

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS - UNIEVANGÉLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E
REABILITAÇÃO- PPGMHR

**DESEMPENHO E SAÚDE NÃO SÃO QUESTÕES BINÁRIAS, ELAS ANDAM
DE MÃOS DADAS: UMA PERSPECTIVA ANALÍTICA DE VARIÁVEIS DE
SAÚDE E DO ESTADO PSICOFISIOLÓGICO DE ATLETAS**

FERNANDA PEREIRA DA SILVA ROCHA

Anápolis, GO

2023

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS - UNIEVANGÉLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E
REABILITAÇÃO- PPGMHR

FERNANDA PEREIRA DA SILVA ROCHA

**DESEMPENHO E SAÚDE NÃO SÃO QUESTÕES BINÁRIAS, ELAS ANDAM
DE MÃOS DADAS: UMA PERSPECTIVA ANALÍTICA DE VARIÁVEIS DE
SAÚDE E DO ESTADO PSICOFISIOLÓGICO DE ATLETAS**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós Graduação em Movimento Humano e Reabilitação da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA para a obtenção do título de Mestre em Movimento Humano e Reabilitação.

Orientador: Dr. Alberto Souza de Sá Filho
Coorientador: Dr. Marcelo Magalhães Sales

Anápolis, GO

2023

Ficha Catalográfica

R672

Rocha, Fernanda Pereira da Silva.

Desempenho e saúde não são questões binárias, elas andam de mãos dadas: uma perspectiva analítica de variáveis de saúde e do estado psicofisiológico de atletas / Fernanda Pereira da Silva Rocha - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás, 2023.

74 p.; il.

Orientador: Prof^o. Dr. Alberto Souza de Sá Filho.

Coorientador: Prof^o. Dr. Marcelo Magalhães Sales.

Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação - Universidade Evangélica de Goiás, 2023.

1. Basquetebol 2. Estado de Ansiedade 3. Avaliação Autônoma 4. Atletas Jovens 5. Basquete Masculino I. Sá Filho, Alberto Souza de. II. Sales, Marcelo Magalhães. III. Título

CDU 615.8

Catálogo na Fonte
Elaborado por Hellen Lisboa de Souza CRB1/1570

FOLHA DE APROVAÇÃO

DESEMPENHO E SAÚDE NÃO SÃO QUESTÕES BINÁRIAS, ELAS ANDAM DE MÃOS DADAS: UMA PERSPECTIVA ANALÍTICA DE VARIÁVEIS DE SAÚDE E DO ESTADO PSICOFISIOLÓGICO DE ATLETAS

FERNANDA PEREIRA DA SILVA ROCHA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação -PPGMHR da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE.

Aprovado em 24 de março de 2023.

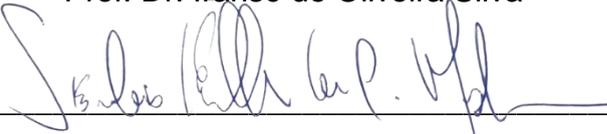
Banca examinadora



Prof. Dr. Alberto Souza de Sá Filho



Prof. Dr. Iranse de Oliveira Silva



Prof. Dr. Sérgio Eduardo de Carvalho Machado

AGRADECIMENTOS

Essa caminhada só foi possível graças a Deus que sempre me guia em busca das minhas conquistas e a contribuição de muitas pessoas queridas que estiveram presente nessa jornada a quem dedico esse projeto de vida.

Em especial ao meu orientador **Alberto de Souza Sá Filho**, pela paciência, generosidade e confiança depositada em mim. Minha gratidão por todo aprendizado.

Ao meu amor e companheiro de vida, **Daniel Rocha**, pela compreensão, força, partilha, parceria e cuidado para que eu seguisse forte, confiante e confortável na busca de novos sonhos.

Aos meus filhos queridos, **Gabriela Silva, Felipe Silva e Dominique da Silva** por sempre acreditarem em sua mãe e não me deixarem esquecer da mulher que sou. Vocês são o estímulo que eu preciso todos os dias.

Aos meus amados pais, **Antonio Ferreira e Durvalina Pereira** que nunca desistiram de oferecer aos filhos a herança mais preciosa que os pais podem deixar: a educação. Minha eterna gratidão à vocês.

Aos meus irmão, **Francisca, Flavia e Thiago** e meus sobrinhos amados por estarem ao meu lado e acreditando na minha força e vontade.

Por fim, o meu profundo agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desta dissertação, motivando-me intelectualmente e como pessoa.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Tabela 1 – Características antropométricas, psicológicas e tempo de experiência de ambos os grupos.....	21
Figura 1a – Comparação entre o estado de ansiedade no pós-jogo entre GD e VC...	22
Figura 1b – $\Delta\%$ do estado de ansiedade entre VG e GD.....	22
Tabela 2. Valores dos índices de VFC para VG e DG pré e pós-jogo.....	24
Artigo I	
Figura 1. Ilustração do Paradigma Paradoxal e da Perspectiva Congruente.....	33
Figura 2. Análise abrangente geral da perspectiva congruente.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GD	Grupo de Derrota
GV	Grupo de Vitória
FC	Frequência Cardíaca
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
SPSS-14	Statistical Package for the Social Science
IDATE	State-Trait Anxiety Inventory
S-Ansieadade	Escala de Estado de Ansiedade
T-Ansieadade	Escala de Ansiedade Traço
RR	Oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos
LF	Baixa Frequência
HF	Alta Frequência
LF/HF	Alterações absolutas e relativas entre os componentes simpático e parassimpático do SNA,
SDNN	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo, expresso em ms;
PNN50	Porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms.
rMSSD	Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms;
HUT	Repouso supino e inclinação da cabeça para cima
ECG	Eletrocardiograma
LM	Lesão medular
RV	Realidade virtual
IMC	Índice de massa corporal

SUMÁRIO

	ARTIGO 1	
1.	Introdução.....	11
2.	Revisão de Literatura.....	12
3.	Métodos.....	16
3.1	Participantes.....	16
3.2	Design experimental.....	16
3.3	Familiarização.....	17
3.4	Estresse percebido.....	17
3.5	Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE).....	18
3.6	Análise VFC.....	19
3.7	Análise estatística.....	20
4.	Resultados.....	20
4.1	Características da amostra.....	20
4.2	S-Ansiedade.....	21
4.3	VFC.....	22
5.	Discussão.....	24
6.	Limitação.....	28
7.	Referências.....	29
	ARTIGO 2	34
8.	Referências.....	57
9.	Conclusão.....	62
10.	Considerações finais.....	62
11.	ANEXOS.....	64

A presente Dissertação será apresentada no formato de artigos. O estudo I, intitulado “Efeitos da Vitória e da Derrota nos Estados Psicofisiológicos de Adolescentes Jogadores de Basquete Masculino.” foi submetido no periódico internacional Journal of Strength and Conditioning Research e o estudo II, intitulado “Desempenho e Saúde Não São Questões Binárias, Elas Andam de Mãos Dadas: Uma Perspectiva Congruente” foi submetido ao periódico internacional Kinesiology. O estudo III, intitulado “Can the high intensity interval running in slope affect concurrently explosive strength performance?” foi publicado no periódico Manual Therapy Posturology & Rehabilitation (disponível em ANEXO).

ARTIGO 1

EFEITOS DA VITÓRIA E DA DERROTA NOS ESTADOS PSICOFISIOLÓGICOS DE ADOLESCENTES JOGADORES DE BASQUETE MASCULINO

RESUMO

Introdução: A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem surgido como uma ferramenta de investigação importante para analisar a relação da ansiedade competitiva e o estado fisiológico de atletas jovens.

Objetivos: O objetivo deste estudo foi investigar níveis de ansiedade e o comportamento da VFC pré e pós-jogos com vitória e derrota em jogadores adolescentes de basquete.

Métodos: Antes e após os jogos, os grupos foram submetidos à Escala de Estresse Percebido de 14 itens (PSS-14), Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) e VFC. No pré-jogo, às medidas psicológicas ocorreram 2 horas, e a VFC 1h30' antes da partida. No pós-jogo, as medições psicológicas ocorreram após 1 hora, e a VFC foi medida 1h30' depois.

Resultados: No pré-jogo os escores de ansiedade não variaram significativamente entre os grupos ($p = 0,394$). No pós-jogo revelou redução da ansiedade ($M \pm SD = 31,2 \pm 4,4$) em comparação com o pré-jogo ($M \pm SD = 36,2 \pm 3,9$) no VG ($p = 0,004$) e ansiedade aumentado no pós-jogo para GD ($p \leq 0,0001$). Os componentes SDNN e RMSSD não variaram significativamente. O PNN50 diminuiu no VG ($p = 0,032$) no pós-jogo. Os níveis de HF reduziram significativamente ($-10,6$ n.u.; $p = 0,038$) e aumentou o LF ($10,7$ n.u.; $p = 0,036$) no GD no pós-jogo e LF/HF não variou em VG ($p = 0,116$) e GD ($p = 0,131$).

Conclusões: Observa-se que acompanhado do resultado negativo da partida ocorreu um aumento da ansiedade e diminuição do VFC no período pós-jogo em atletas jovens do sexo masculino praticantes de esporte coletivo. Sugerindo que o resultado da partida poderá implicar nesses atletas, alterações fisiológicas que dificultam a adaptação ao estresse.

Palavras-chave: Vitória, Derrota, Basquetebol, Estado de Ansiedade, Avaliação Autonômica, Atletas Jovem

ARTICLE 1

EFFECTS OF VICTORY AND DEFEAT ON THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATES OF ADOLESCENT MALE BASKETBALL PLAYERS

ABSTRACT

Introduction: Heart rate variability (HRV) has emerged as an important research tool to analyze the relationship between competitive anxiety and the physiological state of young athletes.

Objectives: The aim of this study was to investigate anxiety levels and HRV behavior before and after winning and losing games in adolescent basketball players.

Methods: Before and after the games, the groups were submitted to the 14-item Perceived Stress Scale (PSS-14), State-Trait Anxiety Inventory (STAI) and HRV. In the pre-game, the psychological measures took place 2 hours, and the HRV 1h30' before the match. In the post-game, psychological measurements occurred after 1 hour, and HRV was measured 1h30' later.

Results: Pre-game anxiety scores did not vary significantly between groups ($p = 0.394$). The post-game revealed a reduction in anxiety ($M \pm SD = 31.2 \pm 4.4$) compared to the pre-game ($M \pm SD = 36.2 \pm 3.9$) in VG ($p = 0.004$) and anxiety increased in the postgame for DG ($p \leq 0.0001$). The SDNN and RMSSD components did not vary significantly. PNN50 decreased in VG ($p = 0.032$) in the post-game. HF levels significantly reduced (-10.6 n.u.; $p = 0.038$) and LF increased (10.7 n.u.; $p = 0.036$) in post-game DG and LF/HF did not vary in VG ($p = 0.116$) and DG ($p = 0.131$).

Conclusions: It is observed that, accompanied by the negative result of the match, there was an increase in anxiety and a decrease in HRV after the game in young male athletes who practice collective sports. Suggesting that the result of the match may imply in these athletes, physiological changes that make it difficult to adapt to stress.

Keywords: Victory, Defeat, Basketball, State Anxiety, Autonomic Assessment, Young Athletes

1. INTRODUÇÃO

Muitos treinadores e pais acreditam que a melhor forma de desenvolver atletas de elite está relacionada à especialização esportiva de crianças e adolescentes (1). A especialização esportiva é definida como a escolha do único esporte principal que é treinado todo o ano (> 8 meses por ano) por crianças e adolescentes (1). Dadas às crenças, uma revisão sugeriu que a especialização esportiva precoce não leva a vantagem competitiva e pode colocar o jovem atleta em risco de lesões pelo uso excessivo (2). Por sua vez, atenção insuficiente tem sido dada ao estado psicológico de jovens atletas durante a especialização desportiva (3).

No entanto, os custos emocionais da especialização para jovens atletas pode ser bastante significativa, enquanto a especialização esportiva também pode predispor ao aumento da ansiedade e maior estresse (4,5). Assim, atenção especial em um único esporte realizado durante o ano todo, pode preconizar aplicações desafiadoras em uma atividade que poderá colocar jovens atletas vulneráveis à ansiedade (6). Além disso, um estudo de metanálise mostrou existir uma preponderância global (20,5%) dos sintomas de ansiedade em adolescentes (7).

Desse modo, pode ser considerado uma tarefa árdua a investigação sobre o domínio da ansiedade no esporte, sobretudo pela diferença nos instrumentos utilizados na avaliação (8). A ansiedade competitiva, considera-se um comportamento emocional negativo que abrange medo, tensão e preocupação, manifestando-se no atleta em detrimento da ameaça de uma situação durante a competição que não pode dominar (9). O medo do fracasso em atletas jovens tem sido um fator preocupante. Logo, atletas jovens (15 a 19 anos) avaliados quanto ao medo do fracasso, demonstraram que o medo de sentir vergonha e constrangimento tem efeito estatisticamente significativo no estresse percebido (10).

Neste cenário, novas investigações poderiam enfatizar a avaliação do estado psicológico das crianças e adolescentes durante o processo de especialização esportiva. Este tema é de extrema relevância, pois entender sobre o estado psicofisiológico de atletas jovens, poderá ajudar a melhorar o

desempenho desses atletas. Especialmente porque devido ao impacto nas funções fisiológicas, o estresse é tido como um dos fatores que mais prejudicam o desempenho (11). Atualmente, ainda há poucas evidências sobre a conexão entre respostas psicológicas e o resultado de uma partida (vitória ou derrota) (12), e em atletas jovens essa relação é escassa.

Dada a importância da mensuração da ansiedade, uma vez que o estado ansioso pode repercutir em implicações indesejadas, além de super estimular o organismo, sobretudo pelo potencial ansiogênico da competição (7,12). Existem poucos estudos que avaliam os efeitos psicofisiológicos do resultado da partida (vitória e derrota) e nenhum foi encontrado utilizando atletas jovens. Nesse sentido, nosso estudo poderá servir como base para pesquisas futuras e suprir a atual necessidade de conhecimento, a fim de ajudar a compreender o comportamento da VFC e a ansiedade pré e pós-jogo em atletas jovens a partir dos resultados da partida.

Dessa maneira, foi estabelecido os seguintes objetivos para a pesquisa: 1) Verificar o comportamento do VFC antes e após jogos com vitória e derrota em jogadores de basquete adolescentes; e 2) Determinar o comportamento das manifestações de ansiedade e alterações autonômicas diante do resultado da partida.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em esportes coletivos, o resultado da partida (ou seja, vitória, empate ou derrota) é o primeiro objetivo para cada time. Nesse sentido, é comum que os atletas experimentem diversas mudanças no status psicológico antes e depois das partidas (12,13). A competição é potencialmente ansiogênica e geralmente está associada ao desempenho esportivo (7,12). Por definição, a ansiedade é um estado de apreensão, inquietação e estresse, pois algumas emoções são estimuladas pela antecipação de uma ameaça real ou potencial (14). Desse modo, antes de uma partida importante, atletas apresentam uma diminuição importante da atividade parassimpática em decorrência do impacto do estresse (15). Neste caso, o maior estado de ansiedade que ocorre antes ou durante competições esportivas é definido como ansiedade competitiva (16). Que sofrerá

alteração conforme o atleta compreende o ambiente mais competitivo e difícil, a fim de manter sua posição nesse meio (17).

