise, v. 38, n. 5, p. S194, 2006.

NOGUEIRA, D. A.; OLIVEIRA, L. H. S. Estudos preliminares dos mecanismos fisiopatológicos da hipertensão arterial sistêmica e estruturas anatômicas envolvidas por meio de revisão da literatura. Revista Científica da FEPI-Revista Científic@ Universitas, 2015.

PEDERSEN, B. K. et al. Role of myokines in exercise and metabolism. Journal of Applied Physiology, v. 103, n. 3, p. 1093, 2007.

PETERSEN, A.M & PEDERSEN, B.K. The anti-inflammatory effect of exercise. Journal of Applied Physiology, v.98, n.4, p.1154, 2005.

POLERO, P. et al. Physical activity recommendations during COVID-19: Narrative review. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 18, n. 1, p. 65, 2021.

RAHMATI-AHMADABAD, Saleh; HOSSEINI, Fahimeh. Exercise against SARS-CoV-2 (COVID-19): Does workout intensity matter?(A mini review of some indirect evidence related to obesity). Obesity Medicine, v. 19, p. 100245, 2020.

ROCA-RIVADA. C. C et al. FNDC5/Irisin Is Not Only a Myokine but Also an Adipokine. PloS One. v.8, n.4, e.60563. 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Stay physically active during self-quarantine. Regional Office for Europe, 2020.

ZBINDEN-FONCEA, H. et al. Does high cardiorespiratory fitness confer some protection against proinflammatory responses after infection by SARS-CoV-2?. Obesity, v. 28, n. 8, p. 1378, 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

Ansiedade, 150
Apofisite da tuberosidade anterior da tíbia, 48
Atividade física, 68
Atletas, 1
Ciclo Menstrual, 29
Complexidade, 81, 157
COVID-19, 58, 136, 171
Creatina, 94, 120
Crossfit, 40
Desempenho Físico, 29
Desenvolvimento Muscular, 127
Doença de Osgood-Schlatter, 48
doenças crônicas, 68
Doenças crônicas, 68
Dor musculoesquelética, 112
Efeitos ergogênicos, 120
Efeitos terapêuticos, 120
Exercício físico, 68, 94, 100
Exercício Físico, 29
Exercícios aeróbicos, 171
Exercícios físicos, 150
Extremidade inferior, 144
Fibromialgia, 100
Força muscular, 94
Hipertensão, 136, 171
Lesões, 144
Lesões de membro inferior, 16
Lesões esportivas, 40
Lesões na medicina esportiva, 16
Medicina do Exercício, 58
Nutrição esportiva, 88
Ômega-3, 127
Ortopedia, 16, 112
Periodização de dieta, 88
Prevenção de lesão, 88
Reabilitação cardiopulmonar, 58
Reducionismo, 81, 157
Sedentarismo, 150
Síndrome de Osgood-Schlatter, 48
Sistemas Dinâmicos, 81, 157
Somatropia, 1
Suplementação, 127
Surf, 144
Terapia por onda de choque, 112
Tratamento complementar, 68
Tratamento por ondas de choque extracorpóreas, 112
Traumatismos em Atletas, 40
Traumatologia, 16
Treinamento de força, 136, 171
Voleibol;, 1