Ademais, a conjuntura que o atleta está, sua compreensão das exigências do meio, o feedback psicológico ao perceber a situação e como irá reagir ao impacto da ansiedade, constituem os quatro estágios do processo de ansiedade competitiva (18). Contudo, um aumento na modulação simpática provocado pelo estado de ansiedade competitiva, poderá repercutir na tomada de decisões (15) o que tem sido visto como um fenômeno que dificulta o desempenho (15,18). No entanto, essa possível relação entre ansiedade competitiva e piora no desempenho não é vista de forma unânime na comunidade científica.

Em parte, a maior ansiedade competitiva experimentada em “partidas difíceis” pode ser explicada pelo menor eficiente dos atletas (19), bem como a menor experiência desses atletas com a modalidade esportiva (20). Corroborando com essa afirmativa, foi percebido que em jogadores de basquete de elite, a ansiedade competitiva foi maior em jogar partidas duras do que partidas médias e partidas fáceis (17). Outro estudo mostrou que os níveis de ansiedade estavam negativamente relacionados à maior experiência esportiva em jogadores de basquete adolescentes (ou seja, com idade entre 14 e 17 anos) (21). Assim, a ansiedade sentida por jogadores de basquete adolescentes antes de um jogo difícil pode ser dependente da experiência esportiva; no entanto, essa hipótese ainda é escassa na literatura. Um estudo que apresentou dados sobre as alterações autonômicas induzidas pelo estresse pré-competitivo em ciclistas com idade entre 18 e 40 anos, demonstrou correlação entre ansiedade e a experiência dos atletas (22).

Outro ponto crítico e pouco explorado nos esportes coletivos é o estado de ansiedade medido após as partidas (12). Diante do exposto, a importância e o resultado da partida podem ser fatores potencialmente ansiogênicos em atletas mais jovens; no entanto, esta hipótese permanece obscuro. Ademais, existe uma lacuna na literatura sobre a relação entre as respostas psicológicas e o resultado de uma partida (vitória ou derrota) (12). Porém, um estudo que observou tenistas jovens (13 a 14 anos) do sexo masculino, encontrou que a competição pode provocar comprometimento no estado ansioso (23). Em atletas jovens a VFC

possui valores menores no período pré-jogo quando comparado com antes de uma sessão de treinamento (23). Pois, durante uma competição ocorre o aumento das demandas psicofisiológicas, reverberando no aumento da frequência cardíaca e menores valores de VFC (24).

Tendo o sistema nervoso autônomo (SNA) como um mecanismo valioso na regulação emocional (25), medidas em repouso da atividade parassimpática estão relacionadas ao desempenho de atletas (26). Dessa maneira, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) emergiu como um indicador fisiológico para regulamento (27). A VFC é uma medida do funcionamento do sistema nervoso autônomo cardíaco que pode ser quantificada por meio da aplicação da análise espectral dos intervalos batimento a batimento (R-R) (18). Por sua vez, o monitoramento da VFC tem sido amplamente utilizado em esportes coletivos (28,29). Em particular, a VFC tem sido utilizada para a quantificação e monitoramento da carga de treinamento, permitindo um melhor ajuste nas sessões de treinamento. Além disso, poucos estudos analisaram o aspecto fisiológico psicologicamente ligado da VFC em atletas (30,31).

Diante disso, a ansiedade pode repercutir negativamente na desregulação autonômica cardíaca (32). Existe uma relação latente entre as respostas emocionais e a VFC, indicando para a área esportiva uma relação entre os níveis de VFC (níveis baixos) e estados psicoemocionais que podem desencadear dificuldades dos atletas em enfrentar competições (33). Uma metanálise que utilizou estudos longitudinais, com dados de FC, VFC, depressão, ansiedade e antidepressivos, indica que a associação entre desregulação autonômica, depressão e ansiedade cardíaca não resulta de uma única causa ou pleiotropia genética (32).

Nessa linha, estudos anteriores sugeriram que, além do humor, a ansiedade pode estar incluída entre as respostas emocionais na relação com a VFC (33). Assim, altos níveis de ansiedade em atletas antes de uma competição importante gerou pequenas alterações na VFC (31,34). Estudos com esportes coletivos que utilizaram a VFC como instrumento para investigar a ansiedade pré-competitiva em esportes como futebol (15), natação (11) e voleibol (31) evidenciam que os efeitos ansiogênicos da competição implicaram na diminuição da VFC (15). Em vista disso, um estudo recente com atletas jovens (14 anos) de

basquete que levou em consideração resultados de VFC, mostrou um aumento importante na ansiedade somática no período pós-jogo (35).

A ansiedade, isolada ou associada a outros fenômenos, atua no controle vagal cardíaco realizado pelo SN parassimpático via ativação do núcleo paraventricular no hipotálamo (36). Quanto as suas implicações, a ansiedade foi associada com a menor eficiência em atletas jovens de voleibol do sexo masculino (19). Além disso, um estudo recente demonstrou níveis reduzidos para diferentes variáveis da VFC no pós-jogo (35). Ademais, a maior ansiedade e menor VFC vivenciados antes de uma partida também foram relacionados com a importância da competição e o nível de experiência que o atleta tinha (34). Neste caso, jovens com níveis elevados de ansiedade têm sido associados com baixa VFC (27). Um número significativo de estudos mostra uma redução da atividade vagal em detrimento do transtorno de ansiedade (11). É importante destacar, que uma VFC deficiente poderá demandar um período de descanso mais prolongado para que o atleta retorne ao alto nível de competição (37).

Dada a relação entre maiores níveis de ansiedade e baixa VFC (34), é possível que o resultado da partida (vitória ou derrota), bem como o nível de competição do atleta, exercem alguma influência nessa relação, tendo em vista que em uma competição temos a diferença de pontos como principal objeto de ameaça aos atletas, que se correlaciona a possíveis vitórias ou derrotas e, de modo semelhante, a preocupação com momentos confusos (incertos) têm mostrado correlação importante com o estado de ansiedade (38). Além do mais, os fundamentos realizados durante a partida poderão ser influenciados pela ansiedade (31).

Fatores como gênero e o tipo de esporte também afetam de maneira importante a ansiedade competitiva (39). Atletas de esportes individuais estão mais sujeitos a relatar ansiedade quando comparados aos de esportes coletivos, especialmente mulheres (6). Em esportes individuais (natação, por exemplo), antes da competição, altos níveis de estresse levam a alterações no equilíbrio simpático (11,37), e a investigação da VFC pode ser um importante ferramenta para reduzir o impacto da ansiedade no período pré-competição, a fim de melhorar o desempenho dos atletas (11). No entanto, esta hipótese ainda não foi investigada na literatura, principalmente entre adolescentes praticantes de

basquete.

Atualmente, ainda há poucas evidências sobre a conexão entre respostas psicológicas e o resultado de uma partida (vitória ou derrota) (12), e em atletas jovens essa relação é escassa. Neste caso, uma melhor compreensão dos estados psicofisiológicos desses jovens atletas, poderiam contribuir para um melhor controle da ansiedade competitiva e melhorar o desempenho atlético desses indivíduos (40,41). No entanto, um importante estudo analisou 20 jogadores masculinos de basquete de elite quanto ao efeito de jogar partidas contra diferentes times adversários na concentração de testosterona pré-jogo, concentração de cortisol pré e pós-jogo e ansiedade pré-jogo (17).

3. MÉTODOS

3.1 Participantes

Vinte atletas amadores de basquete, do sexo masculino, com idades entre 12 e 14 anos (idade = $13,0 \pm 0,5$ anos, estatura = $172,8 \pm 2,3$ cm, massa corporal = $70,4 \pm 2,5$ kg) participou do estudo. Dos 20 jogadores de basquete, dez jogadores participaram do sub 13 (U13; idade = $12,7 \pm 0,48$ anos, estatura = $174,5 \pm 1,6$ cm, massa corporal = $69,6 \pm 2,1$ kg) e 10 no sub 14 (U14; idade = $13,5 \pm 0,5$ anos, estatura = $171,0 \pm 1,3$ cm, massa corporal = $71,1 \pm 2,6$ kg). O time de basquete esteve presente nas mais importantes competições estaduais da categoria juvenil do Brasil (Campeonato Estadual do Rio de Janeiro). Os critérios de inclusão adotados foram o basquete como único esporte treinado por mais de oito meses por ano ($28,8 \pm 8,2$ meses). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética (nº 1.716.336), e todos os seus responsáveis legais foram informados sobre os riscos e benefícios inerentes ao estudo antes de assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido.

3.2 Design experimental

Ambas as categorias (Sub13 e Sub14) estiveram expostas a jogos decisivos de basquete. Com um intervalo de 48-72 horas antes das partidas, cada grupo foi familiarizado com as escalas psicológicas e a medição da VFC. Antes e depois dos jogos, ambos grupos foram submetidos a uma Escala de Estresse

Percebido - 14 itens (PSS-14) (31), ao Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) (42), para caracterização da amostra, assim como a VFC de adolescentes. Durante o pré-jogo, as medidas psicológicas ocorreram 2 horas antes, e a VFC em 1h30' antes. No pós-jogo, as medidas psicológicas ocorreram após 1 hora, e a VFC foi medida 1h30' após. Diante dos resultados das partidas, os grupos foram definidos como um grupo vitória (GV; n = 10) e um grupo derrota (GD; n = 10), respectivamente. Todos os testes foram realizados à tarde (ou seja, 14:00–18:00) e com a temperatura ambiente ajustada para aproximadamente 22°C. Variáveis psicológicas e VFC foram avaliadas por dois pesquisadores independentes.

3.3 Familiarização

Os procedimentos de familiarização com o IDATE e PSS-14 ocorreram com o mesmo investigador, com intervalo de 48-72 horas entre as condições experimentais, conforme segue: 1) o investigador leu as instruções específicas para todas as questões; 2) o investigador esclareceu que “não há resposta certa ou errada” para as perguntas e que as respostas devem ser dadas entre as alternativas expostas; 3) o investigador determinou para os atletas que não poderia haver respostas duplas para a mesma pergunta e destacou a importância da veracidade nas respostas; 4) o investigador pediu aos atletas que revisassem suas respostas antes de completar o questionário. Esse procedimento ocorreu apenas na fase de familiarização. Por sua vez, durante as condições experimentais, os questionários foram autorrelatados (43).

Quanto às coletas de VFC, os atletas receberam instruções sobre a colocação da cinta torácica (sobre o processo xifóide), utilização dos cardiofrequencímetros e verificação da aquisição dos intervalos do sinal RR. Além disso, os atletas receberam instruções para permanecerem quietos, com os olhos abertos e respirarem espontaneamente durante o período de aquisição.

3.4 Estresse percebido

O nível de estresse é representado a partir da avaliação pessoal e a compreensão das situações de vida (36). A Escala de Estresse Percebido (PSS)

foi usada para determinar o estresse percebido de jovens jogadores de basquete masculino (43). Esta escala é composta por 14 itens, onde sete itens são considerados negativos e sete positivos (PSS-14). Cada item foi avaliado em escala tipo Likert de cinco pontos (0 = nunca a 4 = muito frequentemente). As pontuações totais são calculadas depois de inverter as pontuações dos itens positivos e, em seguida, somar todas as pontuações. Pontuações totais para a faixa PSS-14 de 0 a 56 (43). A versão traduzida para o português brasileiro foi aplicada (44). Atualmente, a validação do PSS-14 para o contexto brasileiro tem ocorrido apenas com os idosos (44) e estudantes de pós-graduação (45). PSS-14 foi usado apenas para investigar o nível de estresse no tempo pré-jogo dos jogadores.

3.5 Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE)

O Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) foi utilizado para avaliar os sentimentos de ansiedade de jovens jogadores de basquete masculino. IDATE é uma escala autorrelatada, onde existem 2 subescalas dentro desta medida (42) Primeiro, a Escala de Ansiedade Traço (T-Anxiety) avalia aspectos relativamente estáveis, incluindo estados gerais de calma, confiança e segurança. Em segundo lugar, a Escala de Estado de Ansiedade (S-Ansiedade) avalia o estado atual de ansiedade, usando itens que medem sentimentos subjetivos de apreensão, tensão, nervosismo, preocupação e ativação/excitação do sistema nervoso autônomo.

Cada uma das subescalas S-Ansiedade e T-Ansiedade consistem em 20 itens (40 itens no total). Os participantes avaliam cada pergunta em uma escala do tipo Likert de quatro pontos. Para a escala T-Ansiedade avaliar a frequência dos sentimentos “em geral” (1 = quase nunca; 2 = às vezes; 3 = frequentemente; 4 = quase sempre). As respostas para a escala S-Ansiedade avaliam a intensidade dos sentimentos atuais, “neste momento” (1 = nada; 2 = um pouco; 3 = moderadamente assim; 4 = muito). A versão traduzida para o português do Brasil foi Aplicada (34). A T-Ansiedade foi realizada apenas antes do jogo, e a S-Ansiedade foi usada no pré e pós-jogo. Assim que os jovens jogadores de basquete masculino responderam ao IDATE, o avaliador examinou se todos os itens foram marcados corretamente, bem como se não houvesse marcação dupla

de respostas na mesma pergunta.

3.6 Análise VFC

Os dados de VFC de ambas as equipes foram semelhantes no pré e pós-jogo, registrados na mesma hora, sentados em um banco, no auditório do ginásio com temperatura controlada. Os atletas chegaram ao ginásio de basquete para o jogo em jejum por 2 h e livre de consumo de cafeína ou álcool por pelo menos 24h. Após a coleta de variáveis psicológicas (≈ 5 min), os atletas receberam o transmissores de cinta umedecidos e ajustados firmemente ao peito. Posteriormente, os atletas verificaram o funcionamento do receptor dos cardiofrequencímetros para aquisição dos intervalos RR.

A VFC foi registrada em repouso por meio de um cardiotaquímetro Polar RS800cx (Polar™, Kempele, Finlândia) em uma amostragem de 1.000 Hz. Foi realizado um período de 10 minutos para o registro da VFC (ou seja, um período de estabilização de 5 minutos e um período de pós-estabilização de 5 minutos) (46). Dados correspondentes a 5 minutos de pós-estabilização foram extraídos e baixados para análise por software específico (Polar Precision Performance, Polar™, Kempele, Finlândia). Os índices de VFC foram analisados usando o Kubios™ Software HRV (Grupo de Análise de Sinais Biomédicos, Departamento de Applied Physics, University of Kuopio, Kuopio, Finlândia) considerando a duração de 5min pós-estabilização. Os dados foram inspecionados visualmente para identificar artefatos ($\leq 2\%$), que foram removidos manualmente com os valores de intervalo RR adjacentes interpolados (potência do filtro < médio) (36).

As variáveis dependentes foram analisadas no domínio da frequência (baixa Frequência [LF], alta frequência [HF] e equilíbrio simpato-vagal [LF/HF]) e tempo (batimento a batimento intervalos [RR], o desvio padrão da média do intervalo NN qualificado [SDNN], o proporção de intervalos NN sucessivos com uma diferença superior a 50 ms [pNN50] e raiz quadrada média da diferença de intervalos RR normais sucessivos [RMSSD] (32). Além disso, o RMSSD foi transformado pelo logaritmo natural do RMSSD (lnRMSSD). O índice VFC (ou seja, lnRMSSD) representa um método simples e prático, que tem sido utilizado como indicativo de má adaptação e/ou diminuição do desempenho em jogadores de basquete (29,47).

3.7 Análise estatística

As suposições de homogeneidade de variância e normalidade residual foram testadas usando os testes de Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente. Os dados com normalidade residual foram representados pela média e desvio padrão ($M \pm DP$), e mediana e intervalo interquartilico (MED [IQR]) para dados sem normalidade residual. No início, as suposições eram atendidas para idade, massa corporal, estatura, PSS-14 e T-Ansiedade. Assim, os t-tests de amostras independentes foram usados para verificar as diferenças entre os dois grupos (Grupo Vitória vs Derrota Grupo). No entanto, o tempo de experiência no esporte não apresentou normalidade residual, e o teste Mann–Whitney U foi realizado para comparar os grupos. Uma análise de variância de fator misto 2×2 foi usada para testar as diferenças entre o Grupo da Vitória e o Grupo da Derrota (efeitos entre grupos) e diferenças entre pré-jogo e pós-jogo (efeitos dentro do grupo) para S-Ansiedade e medições de VFC nos domínios de tempo e frequência. A análise post-hoc foi realizada usando o Bonferroni para avaliar os efeitos dentro de cada grupo. Em cada grupo, a porcentagem de mudança ($\Delta\%$) para S-Ansiedade e medidas de VFC entre pré e pós-jogo foram comparadas usando o t-tests de amostras independentes.

4. RESULTADOS

4.1 Características da amostra

Na linha de base, não houve diferenças significativas entre os grupos em relação à idade, massa corporal, PSS-14 e T-Ansiedade, exceto para a estatura do esporte e tempo de experiência. Os dados descritivos e as diferenças entre os grupos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Características antropométricas, psicológicas e tempo de experiência de ambos os grupos.

Variáveis	Grupo Vitória (n = 10)	Grupo Derrota (n = 10)		
Antropometria	M ± SD	M ± SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Idade (y)				
Massa Corporal (kg)	69.6 ± 2.1	71.1 ± 2.6	-1.400	0.178
Estatuta (cm)	174.5 ± 1.6	171.0 ± 1.3	5.496	≤ 0.001
Escalas Psicológicas	M ± SD	M ± SD	<i>t</i>	<i>p</i>
T-Anxiety	47.4 ± 2.6	49.0 ± 2.0	-1.530	0.143
PSS-14	21.3 ± 2.4	20.1 ± 5.7	0.615	0.546
Tempo de Experiência	MED [IQR]	MED [IQR]	<i>z</i>	<i>p</i>
Meses	24.0 [0.0]	36.0 [12.0]	-2.717	0.007

Legenda: M = média; DP = desvio padrão; MED = mediana; IQR = intervalo interquartilício; T-Ansiedade = Escala de Traço de Ansiedade; PSS-14 = Escala de Estresse Percebido - 14 itens.

4.2 S-Ansiedade

A análise mista de variância mostrou grupo significativo por interação de tempo ($F(1, 18) = 65.237$; $p \leq 0,0001$), efeitos principais para o grupo ($F(1, 18) = 18,015$; $p \leq 0,0001$) e momento ($F(1,18) = 11,982$; $p = 0,003$) para estado de ansiedade. A interação revelou uma diminuição da pontuação no estado de ansiedade no pós-jogo ($M \pm SD = 31,2 \pm 4,4$) em comparação com o pré-jogo ($M \pm SD = 36,2 \pm 3,9$) no VG ($p = 0,004$). Por sua vez, houve um aumento do estado de ansiedade no pós-jogo ($M \pm DP = 50,6 \pm 9,1$) em relação ao pré-jogo ($M \pm SD = 38,1 \pm 5,7$) para GD ($p \leq 0,0001$). Além disso, o estado de ansiedade no pós-jogo foi menor no GV em relação ao GD. Nenhuma diferença foi encontrada entre grupos no momento pré-jogo ($p = 0,394$). Porém, no pós-jogo, o estado de ansiedade foi maior no GD do que no GV ($p \leq 0,0001$) (Figura 1a). Além disso, foram encontradas diferenças entre os grupos para $\Delta\%$ de estado de ansiedade (Figura 1b).

Figura 1a.

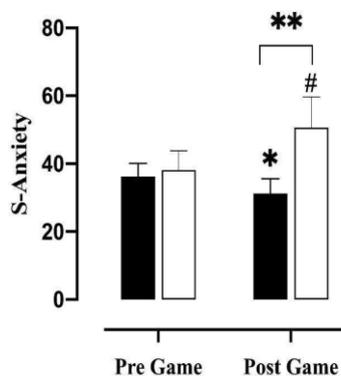
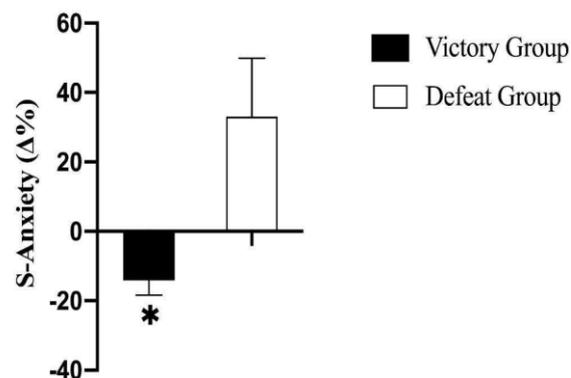


Figura 1b.



4.3 VFC

Em relação às medidas de VFC, tanto no domínio do tempo e da frequência, quanto na carga interna, os resultados mostram alterações no tempo pós-jogo (Tabela 2). Para medições no domínio do tempo, as comparações intragrupo mostraram reduções no RR em ambos, GV ($p = 0,012$; diferença média = $-83,9$ ms) e GD ($p = 0,046$; diferença média = $-64,1$ ms), respectivamente. Por sua vez, reduções no PNN50 foram observadas apenas no GV ($p = 0,032$; diferença média = $-13,9\%$) e nenhuma mudança significativa no GD ($p > 0,05$). Além disso, nenhuma diferença foi encontrada para SDNN no GV ($p = 0,120$) e GD ($p = 0,145$). Da mesma forma, o RMSSD também não foi alterado no GV ($p = 0,063$) e GD ($p = 0,125$). Nenhuma diferença entre os grupos foi encontrada no pré e pós-jogo para todas as medidas no domínio do tempo ($p > 0,05$).

No domínio da frequência, apenas no GD houve aumento no LF (10,7 nu; $p = 0,036$) e uma redução no HF ($-10,6$ nu; $p = 0,038$) no pós comparado com o pré-jogo. No GV, não houve alteração entre pós e pré-jogo para LF ($p = 0,063$) e HF ($p = 0,063$). Além disso, nenhuma diferença foi encontrada para a relação LF/HF entre pré e pós-jogo no GV ($p = 0,116$) e GD ($p = 0,131$). Ademais, nenhuma diferença entre os grupos foi encontrada no pré e pós-jogo para todas as medidas do domínio da frequência ($p > 0,05$).

Para lnRMSSD, o principal efeito encontrado para o tempo (ver tabela 2) não apresentou diferenças específicas dentro e entre os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 2. Valores dos índices de VFC para GV e DG pré e pós-jogo.

Domínios	Grupo Vitória (n = 10)		Grupo Derrota (n = 10)		Interação	Efeito Principal	
	Pré-jogo (M ± SD)	Pós-jogo (M ± SD)	Pré-jogo (M ± SD)	Pós-jogo (M ± SD)		Grupo	Tempo
Tempo					Grupo x Tempo	Grupo	Tempo
RR (ms)	702.1 ± 87.0	618.2 ± 32.7	707.7 ± 82.2	643.6 ± 93.8	F _(1, 18) = 0.219; p = 0.646	F _(1, 18) = 0.315; p = 0.581	F _(1, 18) = 12.219; p = 0.003*
SDNN (ms)	50.8 ± 23.6	39.8 ± 12.3	54.3 ± 14.3	44.0 ± 9.8	F _(1, 18) = 0.006; p = 0.941	F _(1, 18) = 0.536; p = 0.473	F _(1, 18) = 4.976; p = 0.039*
RMSSD (ms)	44.8 ± 33.7	26.4 ± 9.5	47.7 ± 19.9	32.9 ± 12.9	F _(1, 18) = 0.069; p = 0.796	F _(1, 18) = 0.476; p = 0.496	F _(1, 18) = 6.454; p = 0.021*
PNN50 (%)	20.4 ± 20.2	6.5 ± 5.8	23.4 ± 14.7	10.9 ± 9.1	F _(1, 18) = 0.027; p = 0.871	F _(1, 18) = 0.727; p = 0.405	F _(1, 18) = 9.755; p = 0.006*
Frequência					Grupo x Tempo	Grupo	Tempo
LF (n.u.)	70.3 ± 16.0	79.7 ± 5.3	62.7 ± 18.2	73.4 ± 12.4	F _(1, 18) = 0.038; p = 0.847	F _(1, 18) = 1.796; p = 0.197	F _(1, 18) = 9.006; p = 0.008*
HF (n.u.)	29.6 ± 16.0	20.2 ± 5.3	37.2 ± 18.2	26.5 ± 12.4	F _(1, 18) = 0.034; p = 0.856	F _(1, 18) = 1.784; p = 0.198	F _(1, 18) = 8.921; p = 0.008*
LF/HF (ratio)	3.1 ± 1.7	4.4 ± 2.0	2.7 ± 2.4	3.9 ± 2.9	F _(1, 18) = 0.002; p = 0.963	F _(1, 18) = 0.350; p = 0.562	F _(1, 18) = 5.230; p = 0.035*
Carga Interna					Grupo x Tempo	Grupo	Tempo
lnRMSSD (n.u.)	1.6 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.5 ± 0.2	3.1 ± 0.2	F _(1, 18) ≤ 0.001; p = 1.0	F _(1, 18) = 2.459; p = 0.134	F _(1, 18) = 7.870; p = 0.012*

Legenda: M = média; DP = desvio padrão; ms = milissegundos; % = porcentagem; n.u. = unidade normalizada; *pós-jogo < pré-jogo em todas as medidas no domínio do tempo.

5. DISCUSSÃO

O principal resultado deste estudo foi estabelecer o comportamento das manifestações de ansiedade e alterações autonômicas diante do resultado da partida (vitórias e derrotas). Nosso estudo é relevante, pois investiga a modulação autonômica cardíaca em atletas jovens do sexo masculino em condições reais de jogo nos períodos pré e pós-jogo de basquete. Pesquisas nessas condições com atletas jovens são escassa na literatura. Em segundo lugar, ao observar o comportamento da ansiedade, notamos um aumento significativo na medida pós-jogo. Isso não ocorreu no período que antecedeu a partida, de acordo com as respostas anotadas para ansiedade. Ademais, a hipótese principal do estudo foi parcialmente aceita, pois demonstrou alterações intragrupo nos componentes da VFC pós-jogo em comparação com as medidas pré-jogo.

Nesse sentido, a VFC tem sido uma das maneiras mais simplificadas e utilizadas para analisar a estabilidade do sistema nervoso autônomo cardíaco frente ao estresse mental (11). Como consequência disso, a ansiedade e atividades estressoras são capazes de induzir mudanças nos parâmetros da VFC e, se nota uma predisposição para atividade vagal baixa quando ocorre uma alta variação da frequência cardíaca (FC) e atividade simpática diante da ansiedade (48). Em geral, uma VFC alta em estado de repouso pode representar boa tolerância frente ao estresse (49).

Portanto, confrontando os níveis de VFC no pré e pós-jogo e, considerando o alto nível de ansiedade pós-jogo no grupo de derrota, confirmou-se a implicação do resultado da partida no estado psicológico dos atletas, que se deu de forma simultânea as alterações de VFC. Desse modo, os transtornos de ansiedade denotam baixa atividade vagal e resposta cardíaca simpática aumentada (48). Nossos achados indicam modificações tanto no domínio da frequência quanto no domínio do tempo, especialmente no período pós-jogo. Ademais, padrões da VFC parecem sensíveis ao ambiente competitivo, sendo influenciados facilmente por atividades estressoras e ansiedade (31).

Além disso, confirmamos achados anteriores disponíveis na literatura, na qual relatam respostas na redução da VFC no período pré-jogo em atletas

jovens de basquete (35). De certa forma, isso repercutirá em uma menor habilidade do organismo em se adaptar diante das alterações fisiológicas (50). Esses resultados indicam uma atenuação da modulação parassimpática e, por essa razão, indivíduos com respostas ansiogênicas tendem a produzir menor interação em circunstâncias de estresse social e competitivo (51). Isso pode indicar que em elevado estado de ansiedade, os atletas do GD não conseguiram se adaptar ao estresse sofrido, devido às alterações fisiológicas causadas em detrimento do resultado da partida. Esse fato se deve a manutenção de elevado drive simpático decorrente da partida em associação da contínua estimulação do núcleo paraventricular (52).

Diferente de D'Ascenzi et al. (2014), estudou o período pré-jogo em atletas de esporte coletivo. Aqui pudemos observar também o período pós-jogo, que demonstrou níveis elevados de ansiedade, acompanhado de baixa VFC no GD. Assim, várias pesquisas apontam os transtornos de ansiedade como marcador de VFC basal baixa e alto retorno cardíaco simpático (53,54) e, indubitavelmente, muitos estudos evidenciaram uma associação negativa entre a regulação vagal pela VFC e a ansiedade (55,56). Notamos uma redução considerável no PNN50 ($p=0,0032$) no pós-jogo no grupo de vitória (GV) e simultaneamente uma diminuição da ansiedade ($p = 0,004$) no mesmo período.

Além disso, o PNN50 caracteriza ação parassimpática, sendo identificado com base na análise dos intervalos RR adjacentes (50). Podemos atribuir o estresse atenuado no GV ao melhor controle simpátovagal (57). No GD o aumento da ansiedade demonstrou uma correlação com a ausência de variação do componente PNN50 ($p>0,05$) acompanhado do aumento dos níveis de ansiedade no pós-jogo, e nessa perspectiva, indivíduos com níveis mais elevados de ansiedade apresentam menor VFC (58).

Outro achado importante, foi para o domínio da frequência, que demonstrou uma atenuação na modulação parassimpática ($LF=10,7$ n.u.; $p = 0,036$ e $HF= -10,6$ n.u.; $p=0,038$), associado a escalas de ansiedade elevada ($p \leq 0,0001$) no período pós-jogo para o grupo GD. Para os mesmos componentes, outros estudos que utilizaram atletas jovens de basquetebol, encontraram uma redução (HF) e um aumento (LF) significativo após a partida em comparação com pré-jogo (35). Estudos como o de (59), indicam relação entre a redução do

domínio de alta frequência (HF) durante jogos de internet e a gravidade em transtornos de compulsão relacionados a esse tipo de jogo (60). Acerca do comando do sistema nervoso autônomo sobre o coração, estudos revelaram que a ansiedade competitiva, tanto de forma isolada, quanto associada à depressão, atua sobre o controle vagal cardíaco realizado pelo SN parassimpático (36). O HF (domínio de alta frequência) é um indicador da ação do nervo vago sobre o coração (50) e, corroborando com os dados da nossa pesquisa, uma metanálise que reúne estudos que utilizaram a VFC como indicador de estresse psicológico, apontam que o aumento e diminuição dos componentes LF e HF respectivamente, foram os mais relacionados a baixa atividade parassimpática (61).

Por essas razões, esses fatores podem estar relacionados ao impacto que o resultado da partida supostamente teriam provocado sobre o estado psicofisiológico desses atletas, tendo em vista que no grupo GD foi observado um estado de ansiedade mais elevado e um menor balanço simpátovagal no período pós-jogo, quando comparado ao pré-jogo, provocado pela redução da modulação parassimpática. Níveis mais baixos de ansiedade podem ser fatores positivos para atletas com menor predisposição para o estresse, haja vista que os mesmos poderão intermediar de maneira menos conflituosa suas relações interpessoais, o que poderá reverberar em um melhor desempenho (20).

O presente estudo propõe evidências importantes, para atletas e treinadores. Portanto, podemos sugerir que a vitória e a derrota em jogos competitivos acarretam diferentes respostas na VFC e nos níveis de ansiedade competitiva. Dessa maneira, nosso estudo poderá implicar de maneira significativa na potencialização do treinamento de atletas a partir do monitoramento das cargas de treino (62,63). Ademais, monitorar a VFC semanalmente é uma maneira simples e confiável para distanciar dos atletas e seus treinadores um desempenho indesejável e excessos nos treinamentos (29), amenizando os efeitos negativos que o estresse provoca em atletas de diversas modalidades (22).

Seguindo, uma baixa VFC após o jogo poderá implicar na recuperação do atleta, repercutindo no desempenho nos demais jogos, demandando um período mais prolongado para que o atleta retorne ao alto nível de competição

(37). A recuperação é um importante fator de desempenho (62) e ter jogadores cansados pode acentuar essa condição negativa durante a competição (64). Com isso, nossos resultados poderão auxiliar os treinadores em suas estratégias de monitoramento com o objetivo de promover resultados positivos para suas equipes.

Em outra perspectiva, as respostas sobre ansiedade pré-competitiva divergem da literatura, pois os escores de ansiedade no pré-jogo não mostraram mudanças importantes. Esses achados são distintos de um estudo envolvendo nadadores master no qual foi encontrado diferenças significativas nos níveis de ansiedade pré-competitiva (11). Contudo, a discrepância entre o que foi mencionado acima e o presente achado nos níveis de ansiedade pré-jogo ($p = 0,394$), são instigantes e podem ser derivados do tipo de modalidade esportiva estudada (65,66), pois atletas de esportes individuais são responsabilizados pelo esporte de maneira solitária e, suas capacidades físicas e mentais terão reflexo no resultado da partida (66). Logo, ficou convencionado que atletas praticantes de modalidades esportivas individuais apresentam escores de ansiedade somática mais elevados quando comparados com os envolvidos em modalidades coletivas (67).

Em outro entendimento, divergindo desses estudos que encontraram baixos níveis de ansiedade pré-competitiva, uma pesquisa elegante com um coorte considerável ($n=320$), relata no mesmo período e em atletas jovens de basquete, baixos níveis de ansiedade competitiva (68), especialmente por ser observada uma discreta variação do equilíbrio simpátovagal em atletas de modalidades coletivas, mesmo frente a uma condição de muito estresse que pode causar mudanças no estado fisiológico e psicológico de maneira pronunciada (31).

Em nosso estudo não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos no momento pré-jogo ($p = 0,394$). Além disso, alguns aspectos devem ser levados em consideração, como por exemplo as demandas metabólicas e físicas dos esportes praticados (69). Ademais, os esportes anaeróbios, manifestam boa recepção às alterações no controle autonômico cardíaco quando comparado a atividades aeróbicas (70). Contudo, nossos desfechos mostraram uma diminuição da pontuação no estado de ansiedade no pós-jogo

em comparação com o pré-jogo no GV ($p = 0,004$), acompanhado da redução do PNN50 e do resultado positivo da partida.

Vale relatar que os efeitos negativos da ansiedade nos esportes pioram o desempenho dos atletas sob pressão (22,71) e a função autonômica (22). Nosso estudo confirma achados anteriores, para a influência da ansiedade no estado psicofisiológico de atletas jovens. Logo, o estado de ansiedade pode influenciar o desempenho quando observado o papel da força de autocontrole e da ansiedade-estado no desempenho esportivo (71). Do mesmo modo, o medo do fracasso está associado ao esgotamento e ao estresse psicológico em atletas jovens (15 a 19 anos) (10). Fazendo-se importante os testes psicológicos associados a intervenções fisiológicas, na rotina de treinamento dos atletas, a fim de auxiliar na melhoria da recuperação, (62) e ajuste da carga de treinamento (64).

Por fim, identificamos níveis elevados de ansiedade pós-jogo ($p \leq 0,0001$) para grupo de derrota (GD), o contrário ocorreu para o GV que diminuiu os escores de ansiedade (pré-jogo $M \pm SD = 36,2 \pm 3,9$ e pós-jogo $M \pm SD = 31,2 \pm 4,4$) e, estudos recentes, também encontraram resultados semelhantes para escores de ansiedade (índices elevados) em atletas jovens de basquete após o jogo (35). Nossos achados estão em consonância com os de Hoover et al. (2017), que também utilizou atletas jovens de basquetebol e demonstraram que situações de competição geram respostas importantes nas medidas de subescalas de ansiedade, humor e desempenho. Dessa maneira, sintomas somáticos podem ser oriundos de várias demandas. Acredita-se que esse fator se deve à incumbência do êxito/fracasso da equipe não recair apenas sobre um jogador (35). Entretanto, os próprios autores admitem que não seria razoável desprezar o resultado da partida.

6. LIMITAÇÕES

Diferentemente de evidências disponíveis na literatura, nosso estudo conta como principal limitação, um pequeno tamanho amostral. No entanto, deve ser pontuado que estudamos uma coorte selecionada de atletas de alto rendimento. Aspectos individuais como a experiência e a confiança merecem atenção, considerando que é possível verificar alterações diferentes provocadas

pelo estresse em indivíduos atletas. Ademais, não foram coletadas medidas bioquímicas, que poderiam também explicar por uma ótica distinta os resultados observados em nosso estudo.

REFERÊNCIAS

1. Myer GD, Jayanthi N, Difiori JP, Faigenbaum AD, Kiefer AW, Logerstedt D, et al. Sport Specialization, Part I: Does Early Sports Specialization Increase Negative Outcomes and Reduce the Opportunity for Success in Young Athletes? *Sports Health*. 2015 Sep 24;7(5):437–42.
2. Feeley BT, Agel J, Laprade RF. When Is It Too Early for Single Sport Specialization? Vol. 44, *American Journal of Sports Medicine*. SAGE Publications Inc.; 2016. p. 234–41.
3. Brenner JS, LaBotz M, Sugimoto D, Stracciolini A. The psychosocial implications of sport specialization in pediatric athletes. Vol. 54, *Journal of Athletic Training*. National Athletic Trainers' Association Inc.; 2019. p. 1021–9.
4. Mostafavifar AM, Best TM, Myer GD. Early sport specialisation, does it lead to long-term problems? *Br J Sports Med*. 2013 Nov;47(17):1060–1.
5. Jayanthi N, Pinkham C, Dugas L, Patrick B, LaBella C. Sports Specialization in Young Athletes: Evidence-Based Recommendations. *Sports Health*. 2013 May;5(3):251–7.
6. Pluhar E, McCracken C, Griffith KL, Christino MA, Sugimoto D, Meehan III WP. Sport Athletes May Be Less Likely To Suffer Anxiety or Depression than Individual Sport Athletes [Internet]. Vol. 18, *Journal of Sports Science and Medicine*. 2019. Available from: <http://www.jssm.org>
7. Reigal RE, Vázquez-Diz JA, Morillo-Baro JP, Hernández-Mendo A, Morales-Sánchez V. Psychological profile, competitive anxiety, moods and self-efficacy in beach handball players. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jan 1;17(1):1–13.
8. Patel DR, Omar H, Terry M. Sport-related Performance Anxiety in Young Female Athletes. Vol. 23, *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*. 2010. p. 325–35.
9. Hasanah U, Refanthira N. Human Problems: Competitive Anxiety in Sport Performer and Various Treatments to Reduce It. *Av Soc Sci Educ Humanit Res* [Internet]. 2020;395:144–8. Available from: <https://doi.org/10.13140/2.1.2184.4161>.
10. Gustafsson H, Sagar SS, Stenling A. Fear of failure, psychological stress, and burnout among adolescent athletes competing in high level sport. *Scand J Med Sci Sport*. 2017 Dec 1;27(12):2091–102.
11. César Cervantes Blásquez J, Rodas Font G, Capdevila Ortís L. Variabilidade da frequência cardíaca e ansiedade pré-competitiva em nadadores [Internet]. Vol. 21, *Psicothema*. 2009. Available from: www.psychothema.com
12. Broodryk A, Pienaar C, Sparks M. The Effect of a Soccer Tournament on Baseline Psycho-Hormonal States of Collegiate Female Players. *Ann Appl Sport Sci*. 2021 Dec 1;9(4).
13. Fessi MS, Moalla W. Postmatch perceived exertion, feeling, and wellness

- in professional soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018 May 1;13(5):631–7.
14. Marc-Antoine Crocq M. A history of anxiety: from Hippocrates to DSM [Internet]. 2015. Available from: www.dialogues-cns.org
 15. Ayuso-Moreno R, Fuentes-García JP, Collado-Mateo D, Villafaina S. Heart rate variability and pre-competitive anxiety according to the demanding level of the match in female soccer athletes. *Physiol Behav.* 2020 Aug 1;222.
 16. Besharat MA, Pourbohloul S. Moderating Effects of Self-Confidence and Sport Self-Efficacy on the Relationship between Competitive Anxiety and Sport Performance. *Psychology.* 2011;02(07):760–5.
 17. Arruda AFS, Aoki MS, Paludo AC, Moreira A. Salivary steroid response and competitive anxiety in elite basketball players: Effect of opponent level. *Physiol Behav.* 2017 Aug 1;177:291–6.
 18. Palazzolo J. Anxiety and performance. *Encephale.* 2020 Apr 1;46(2):158–61.
 19. Milavić B, Jurko D, Grgantov Z. Relations of Competitive State Anxiety and Efficacy of Young Volleyball Players. *Coll Antropol [Internet].* 2013;37(2):83–92. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/255692964>
 20. Guillén F, Sánchez R. Competitive anxiety in expert female athletes: Sources and intensity of anxiety in national team and first division spanish basketball players. *Percept Mot Skills.* 2009 Oct;109(2):407–19.
 21. González-Hernández J, Gomariz-Gea M, Valero-Valenzuela A, Gómez-López M. Resilient resources in youth athletes and their relationship with anxiety in different team sports. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Aug 1;17(15):1–11.
 22. Oliveira-Silva I, Silva VA, Cunha RM, Foster C. Autonomic changes induced by precompetitive stress in cyclists in relation to physical fitness and anxiety. *PLoS One.* 2018 Dec 1;13(12).
 23. García-González S, López-Plaza D, Abellán-Aynés O. Influence of Competition on Anxiety and Heart Rate Variability in Young Tennis Players. *Healthc.* 2022 Nov 1;10(11):1–9.
 24. Souza RA, Beltran OAB, Zapata DM, Silva E, Freitas WZ, Junior R V., et al. Heart rate variability, salivary cortisol and competitive state anxiety responses during pre-competition and pre-training moments. *Biol Sport.* 2019;36(1):39–46.
 25. Appelhans BM, Luecken LJ. Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. Vol. 10, *Review of General Psychology.* American Psychological Association Inc.; 2006. p. 229–40.
 26. Gonçalves MP, Belo RP. Ansiedade-traço competitiva: diferenças quanto ao gênero, faixa etária, experiência em competições e modalidade esportiva em jovens atletas. *Psico-USF [Internet].* 2007 [cited 2022 Jul 28];12(2):301–7. Available from: https://www.researchgate.net/publication/237747001_Ansiedade-traco_competitiva_diferencas_quanto_ao_genero_faixa_etaria_experienca_em_competicoes_e_modalidade_esportiva_em_jovens_atletas
 27. Paniccia M, Paniccia D, Thomas S, Taha T, Reed N. Clinical and non-clinical depression and anxiety in young people: A scoping review on heart rate variability. *Auton Neurosci Basic Clin.* 2017 Dec 1;208:1–14.

28. Djaoui L, Haddad M, Chamari K, Dellal A. Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. Vol. 181, *Physiology and Behavior*. Elsevier Inc.; 2017. p. 86–94.
29. Nakamura FY, Pereira LA, Cal Abad CC, Cruz IF, Flatt AA, Esco MR, et al. Adequacy of the Ultra-Short-Term HRV to Assess Adaptive Processes in Youth Female Basketball Players. *J Hum Kinet*. 2017 Feb 25;56(1):73–80.
30. Ortega E, Wang CJK. Pre-performance Physiological State: Heart Rate Variability as a Predictor of Shooting Performance. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2018 Mar 1;43(1):75–85.
31. D’Ascenzi F, Alvino F, Natali BM, Cameli M, Palmitesta P, Boschetti G, et al. Precompetitive assessment of heart rate variability in elite female athletes during play offs. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014;34(3):230–6.
32. Hu MX, Milaneschi Y, Lamers F, Nolte IM, Snieder H, Dolan C V., et al. The association of depression and anxiety with cardiac autonomic activity: The role of confounding effects of antidepressants. *Depress Anxiety*. 2019 Dec 1;36(12):1163–72.
33. Alfonso C, Capdevila L. Heart rate variability, mood and performance: a pilot study on the interrelation of these variables in amateur road cyclists. *PeerJ*. 2022 Mar 30;10.
34. Morales J, Garcia V, García-Massó X, Salvá P, Escobar R, Buscà B. The use of heart rate variability in assessing precompetitive stress in high-standard judo athletes. *Int J Sports Med*. 2013;34(2):144–51.
35. García-Ceberino JM, Fuentes-García JP, Villafaina S. Impact of Basketball Match on the Pre-Competitive Anxiety and HRV of Youth Female Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jul 1;19(13).
36. Chen H-C, Yang CC, Kuo TB, Su T-P, Chou P. Cardiac vagal control and theoretical models of co-occurring depression and anxiety: A cross-sectional psychophysiological study of community elderly [Internet]. 2012. Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-244X/12/93>
37. Fortes LS, V da Costa BD, Paes PP, do Nascimento Júnior JR, Fiorese L, Ferreira ME. of Competitive-Anxiety on Heart Rate Variability in Swimmers [Internet]. Vol. 16, ©*Journal of Sports Science and Medicine*. 2017. Available from: <http://www.jssm.org>
38. Dunn JGH, Syrotuik DG. An investigation of multidimensional worry dispositions in a high contact sport. *Psychol Sport Exerc*. 2003 Jul;4(3):265–82.
39. Kemarat S, Theanthong A, Yeemin W, Suwankan S. Personality characteristics and competitive anxiety in individual and team athletes. *PLoS One*. 2022 Jan 1;17(1 January 2022).
40. Jiménez Morgan S, Molina Mora JA. Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Sport Performance, a Systematic Review. Vol. 42, *Applied Psychophysiology Biofeedback*. Springer New York LLC; 2017. p. 235–45.
41. Pusenjak N, Grad A, Tusak M, Leskovsek M, Schwarzlin R. Can biofeedback training of psychophysiological responses enhance athletes’ sport performance? A practitioner’s perspective. *Phys Sportsmed*. 2015;43(3):287–99.
42. Spielberger, C.D., Gorsuch, R.L. and Lushene RE. *STAI Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Consult Psychol Press. 1970;07(08):360–

- 9.
43. Sheldon Cohen tom KRM. Cohen et al, 1983. *J Heal Soc Behav* . 1983;24:385–96.
 44. Luft CDB, Sanches S de O, Mazo GZ, Andrade A. *Rev Saúde Pública* 2007;41(4):606-15 Versão brasileira da Escala de Estresse Percebido: tradução e validação para idosos. *Rev Saúde Pública [Internet]*. 2007 [cited 2022 Jul 28];41(4):606–15. Available from: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/bgpXDHZXQXNqVS8JLnLdLhr/?lang=pt>
 45. Faro A, Emanuel Pereira M. ESTRESSE: REVISÃO NARRATIVA DA EVOLUÇÃO CONCEITUAL, PERSPETIVAS TEÓRICAS E METODOLÓGICAS. *Psicol SAÚDE DOENÇAS [Internet]*. 2013;14(1):78–100. Available from: www.sp-ps.com
 46. European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996;93(5):1043–65.
 47. Lukonaitienė I, Kamandulis S, Paulauskas H, Domeika A, Pliauga V, Kreivytė R, et al. Investigating the workload, readiness and physical performance changes during intensified 3-week preparation periods in female national Under18 and Under20 basketball teams. *J Sports Sci*. 2020 May 2;38(9):1018–25.
 48. Friedman BH. Um modelo de flexibilidade autonômica-integração neurovisceral de ansiedade e tônus vagal cardíaco. *Psicol Biológica [Internet]*. 2007;74:185–99. Available from: www.elsevier.com/locate/biopsycho
 49. Oldehinkel AJ, Verhulst FC, Ormel J. Low Heart Rate: A Marker of Stress Resilience. *The TRAILS Study. Biol Psychiatry*. 2008 Jun 15;63(12):1141–6.
 50. Vanderlei LCM, Preste CM, Hoshi RA, Carvalho T dias de, Godoy MF de. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(2):205–17.
 51. Griffiths KR, Quintana DS, Hermens DF, Spooner C, Tsang TW, Clarke S, et al. Sustained attention and heart rate variability in children and adolescents with ADHD. *Biol Psychol*. 2017 Mar 1;124:11–20.
 52. Sanchez-Gonzalez MA, Guzik P, May RW, Koutnik AP, Hughes R, Muniz S, et al. Trait anxiety mimics age-related cardiovascular autonomic modulation in young adults. *J Hum Hypertens*. 2015 Apr 12;29(4):274–80.
 53. Friedman BH, Thayer JF. AUTONOMIC BALANCE REVISITED: PANIC ANXIETY AND HEART RATE VARIABILITY. *J Psychosom Res*. 1998;44(1):133–51.
 54. Gorman JM, Sloan RP. Heart rate variability in depressive and anxiety disorders. *Am Heart J*. 2000;140(4 SUPPL.):77–83.
 55. Fuller BF. The effects of stress-anxiety and coping styles on heart rate variability. *Internacunal J Psychophysiol*. 1992;12:81–6.
 56. Watkins LL, Grossman P, Krishnan R, Sherwood A. Anxiety and Vagal Control of Heart Rate. *Psychosom Med*. 1998 Aug 4;60(4):498–502.
 57. Zou L, Sasaki JE, Wei GX, Huang T, Yeung AS, Neto OB, et al. Effects of mind–body exercises (Tai Chi/Yoga) on heart rate variability parameters and perceived stress: A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Med*. 2018 Nov 1;7(11):1–20.

58. Chalmers JA, Quintana DS, Abbott MJA, Kemp AH. Anxiety disorders are associated with reduced heart rate variability: A meta-analysis. *Front Psychiatry*. 2014;5(JUL):1–11.
59. Lee J, Stone AJ. Combined Aerobic and Resistance Training for Cardiorespiratory Fitness, Muscle Strength, and Walking Capacity after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis* [Internet]. 2020;29(1):104498. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104498>
60. Shin CN, Lee YS, Belyea M. Physical activity, benefits, and barriers across the aging continuum. *Appl Nurs Res* [Internet]. 2018;44(September):107–12. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2018.10.003>
61. Kim HG, Cheon EJ, Bai DS, Lee YH, Koo BH. Stress and heart rate variability: A meta-analysis and review of the literature. Vol. 15, *Psychiatry Investigation*. Korean Neuropsychiatric Association; 2018. p. 235–45.
62. Kellmann M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. Vol. 20, *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2010. p. 95–102.
63. Machado S, de Oliveira Sant’Ana L, Cid L, Teixeira D, Rodrigues F, Travassos B, et al. Impact of victory and defeat on the perceived stress and autonomic regulation of professional eSports athletes. *Front Psychol*. 2022 Aug 25;13.
64. Fa´ F, Nakamura FY, Antunes P, Nunes CL, Ju´ J, Costa JA, et al. HEART RATE VARIABILITY CHANGES FROM TRADITIONAL VS. ULTRA-SHORT-TERM RECORDINGS IN RELATION TO PRESEASON TRAINING LOAD AND PERFORMANCE IN FUTSAL PLAYERS [Internet]. Available from: www.nasca.com
65. Correia M, Rosado A. Anxiety in athletes: Gender and type of sport differences. *Int J Psychol Res*. 2019;12(1):9–17.
66. Lee S, Kwon S, Kim YS, Lee D. The effect of adolescent athletes’ achievement goal orientation and perception of error on their sport-confidence. *Int J Sport Sci Coach*. 2021;16(3):646–57.
67. Kirkby RJ, Liu J. Perceptual and Motor Skills, 1999,88, 297-303. *O Perceptual and Motor Skills* [Internet]. 1999 [cited 2022 Jul 28];88:297–303. Available from: https://journals.sagepub.com/doi/10.2466/pms.1999.88.1.297?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub 0pubmed
68. Vila GO, Rodríguez JR, Fuentes-Guerra FJG, Martín JF, Sánchez ACJ, González LJD, et al. Competitive anxiety in young basketball players from the real madrid foundation. *Sustain*. 2020 May 1;12(9).
69. RAGLIN JS. Anxiety and sport Performance. *Exerc Sport Sci Rev* [Internet]. 1992 Jan;20(1):243–74. Available from: <http://journals.lww.com/00003677-199200200-00009>
70. Mazon J, Gastaldi A, Di Sacco T, Cozza I, Dutra S, Souza H. Effects of training periodization on cardiac autonomic modulation and endogenous stress markers in volleyball players. *Scand J Med Sci Sport*. 2013;23(1):114–20.
71. Englert C, Bertrams A. Anxiety, Ego Depletion, and Sports Performance. Vol. 34, *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2012.

ARTIGO 2

DESEMPENHO E SAÚDE NÃO SÃO QUESTÕES BINÁRIAS, ELAS ANDAM DE MÃOS DADAS: UMA PERSPECTIVA CONGRUENTE

RESUMO

O paradigma paradoxal entre performance e saúde foi introduzido durante os anos oitenta e noventa. Desde então, devido à dicotomia entre variáveis de desempenho e saúde, bem como reportagens publicadas pelos principais veículos de comunicação, esse discurso vem ganhando força. Essa dicotomia entre variáveis de desempenho e saúde pode causar algum grau de confusão sobre o assunto. Por outro lado, a modernização dos aparatos e métodos científicos, bem como da literatura formada nas últimas décadas, pode ser capaz de proporcionar uma compreensão mais coesa do paradigma paradoxal: performance e saúde. Portanto, o objetivo desta revisão é oferecer uma perspectiva congruente entre desempenho e saúde a partir dos seguintes tópicos. Onze itens relacionados direta ou indiretamente ao conceito de saúde associado ao desempenho humano foram significativamente analisados, a saber: a) sistema nervoso autônomo; b) função imunológica; c) diversidade microbiana intestinal; d) densidade mineral óssea; e) saúde vascular; f) câncer de mama; g) balanço redox e comprimento dos telômeros; h) reabilitação de concussão; i) qualidade do sono; j) conexão social, auto-estima, depressão e felicidade; q) qualidade de vida. Na tentativa de fortalecer a perspectiva congruente entre desempenho e saúde, sugere-se, em sua teoria, que os benefícios para a saúde acontecem antes da melhora do desempenho, tornando razoável inferir que parece impossível melhorar o desempenho sem ser saudável. Em conclusão, desempenho e saúde parecem ter vários pontos em comum. Parece que este paradigma não tem um suporte forte. No entanto, sugerimos interpretar essas indicações com cautela, pois poucos estudos compararam variáveis relacionadas à saúde entre atletas e não atletas.

Palavras-chave: saúde, performance, treinamento Físico

ARTICLE 2

PERFORMANCE AND HEALTH ARE NOT BINARY ISSUES, THEY GO HAND IN HAND: A CONGRUENT PERSPECTIVE

ABSTRACT

The paradoxical paradigm between performance and health was introduced during the eighties and nineties. Since then, due to the dichotomy between performance and health variables, as well as reports published by the main communication vehicles, this discourse has been gaining strength. This dichotomy between performance and health variables can cause some degree of confusion on the subject. On the other hand, the modernization of scientific apparatus and methods, as well as the literature formed in recent decades, may be able to provide a more cohesive understanding of the paradoxical paradigm: performance and health. Therefore, the objective of this review is to offer a congruent perspective between performance and health based on the following topics. Eleven items related directly or indirectly to the concept of health associated with human performance were significantly analyzed, namely: a) autonomic nervous system; b) immune function; c) intestinal microbial diversity; d) bone mineral density; e) vascular health; f) breast cancer; g) redox balance and telomere length; h) concussion rehabilitation; i) sleep quality; j) social connectedness, self-esteem, depression and happiness; q) quality of life. In an attempt to strengthen the congruent perspective between performance and health, it is suggested, in his theory, that health benefits happen before performance improvement, making it reasonable to infer that it seems impossible to improve performance without being healthy. In conclusion, performance and health seem to have a lot in common. It appears that this paradigm does not have strong support. However, we suggest interpreting these indications with caution, as few studies have compared health-related variables between athletes and non-athletes.

Key words: health, performance, physical training

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, o desempenho físico tem sido muitas vezes dissociado da saúde, partindo-se do seguinte pressuposto: "atletas treinam para competição e não para saúde" (67). Além disso, também existe uma dicotomia bem estabelecida entre desempenho e variáveis de saúde, em que aptidão cardiorrespiratória, força muscular, resistência muscular, flexibilidade e composição corporal são consideradas variáveis associadas à saúde. Enquanto agilidade, equilíbrio, potência, velocidade, coordenação e tempo de reação estão relacionados ao desempenho (44). Diante dos argumentos acima, é razoável inferir que parece haver uma clara dicotomia entre desempenho e saúde.

Aliás, uma reportagem publicada pela prestigiosa revista Sports Illustrated, em 1997, fez esse discurso ganhar grande força. O relatório apontou que, ao fazer a seguinte pergunta a 198 atletas olímpicos e aspirantes à olímpicos dos Estados Unidos da América: "É oferecido a você uma substância proibida para melhorar o desempenho que vem com duas garantias": 1) Você não será pego. 2) Você vencerá todas as competições em que participar nos próximos cinco anos e morrerá devido aos efeitos colaterais da substância. Você aceitaria? Os autores ficaram chocados com as respostas quando mais da metade dos atletas disseram que sim (7).

No entanto, ainda que os atletas tenham relatado o alarmante resultado citado acima, a modernização dos aparatos e métodos científicos, bem como da literatura formada nas últimas décadas, pode ser capaz de fornecer uma compreensão mais coesa do paradigma paradoxal: performance e saúde (Figura 1). Portanto, o objetivo desta revisão é oferecer uma perspectiva congruente entre desempenho e saúde com base nos tópicos abaixo.

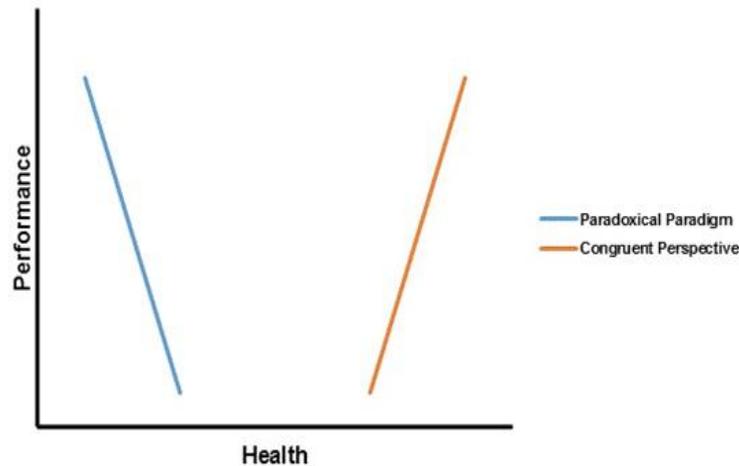


Figura 1. Ilustração do Paradigma Paradoxal e da Perspectiva Congruente.

Nota: Podemos observar que na perspectiva paradoxal de que o aumento do desempenho implica distanciamento da capacidade potencial de manutenção da saúde. Por outro lado, a perspectiva congruente admite a necessidade de um ambiente interno íntegro e saudável para ter um desempenho potencial.

2. Sistema Nervoso Autônomo

Auber et al. (5), ao comparar índices de variabilidade da frequência cardíaca entre atletas treinados aeróbiamente e não atletas, pareados por idade (18 a 34 anos), demonstraram que atletas adultos jovens apresentaram maiores valores de atividade nervosa autonômica parassimpática em todos os indicadores analisados (Média NN = intervalo normal a normal; pNN50 = porcentagem de diferenças entre intervalos sucessivos maiores que 50ms; rMSSD = raiz quadrada da média quadrada das diferenças sucessivas entre intervalos RR adjacentes; SDNN = desvio padrão do intervalo NN).

Em relação a atletas idosos e uma população sedentária da mesma idade, Jensen-Urstad et al. (25), ao analisar os seguintes parâmetros: Baixa frequência (LF) e Alta frequência (HF) por 24 horas, sendo LF um indicador predominantemente da atividade simpática, porém com alguma participação da atividade nervosa parassimpática, e HF exclusivamente da atividade vagal, demonstraram que atletas idosos não apresentaram diferenças significativas em ambos os marcadores. No entanto, vale ressaltar que, visualmente, os atletas apresentaram valores visualmente mais baixos de LF e maiores valores de HF do que seus pares controles. Destacando, assim, que atletas treinados

aeróbiamente parecem ter melhor saúde nervosa autonômica do que seus pares de controle.

Além disso, um experimento clássico e elegante (26), um modelo simples para caracterizar os efeitos simpáticos e parassimpáticos na frequência cardíaca (R) foi testado durante o repouso em 10 não atletas e 8 remadores de classe mundial, todos do sexo masculino. O modelo afirma que $R = mnR_0$, onde R_0 é a frequência cardíaca intrínseca, e m e n dependem apenas da atividade simpática e parassimpática, respectivamente. Os multiplicadores m e n foram determinados por bloqueio farmacológico duplo em duas sessões em condições semelhantes, mas em uma sessão o propranolol e a atropina foram administrados primeiro. Nos atletas a frequência cardíaca controle [$55 \pm 3,3$ bpm] e R_0 ($81 \pm 8,3$ bpm) foram menores do que nos não atletas ($62 \pm 6,0$; $p < 0,01$ e 102 ± 11 ; $p < 0,001$, respectivamente). O multiplicador simpático, m , foi semelhante ($1,18 \pm 0,06$ vs. $1,20 \pm 0,05$; $p > 0,4$) nos dois grupos, mas n , o multiplicador parassimpático, foi maior ($p < 0,01$) nos atletas ($0,57 \pm 0,03$) do que não atletas ($0,51 \pm 0,05$).

Acrescentando informações a esse corpo de evidências, Biswas (10), ao comparar a frequência cardíaca em repouso, o desvio padrão de todos os intervalos NN (SDNN), a raiz quadrada da soma de intervalos NN sucessivos (rMSSD) e a porcentagem da diferença entre NN adjacentes intervalos diferindo mais de 50 milissegundos (pNN50%), todos esses indicadores de atividade do nervo parassimpático, entre atletas de críquete ($n=15$), atletas de diferentes modalidades ($n=14$) e não atletas ($n=11$), mostraram que ambos grupos de atletas tiveram apenas frequência cardíaca de repouso menor, sem diferença nos indicadores de VFC. Vale ressaltar que os grupos de atletas apresentaram valores mais elevados dos indicadores de atividade nervosa parassimpática, embora não significativos ($p > 0,05$) quando comparados ao grupo de atletas. Isso pode sugerir um efeito protetor do estilo de vida do atleta sobre a atividade nervosa autônoma. Ou seja, a maior atividade parassimpática no grupo de atletas, embora não significativa, pode ser clinicamente relevante.

Um protocolo elegante (31), visa verificar se a modulação autonômica da frequência cardíaca, indicada pela VFC, difere durante o repouso supino e

inclinação da cabeça para cima (HUT) quando são comparados ciclistas sedentários e treinados em endurance. Onze jovens sedentários (S) e 10 ciclistas treinados (C) foram estudados. Em repouso, os atletas apresentaram frequências cardíacas menores ($p < 0,05$) e valores maiores no domínio do tempo da VFC em comparação aos controles (DP do intervalo RR normal, SDNN, medianas): 59,1 ms (S) vs. 89,9 ms (C) , $p < 0,05$. Durante o tilt, os atletas também apresentaram valores mais elevados no domínio do tempo da VFC em comparação com os controles (SDNN, medianas): 55,7 ms (S) vs. 69,7 ms (C), $p < 0,05$. Não foram detectadas diferenças nos componentes espectrais de potência da VFC em repouso ou durante o HUT entre os grupos.

Shin et al., (54), ao avaliar os efeitos adaptativos do treinamento de resistência na função autonômica usando HRV, em que, ECG contínuo foram registrados de 15 atletas e 15 não atletas durante 10 minutos na posição sentada. A função autonômica foi avaliada pela potência LF e potência HF. A frequência cardíaca de repouso dos atletas foi significativamente menor do que a dos não atletas. A potência de HF, um índice de atividade parassimpática, foi significativamente maior em atletas do que em não atletas. Enquanto isso, a potência do LF (indicador da atividade simpática) não apresentou diferença significativa entre os dois grupos, embora a dos atletas tenha sido ligeiramente menor do que a dos não atletas.

Stang et al., (59), comparou a atividade nervosa parassimpática de atletas de diferentes modalidades e seus controles não atletas. A atividade parassimpática foi medida por pupilometria e VFC no início do exercício com o índice vagal cardíaco calculado em 28 esquiadores cross-country (10 mulheres/18 homens), 29 nadadores (12 mulheres/17 homens) e 30 controles não atletas saudáveis (16 feminino/14 masculino) em dois dias diferentes. Os resultados demonstram que os atletas têm um índice cardíaco vagal melhor do que os não atletas. Além disso, curiosamente, os nadadores têm um índice cardíaco vagal melhor do que os atletas de esqui cross-country.

Por outro lado, Molina et al., (32), ao comparar 12 ciclistas de montanha de elite e 11 controles pareados não atletas, o domínio do tempo e a frequência da VFC foram avaliados com base em uma série de intervalos RR de ECG de 5

minutos obtidos em as posições supina e em pé. Os atletas apresentaram frequências cardíacas menores (50 vs. 63 bpm; $p = 0,0004$), mas não houve diferença estatística na VFC entre os grupos.

Com relação aos adolescentes, Subramanian et al., (61), ao comparar 30 atletas de esportes aeróbicos e 30 não atletas, com idades entre 10 e 19 anos, mostraram que os atletas têm maior sensibilidade barorreflexa e maior tônus parassimpático (SDNN, rMSSD e potência HF) do que seus pares não atletas. Além disso, a reatividade parassimpática foi maior em atletas.

Resultados semelhantes também foram encontrados ao investigar atletas com lesão medular (SCI) (16). Um estudo recente e elegante comparou 145 sujeitos avaliados: 36 atletas com lesão medular traumática ($41,1 \pm 16,8$ anos), 52 não atletas com lesão medular traumática ($40,2 \pm 14,1$ anos) e 57 indivíduos aptos ($39,4 \pm 12,5$ anos). A modulação autonômica cardíaca foi avaliada por meio da VFC medida na posição sentada em repouso e durante uma atividade de jogo de realidade virtual (RV). Encontrou-se uma VFC significativamente mais favorável para atletas com LM quando comparados a não atletas com LM, mas não houve diferenças entre atletas com LM e controles saudáveis. Além disso, atletas e controles sem deficiência mostraram adaptação adequada do sistema nervoso autônomo (repouso versus atividade física na atividade de jogo de RV).

Em relação aos atletas de endurance master, 10 idosos atletas de endurance do sexo masculino, com idade de $65 \pm 2,6$ anos (grupo A), foram comparados com 12 idosos do sexo masculino, com idade de $66 \pm 3,7$ anos, que praticavam exercícios moderados (grupo B), e com um grupo controle (grupo C) composto por 20 jovens saudáveis do sexo masculino, com idade de $32 \pm 2,3$ anos, praticantes de exercícios moderados. Foram coletados dados de monitoramento por holter de ECG e análise da variabilidade da frequência cardíaca. O índice não espectral usado para analisar a variabilidade da frequência cardíaca (pNN50) foi significativamente maior nos atletas do grupo A ($39,7 \pm 9,4\%$) e nos indivíduos do grupo C ($39,2 \pm 10,2\%$) do que nos indivíduos do grupo B ($32,2 \pm 11,5\%$; $p < 0,05$) (62).

Esses resultados indicam que o status de atleta, especialmente em esportes de resistência, resulta em aumento da atividade vagal, o que pode contribuir em parte para a bradicardia em repouso. Nesse cenário, sugere-se que os atletas parecem ser menos propensos a desenvolver hipertensão arterial sistêmica, disfunção endotelial, obesidade, resistência à insulina, aumento do estresse oxidativo e inflamação e, portanto, síndrome metabólica. Desde então, o aumento da atividade nervosa simpática tem sido postulado como causa e consequência das doenças e condições mencionadas anteriormente (33).

3. Função Imunológica

No que diz respeito ao sistema imunológico, uma questão que está surgindo hoje, devido ao surto de COVID-19, Nieman et al. (36), ao analisar a resposta proliferativa de linfócitos induzida por fitohemaglutinina (sangue total ajustado como cpm para cada célula CD3+ ou T) mostrou resultados significativamente mais altos (31% e 36% para concentrações ótimas e abaixo do ideal, respectivamente) em remadores do que em controles. Além disso, a atividade das células natural killer foi substancialmente maior (1,6 vezes para unidades líticas totais) nas remadoras do que nos controles. Esses resultados sugerem que os atletas parecem estar mais protegidos contra alguns agentes nocivos do que os não atletas.

No entanto, outro estudo do mesmo grupo (35), com a proposta de comparar a atividade citotóxica de células natural killer e proliferação de linfócitos induzida por Con A (função de células T) em atletas versus não atletas, com medição de natural killer e células T para permitem uma comparação ajustada "por célula". Dezoito jovens atletas de resistência do sexo masculino (10 corredores e 8 ciclistas) com $6,6 \pm 0,8$ anos de experiência competitiva foram comparados com 11 adultos não atletas do sexo masculino. As concentrações de subconjuntos de leucócitos e linfócitos circulantes, incluindo natural killer e células T, não foram significativamente diferentes entre os grupos. A atividade citotóxica das células natural killer e a função das células T também não diferiram entre os grupos, expressas não ajustadas ou ajustadas por célula.

No entanto, um elegante estudo de revisão, também concebido e escrito pelo mesmo autor (37), aponta que, ao comparar a função imunológica de atletas e não atletas, revela que o sistema imunológico adaptativo não é afetado em grande parte pelo esforço atlético. O sistema imunológico inato parece responder diferentemente ao estresse crônico do exercício intenso, com a atividade das células natural killer tendendo a ser aumentada enquanto a função dos neutrófilos é suprimida.

Com relação aos atletas adolescentes, a função imunológica em repouso e a incidência de infecção foram comparadas entre 20 (10 mulheres, 10 homens) atletas adolescentes de tênis de elite e 18 (9 mulheres, 9 homens) não atletas, controles pareados por idade. as contagens de células NK foram 53% maiores ($p = 0,015$) e as contagens de neutrófilos foram 16% menores ($p = 0,030$) nos atletas; no entanto, a produção de IgA salivar, concentração sérica/plasmática de IL-6, IL-1ra, cortisol e hormônio do crescimento, proliferação de linfócitos induzida por fitohemaglutinina e produção de IL-2, e a incidência de infecções do trato respiratório superior durante 2,5 meses não diferem entre os grupos. Esses dados sugerem que, apesar do treinamento intenso por atletas de tênis adolescentes, a função imunológica e a incidência de infecção do trato respiratório superior são normais. A elevação natural das células é consistente com estudos anteriores em atletas que mostram uma recirculação.

Assim, há uma fraca sugestão de uma contagem ligeiramente elevada de células natural killer e ação citolítica em indivíduos treinados (53). Os níveis de imunoglobulinas secretoras, como a IgA salivar, variam amplamente entre os indivíduos e, embora alguns estudos iniciais indiquem que as concentrações de IgA salivar são mais baixas em atletas de resistência em comparação com indivíduos sedentários (64), a maioria dos estudos mais recentes indica que a s-IgA os níveis geralmente não são mais baixos em atletas em comparação com não atletas, exceto quando os atletas estão envolvidos em períodos de treinamento muito pesado (19).

Assim, a melhora no sistema imunológico dos atletas quando comparados aos não atletas parece ser tímida, porém, suficiente para repercutir em um estado de saúde melhor do que os não atletas. É razoável inferir que o

sistema imunológico de atletas pode ser mais eficiente do que seus pares não atletas, pois atletas de alto nível são menos propensos a desenvolver doenças crônicas (9). Vale ressaltar que o sistema imunológico parece desempenhar um papel central em muitos processos que envolvem doenças crônicas (6).

4. Diversidade microbiana intestinal

Recentemente, a diversidade microbiana intestinal tem sido objeto de muitas investigações. Por exemplo, o estudo de Clarke et al. (12), compararam a diversidade da microbiota intestinal entre atletas de elite e não atletas, os quais foram divididos em três grupos: atletas; controle com IMC <25 e controle com IMC ≥ 25 kg·m⁻², pareados por idade. Os autores constataram que os atletas apresentaram maior diversidade na microbiota intestinal, em todos os marcadores analisados, quando comparados aos demais grupos. Maior diversidade microbiana intestinal tem sido associada a menor chance de desenvolver doenças.

Assim, ao comparar a microbiota de atletas profissionais com indivíduos sedentários na composição e, sobretudo, na atividade metabólica, Borton et al., (8) observaram que atletas apresentaram aumento moderado na biossíntese de aminoácidos, antibióticos, metabolismo de carboidratos e metabólitos fecais. No entanto, apesar do aumento moderado dos resultados, esses benefícios estão associados ao aumento da renovação muscular e, principalmente, a uma melhor saúde geral desses indivíduos.

Inspirados por estudos que mostraram a forte relação entre a microbiota e o estresse físico e emocional causado pelo exercício físico, Klark et al., (11), enfatizam em seu estudo de revisão sistemática sobre o estresse induzido pelo exercício no eixo adrenal, dados experimentais que indicam a ação endócrina da microbiota, liberando hormônios importantes como serotonina e dopamina e sua capacidade de manter o controle do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. A alteração do humor e da atividade gastrointestinal de atletas, quando submetidos a estresse físico excessivo, retrataria uma profunda relação entre a microbiota e o eixo cérebro-intestino.

Através de um estudo de coorte realizado na China com 19 atletas femininas de remo de elite e não elite, Han et al., (20) compararam a diversidade microbiana e associações complexas como elementos dietéticos, aspectos físicos e de desempenho relacionados ao remo com o desempenho do atletas estudados. Foram identificadas diferenças entre a microbiota intestinal dos dois grupos, indicando uma forte relação entre aspectos físicos, alimentares e de desempenho associados ao esporte com a variabilidade do microbioma atual. Observou-se também no grupo de atletas de elite, diferenças na microbiota intestinal com base em alguns biomarcadores, possibilitando estabelecer um classificador capaz de separar atletas de elite de não atletas.

Dessa forma, parece provável que os atletas se beneficiem tanto nos aspectos da saúde humana quanto no desempenho esportivo do papel fundamental dos microbiomas. Considerando que existe uma relação significativa entre o tipo de exercício físico e o volume, e outros fatores, a estruturação do microbioma intestinal de atletas parece ser influenciada positivamente. No entanto, para entender as implicações desses fatores, estudos mais aprofundados são necessários para indicar como os organismos presentes na microbiota respondem ao exercício físico, induzindo melhora no desempenho e na saúde desses indivíduos (42).

5. Densidade mineral óssea

Outro aspecto que as atletas parecem ter índices melhores que seus pares não atletas refere-se à saúde óssea, mesmo em atletas em estado de amenorréia. Um estudo elegante comparou vários indicadores de saúde óssea entre atletas de esportes de sustentação de peso com peso eumenorréico, atletas amenorréicos e não atletas e encontrou os seguintes resultados: perímetro cortical, porosidade e área trabecular na tíbia de sustentação de peso foram maiores em ambos os grupos de atletas do que não atletas, enquanto a proporção (%) de área cortical para área total foi menor em atletas amenorreicas. Embora a maior porosidade cortical em atletas eumenorreicas, a rigidez tibial estimada e a carga de falha tenham sido maiores do que em não atletas, esse benefício foi perdido em atletas amenorreicas. No raio de não sustentação de peso, a carga de falha e a rigidez foram menores em atletas amenorreicas

quando comparadas a não atletas. Posteriormente, controlando a massa magra e a idade da menarca, o estado atlético foi responsável por 5 a 9% da variabilidade na rigidez e carga de falha, a idade da menarca por 8 a 23% e a massa magra por 12 a 37% (1). Esses resultados indicam que as atletas, principalmente aquelas sem interrupção da menarca, apresentam melhores indicadores de saúde óssea do que as não atletas.

Em outra perspectiva, Herbet et al., (22), investigaram a contribuição de variantes genéticas para a densidade mineral óssea e a possível sensibilidade de genótipos específicos a estímulos externos, incluindo carga mecânica por meio de treinamento em corredores de resistência e indivíduos não atletas. Amostras de sangue e saliva foram utilizadas como protocolo para extração de DNA, a fim de extrair os SNPs do genótipo 10 (single nucleotide polymorphism). Uma forte comunicação genética foi observada entre corredores de resistência com a carga mecânica produzida.

Com relação aos atletas master, resultados semelhantes e mostrando diferença na densidade mineral óssea associada ao tipo de exercício físico são apontados por Piasecki et al. mulheres não atletas (controle) para investigar a relação entre a participação em sprint regular ou corrida de resistência e a saúde óssea. Para o esqueleto do quadril (14%) e coluna vertebral, os velocistas tiveram melhor resultado na densidade mineral óssea quando comparados aos corredores de resistência e não atletas. No entanto, nenhuma diferença significativa foi observada na densidade mineral óssea do quadril e da coluna entre não atletas e corredores de resistência.

Da mesma forma, Hind et al. (23), também investigaram a densidade mineral óssea da coluna vertebral (L2-L4) e quadril em 109 corredores de resistência que treinavam regularmente, de ambos os sexos e com idade entre 19 e 50 anos. Para esta pesquisa, os escores de coluna e quadril foram semelhantes em ambos os grupos (homens e mulheres), mostraram resultados moderadamente negativos na densidade mineral óssea entre a coluna (L2-L4) e na distância percorrida durante a semana ($r^2 = 0,267; 0,189$) em ambos os sexos. Portanto, os corredores do sexo masculino estão sujeitos aos mesmos problemas de coluna (L2-L4) que as corredoras do sexo feminino.

Para demonstrar a importância do exercício sazonal na melhora da densidade óssea, entre outros fatores da composição corporal, Young et. al., (71), utilizou onze remadores da primeira divisão universitária e avaliou as mudanças ocorridas na composição corporal e densidade óssea da coluna lombar e aplicou seis sessões de teste que incluíram: medidas de massa gorda, massa magra, gordura corporal, densidade mineral óssea da coluna lombar e desempenho em um contra-relógio de 2000m. O treinamento de resistência também foi adicionado à rotina de treinamento dos remadores. Com isso, foi possível observar que a massa total, o percentual de gordura corporal e a massa magra sem osso, alcançaram resultados relevantes ($p < 0,05$) após os testes.

Por outro lado, Sagayama et al., (50), ao analisar a densidade mineral óssea de 33 atletas (lutadores, judocas e atletas de resistência) e 08 não atletas (grupo controle), por meio da absorciometria de raios X, observaram que os atletas classificados com maior peso corporal (judocas e lutadores de luta livre) também apresentaram maior densidade mineral óssea do que não atletas e atletas de resistência.

Esses resultados são evidências de que o esporte é importante para a saúde óssea dos atletas. No entanto, é possível observar que existe a necessidade da utilização do cross-training de alto impacto e regular, principalmente para atletas de endurance, a fim de minimizar principalmente as fraturas por fragilidade e estresse decorrentes da força de impacto realizada de forma repetitiva, mas, que são característicos do esporte (52).

6. Saúde Vascular

Uma revisão sofisticada sobre saúde vascular e envelhecimento (15) mostrou que tanto atletas jovens quanto Masters, treinados aeróbiamente, têm melhor saúde vascular do que indivíduos jovens e não treinados. Quando comparados com seus pares não treinados, os atletas do Master treinados aeróbiamente demonstraram um fenótipo de função-estrutura arterial mais favorável, incluindo menor rigidez de grandes artérias elásticas, função endotelial vascular aprimorada e menos hipertrofia da parede arterial. O perfil de função-

estrutura arterial mais favorável de atletas de resistência Masters pode contribuir para seu menor risco de doenças cardiovasculares clínicas.

Keeler et al., (27), desenvolveram um estudo transversal para identificar preditores de rigidez arterial em pessoas pobres (70 indivíduos) quando comparados com a população geral. Neste estudo, aspectos como estilo de vida, tarefas ocupacionais e dados demográficos também foram utilizados para subsidiar a compreensão do aumento do risco de doenças cardiovasculares. A atividade física diária moderada e vigorosa ($7,4 \pm 11,0$ min. d⁻¹) foi um dos fatores utilizados como preditor. De maneira geral, neste estudo, entre outros achados, observou-se que o treinamento em academia reduz efetivamente a rigidez arterial periférica e a pressão arterial central, principalmente em indivíduos mais jovens (<30 anos), enquanto naqueles com idade ≥ 50 anos as artérias tornam-se mais rígidas mais rapidamente.

Além disso, Liu et al., (29), realizaram pesquisas baseadas no ciclismo em 21 indivíduos saudáveis para verificar se sessões agudas e prolongadas de sentar poderiam reduzir o fluxo sanguíneo na artéria poplítea e a dilatação mediada pelo fluxo. Observou-se que indivíduos com alta aptidão cardiorrespiratória podem apresentar melhores respostas vasodilatadoras dependentes do endotélio, porém a dilatação mediada por fluxo diminui quando o indivíduo é estimulado ao sentar. Por esse motivo, uma boa condição aeróbica estimulada pelo ato de sentar não ajudará no combate à disfunção endotelial vascular. Indicando que os jovens devem reduzir os momentos que rotineiramente incluem o sedentarismo durante o dia.

Esses resultados revelam que o exercício físico, quando realizado com frequência, pode ser de extrema importância para a saúde do sistema cardiovascular, atenuando o desenvolvimento da aterosclerose, além de retardar o envelhecimento das paredes arteriais e a evolução da disfunção endotelial, ajudando a preservar o função vascular (45).

7. Câncer de Mama

Um estudo bem desenhado, que acompanhou ex-atletas universitários e seus colegas não atletas por 15 anos, comparou participantes de acordo com o

histórico familiar de câncer e câncer de mama, gravidez, uso de contraceptivos e uso de terapia de reposição hormonal por mulheres de 50 anos e acabou. Os resultados mostraram que, em relação aos fatores de estilo de vida, como exercícios, tabagismo e dieta, a proporção de ex-atletas que continuam a praticar exercícios hoje é maior do que a de não atletas. Os dois grupos não diferiram quanto ao histórico de tabagismo, ou seja, se já fumaram. Entretanto, os não atletas relataram restrições alimentares e seguiram uma dieta com baixo teor de gordura do que os atletas. Ex-atletas universitários tiveram menor incidência de câncer de mama do que não atletas. Os incidentes de câncer de mama em 15 anos foram 64/1.000 entre atletas e 111/1.000 entre não atletas (70).

Com o objetivo de reconhecer preditores que levam mulheres à morte por câncer de mama, Williams (69) desenvolveu pesquisa com 32.872 mulheres que praticavam caminhada e 46.252 que eram corredoras. Destes, 57 participantes do grupo de caminhada e 54 do grupo de corredores morreram durante a pesquisa devido à doença. Não houve diferença entre os grupos estudados quanto à redução do número de óbitos por câncer de mama. No entanto, foi observado um declínio na mortalidade quando associado às orientações de exercícios físicos realizadas pelos participantes da pesquisa.

Em um estudo de coorte observacional, Niehof et al. (34) avaliaram fatores de risco ambientais para câncer de mama em mulheres norte-americanas e porto-riquenhas (35-74 anos). Na pesquisa, foram analisados exercícios físicos e/ou esportes realizados pelo menos uma vez por semana e em um período de 2 ou mais meses durante a infância e adolescência em três períodos distintos (5 aos 19; 5 aos 12 e 13 aos 19 anos). A partir desses dados, observou-se que mulheres que realizavam mais de sete horas semanais de atividade física no período de 5 a 19 anos apresentaram menores riscos de desenvolver câncer de mama.

Simultaneamente, Toohey et al., (65), investigaram o impacto da intensidade do exercício físico na aptidão aeróbica, regulação autonômica cardíaca, imunidade da mucosa e aumento dos marcadores de risco de doenças cardiovasculares em 17 mulheres sedentárias (50-75 anos) sobreviventes de câncer de mama. As mulheres avaliadas foram divididas em um grupo de

treinamento intervalado (HIT) e outro de treinamento contínuo de intensidade moderada e o terceiro grupo, controle. Identificou-se que o HIT apresentou melhoras na aptidão cardiorrespiratória e menor risco para doenças cardiovasculares quando comparado aos exercícios de intensidade moderada no grupo estudado. O uso de HIT em sobreviventes de câncer de mama parece ser seguro e eficaz, pois os parâmetros de saúde mostraram resultados positivos importantes.

Esses resultados apontam para a importância do exercício físico na proteção e tratamento contra o câncer de mama. Também permite identificar a importância de uma boa aptidão cardiorrespiratória, de moderada a alta, na redução das taxas de mortalidade pela doença (33% e 55%, respectivamente). Portanto, seria indicado que mulheres jovens e adultas praticassem atividades físicas para melhorar sua aptidão cardiorrespiratória (41).

8. Equilíbrio Redox e Comprimento dos Telômeros

Em relação ao estado REDOX e como ele reverbera no comprimento dos telômeros, conhecido como um marcador biológico do envelhecimento associado a doenças relacionadas à idade, nosso grupo realizou recentemente um estudo (58) comparando os marcadores de equilíbrio REDOX e os telômeros em leucócitos entre atletas Master e atletas não jovens e de meia-idade (pareados com atletas Master). Os resultados mostraram que os atletas Master e o grupo de jovens não atletas apresentaram melhor balanço REDOX, segundo as relações antioxidante/pró-oxidante, quando comparados aos participantes não atletas de meia-idade. Enquanto os não atletas de meia-idade tinham telômeros de leucócitos mais curtos do que os não atletas jovens, nenhuma diferença foi observada entre os atletas Master e os participantes jovens não atletas. Isso sugere que atletas Master podem ter envelhecimento celular semelhante a adultos jovens não atletas.

Além disso, os atletas de sprint master mostraram comprimento de telômeros mais longos do que os não atletas. O desempenho foi positivamente associado ao comprimento dos telômeros e negativamente associado ao declínio do desempenho; portanto, maior comprimento dos telômeros está relacionado a um menor declínio no desempenho (55).

Rosa e cols. (47) compararam 13 velocistas máster, 18 atletas de resistência, 17 indivíduos jovens e grupo controle e 12 indivíduos de meia-idade para comparar equilíbrio redox, níveis de citocinas e biomarcadores responsáveis pelo envelhecimento. A partir das análises observou-se que para o grupo controle pareado por idade houve aumento da atividade oxidativa, assim como apresentaram menor comprimento de telômeros. No entanto, o grupo de velocistas apresentou melhor equilíbrio redox quando comparado ao controle e aos corredores de resistência. Além disso, os grupos formados por atletas apresentaram melhor condição anti-inflamatória do que o grupo controle.

Uma pesquisa de revisão sistemática e meta-análise muito interessante foi produzida por Aguiar et al. (2), que reuniu 11 estudos para avaliar o comprimento dos telômeros em atletas master (240) e não atletas (209) da mesma idade e também discutiu mecanismos que poderiam preservar o comprimento dos telômeros em atletas master. Ele observou que o grupo de atletas master tinham telômeros mais longos e menos dano pró-oxidante e, conseqüentemente, maior capacidade antioxidante do que o grupo de não atletas. No entanto, o grupo de atletas master foi atribuído ao maior comprimento dos telômeros como resultado do baixo estresse oxidativo e inflamação crônica, bem como da atividade da telomerase.

Tais achados indicam a importância do exercício físico na preservação do comprimento dos telômeros, que está inversamente associado a doenças crônicas e ao envelhecimento. Além disso, o efeito protetor que o exercício físico proporciona a indivíduos em condições inflamatórias crônicas e estresse oxidativo expressivo, pode ser altamente benéfico à saúde, além de retardar esses efeitos negativos.

9.Reabilitação de concussão

A concussão, quando associada ao esporte, pode repercutir em problemas cognitivos, físicos e emocionais. Assim, esse tipo de lesão resulta em incapacidade física que impede o indivíduo de realizar o exercício físico da forma esperada para seu condicionamento físico e idade. Estudos indicam que a ventilação pode ser afetada por condições de contusão que aumentam os níveis de dióxido de carbono nas artérias, aumentando o fluxo sanguíneo no cérebro,

o que pode diminuir os níveis de tolerância ao exercício físico. Apesar disso, o exercício físico controlado pode ser importante na reabilitação de concussões, a fim de proporcionar o retorno mais rápido ao esporte (28).

Um interessante estudo que comparou a velocidade de marcha entre atletas e não atletas após uma concussão mostrou que: 1) atletas que sofreram uma concussão têm maior velocidade de marcha do que não atletas aparentemente saudáveis e; 2) atletas que sofreram concussão apresentam maior velocidade de marcha do que seus pares não atletas. Assim, é razoável inferir que atletas que sofreram concussão podem ter maior preservação da autonomia e, portanto, independência, repercutindo em maior qualidade de vida do que seus pares controles (40).

Walton e outros. (68) utilizaram um estudo transversal com 922 jogadores de futebol (≥ 50 anos) para observar a predominância de comprometimento cognitivo leve e diagnóstico de demência, bem como suas associações com um grande número de preditores de saúde cerebral. No longo prazo, a estimativa da população dos EUA foi usada como base para um intervalo de 5 anos. A partir deste estudo, observou-se que o comportamento cognitivo e a incidência de demência foram superiores aos indicados pelas estimativas utilizadas como referência. No entanto, esses achados foram associados a fatores como transtornos de humor e autorrelato exacerbado de concussões.

Um interessante ensaio clínico randomizado realizado com indivíduos saudáveis foi desenvolvido por Teel et al. (63), usando o exercício aeróbico como intervenção. Os participantes (40) foram igualmente divididos em dois grupos: 1) ativos e 2) não ativos. O grupo 1 (treinado) evoluiu de 60% para 80% do VO₂max em seis sessões de exercício de 30 minutos e o grupo 2 (destreinado) não realizou nenhuma atividade. Para o grupo ativo, observou-se, entre as sessões, melhora nos escores relacionados aos sintomas (flexibilidade cognitiva, funcionamento executivo, raciocínio). No entanto, os resultados para memória composta e verbal e distância de convergência de ponto próximo apresentaram resultados inferiores na segunda sessão. Isso nos permite inferir que protocolos curtos de exercícios aeróbicos não trazem resultados importantes em indivíduos saudáveis na avaliação clínica de concussão.

10. Qualidade do sono

Demirel e cols. (14), ao comparar variáveis relacionadas à qualidade do sono (duração abundante do sono, dificuldade em adormecer nos primeiros 30 minutos, dificuldade em manter horas atrasadas, dificuldade em adormecer, acordar cedo à noite ou pela manhã e percepção excessiva de frio) entre atletas e os não atletas, pareados por idade, demonstraram que os atletas apresentam melhores escores em todas as variáveis do que os não atletas e, portanto, melhor índice geral de qualidade do sono.

Fullagar et ai. (17) produziram uma revisão sistemática que incluiu 205 estudos para avaliar a importância e prevalência do sono em atletas, analisar a perda no desempenho do exercício e a interação entre desempenho, fisiologia, cognição. Após avaliação, observaram que as respostas fisiológicas ao exercício podem afetar negativamente a recuperação muscular e diminuir a capacidade de defesa do sistema imunológico. Prejuízos no desempenho cognitivo também foram sugeridos, o que pode repercutir em danos aos componentes neurocognitivos de vários esportes. Com relação ao desempenho, nos casos em que ocorre apenas uma restrição de sono, os atletas parecem manter o desempenho, principalmente para força máxima. Quando você tem privação de sono (perda extrema), o desempenho foi influenciado negativamente.

Com o objetivo de contribuir com informações sobre a importância do sono para o desempenho de atletas, Simpson, Gibbs e Matheson, (56), realizaram uma pesquisa bibliográfica sobre três pilares: as implicações do sono no desempenho atlético e neurocognitivo, sono-saúde relação atividade física e meios para melhorar o sono nesses indivíduos. No estudo, foi possível observar que a perda de sono pode desencadear um desempenho atlético ruim, visto que a falta de sono de qualidade reduzirá aspectos importantes que favorecem a melhora do desempenho. No caso da dor, há uma redução de 8% no limiar quando privado de uma única noite de sono. Além disso, observou-se que a privação do sono pode aumentar o risco de lesões e dificultar a manutenção do peso, característica importante para o bom desempenho dos atletas.

Quanto à relação entre sono e recuperação em atletas de elite, Vitale et al. (66), realizaram uma revisão da literatura que incluiu 40 estudos para

contribuir com a otimização do fator de recuperação. Os parâmetros de perda de sono variaram de 2,5 horas por noite a vários dias de perda de sono, incluindo atletas de resistência, esportes de força e atletas de fisiologia mista de ambos os sexos. Privação do sono, extensão do sono, aspectos circadianos e atenuação do jet lag foram observados. Após análise, verificou-se que a função fisiológica do sono é essencial e de extrema importância para a recuperação do exercício físico e deve fazer parte da rotina de atletas de elite, o que irá repercutir em seu desempenho.

A performance é um dos fatores de maior preocupação na supervisão de atletas, entretanto, os achados acima indicam que outros aspectos extremamente importantes e que podem interferir diretamente na performance geral são negligenciados. No entanto, torna-se importante integrar a saúde do sono nos métodos usados para manter a saúde geral dos atletas. Esse instrumento vai proporcionar aos atletas menos lesões, mais recordes batidos, longevidade na carreira e ainda maior satisfação por parte dos patrocinadores. Desta forma, uma boa higiene do sono é essencial para a saúde mental e desempenho dos atletas (13). Além disso, Smith et al. (57), apontam o sono como uma variável importante que está associada à saúde mental dos atletas, tornando-se necessário tomar ações voltadas para um sono de qualidade, a fim de contribuir para uma saúde mental de qualidade dos atletas.

11. Conexão Social, Autoestima, Depressão e Felicidade

Em relação aos aspectos sociais e emocionais, como autoestima, depressão e conexão social, um estudo demonstrou que atletas têm níveis significativamente mais altos de autoestima e conexão social, bem como níveis significativamente mais baixos de depressão do que não atletas (4) . Assim, os atletas parecem ser mais felizes do que os não atletas (30).

Ao dividir os atletas romenos do sexo masculino em dois grupos (esportes individuais e coletivos) e que já praticavam seu respectivo esporte por um longo período de tempo, Sagate et al. (49), utilizaram a Escala de Autoestima de Rosenberg e o Teste de Autoconfiança para avaliar os níveis de autoestima e autoconfiança desses indivíduos. Por esses aspectos, percebeu-se que os indivíduos que praticavam esportes individuais apresentaram maior nível de

autoestima, enquanto nos esportes coletivos apenas os líderes se destacam em detrimento dos demais atletas. Para os níveis de coragem social, não foram observadas mudanças significativas.

Uma interessante revisão integrativa realizada por Andersen, Ottesen e Solitário, (3) investigou os efeitos da participação em esportes coletivos sobre os aspectos sociais e psicológicos dos participantes. No estudo foram incluídos 17 artigos que, após a análise dos dados, indicaram que os esportes coletivos, quando comparados aos esportes individuais, estão correlacionados com melhores condições de saúde social e psicológica, a julgar pelo fato de que esse tipo de esporte proporciona aos seus praticantes uma ambiente social agradável que favorece o desenvolvimento. envolvimento de diferentes grupos de indivíduos para melhorar a prática e permanência no exercício físico.

Quanto à saúde mental, Nunes, Freitas e Vieira (39) desenvolveram um estudo com 33 nadadores (masculinos e femininos) para investigar o efeito que a hora do dia, o cronotipo e o gênero tinham na relação entre ansiedade, depressão e qualidade de vida e sono. Os testes foram realizados em nado crawl nas distâncias de 50 e 400m nos horários 08:00 e 18:00 (intervalo de 48 horas de descanso) e as demais variáveis (ansiedade, depressão e qualidade do sono) foram mensuradas a partir de formulários. Observou-se associação positiva com $p=0,016$ e $p=0,006$ na qualidade do sono x nível de ansiedade e, qualidade do sono x depressão, respectivamente. Outro achado importante foi a relação entre sono e ansiedade e depressão, que pode repercutir no desempenho dos atletas, se não for de boa qualidade.

Esses achados nos mostram a relação positiva que o esporte tem com a depressão e que, para contribuir ainda mais com essa relação, o apoio social pode ser utilizado como uma ação para prevenir problemas emocionais desencadeados por fatores como a exaustão. Dessa forma, os atletas estariam mais aptos a lidar com situações adversas como a solidão (51). Outro fator importante é a relação que o treinador tem com as vivências emocionais de seus atletas, que, quando corretamente percebidas e utilizadas, podem levar ao bem-estar. Existe uma relação complexa, mas estreita, entre o desempenho físico e a saúde mental. Desta forma, um ambiente motivacional positivo são preditores de atletas mais determinados, felizes e com boa qualidade de vida (48).

12. Qualidade de vida

Além de tudo o que foi afirmado no presente estudo, Houston et al. (24), realizaram uma revisão sistemática e meta-análise sobre o tema. Os autores afirmaram que todos os 5 estudos incluídos na revisão que compararam a qualidade de vida relacionada à saúde em atletas e não atletas demonstraram tamanhos de efeito positivo, indicando que os atletas relataram melhor qualidade de vida relacionada à saúde em instrumentos genéricos.

Quanto à relação entre prática esportiva e qualidade de vida ao longo da vida em mulheres, Stracciolini et al. (60) investigaram ex-alunos com idade entre 40 e 70 anos divididos em dois grupos (atletas e não atletas). Dos 3.702 participantes da pesquisa, 44% já haviam praticado esportes universitários, e 91% vs 85% dos que praticavam esportes apresentavam boa ou ótima saúde ($p < 0,001$). Sugere-se, portanto, que a história de maior participação em esportes por atletas universitários resultará em maiores níveis de bem-estar e percepção de saúde geral com benefícios ao longo da vida.

Alguns fatores, além da prática esportiva, podem ser decisivos na qualidade de vida dos atletas. Dessa forma, Nowak, Kusnierz e Bajkowski, (38), investigaram quais determinantes seriam importantes para melhorar a qualidade de vida de 110 atletas poloneses em esportes coletivos e 90 em artes marciais. Observou-se o comportamento de saúde dos grupos estudados e mediu-se a qualidade de vida, abrangendo componentes objetivos e subjetivos. O estudo mostrou que os hábitos alimentares adequados do atleta e a atitude mental positiva influenciaram diretamente na qualidade de vida. O tipo de esporte (individual ou coletivo) parece não ter relação com a qualidade de vida dos investigados. No entanto, um preditor importante foi o sexo, onde os homens tiveram maiores escores de qualidade de vida.

Finalmente, Romanatezabala et al. (46) realizaram um interessante estudo para analisar a avaliação da saúde e bem-estar de atletas em provas de meia maratona, observando fatores como gênero, idade, treinamento e qualificação da comissão técnica. Observou-se que para os 624 atletas (masculinos e femininos) avaliados, o sexo feminino, quando comparado ao masculino, relatou maior estresse no período que antecedeu a prova e também

apresentou melhor qualidade de vida em dimensões que incluem o papel físico e emocional. No entanto, os participantes da pesquisa que não foram treinados por uma equipe qualificada apresentaram melhores parâmetros de qualidade de vida em diversas dimensões (dor corporal, estado geral de saúde, vitalidade, função social e saúde mental).

13.Reforçar a perspectiva congruente entre desempenho e saúde

Na tentativa de fortalecer a perspectiva congruente entre desempenho e saúde, Gabriel e Zierath, (18) sugeriram, em sua teoria, que os benefícios para a saúde acontecem antes da melhora do desempenho, tornando razoável inferir que parece impossível melhorar o desempenho sem ser saudável . A Figura 2 sintetiza a nova perspectiva de compreensão da relação entre saúde e atleta.

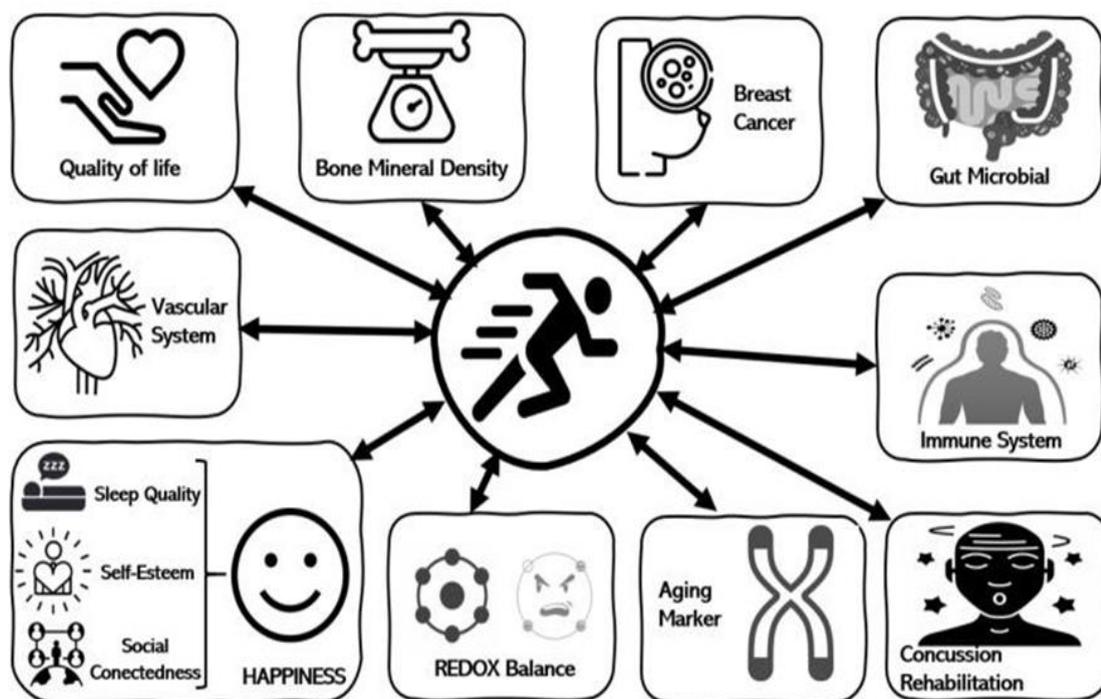


Figura 2. Análise abrangente geral da perspectiva congruente

REFERÊNCIAS

1. Ackerman KE, Putman M, Guereca G, Taylor AP, Pierce L, Herzog DB, Klibanski A, Bouxsein M, and Misra M. Cortical microstructure and estimated bone strength in young amenorrheic athletes, eumenorrheic athletes and non-athletes. *Bone* 51: 680-687, 2012.
2. Aguiar SS, Sousa CV, Santos PA, Barbosa LP, Maciel LA, Coelho-Junior HJ, Motta-Santos D, Rosa TS, Degens H, and Simoes HG. Master athletes have longer telomeres than age-matched non-athletes. A systematic review, meta-analysis and discussion of possible mechanisms. *Exp Gerontol* 146: 111212, 2021.
3. Andersen MH, Ottesen L, and Thing LF. The social and psychological health outcomes of team sport participation in adults: An integrative review of research. *Scand J Public Health* 47: 832-850, 2019.
4. Armstrong S and Oomen-Early J. Social connectedness, self-esteem, and depression symptomatology among collegiate athletes versus nonathletes. *J Am Coll Health* 57: 521-526, 2009.
5. Aubert AE, Beckers F, and Ramaekers D. Short-term heart rate variability in young athletes. *J Cardiol* 37 Suppl 1: 85-88, 2001.
6. Bagatini MD, Cardoso AM, Reschke CR, and Carvalho FB. Immune System and Chronic Diseases 2018. *J Immunol Res* 2018: 8653572, 2018.
7. Bamberger M and Yaeger D. Over the Edge. *Sports Ill* 86: 62-70, 1997.
8. Barton W, Penney NC, Cronin O, Garcia-Perez I, Molloy MG, Holmes E, Shanahan F, Cotter PD, and O'Sullivan O. The microbiome of professional athletes differs from that of more sedentary subjects in composition and particularly at the functional metabolic level. *Gut* 67: 625-633, 2018.
9. Batista CH and Soares JM. Is athletic background associated with a future lower prevalence of risk factors for chronic disease? *Journal of Exercise Science & Fitness* 12: 47-54, 2014.
10. Biswas S. A Study on Resting Heart Rate and Heart Rate Variability of Athletes, Non-athletes and Cricketers. *American Journal of Sports Science* 8: 95-98, 2020.
11. Clark A and Mach N. Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet: a systematic review for athletes. *J Int Soc Sports Nutr* 13: 43, 2016.
12. Clarke SF, Murphy EF, O'Sullivan O, Lucey AJ, Humphreys M, Hogan A, Hayes P, O'Reilly M, Jeffery IB, Wood-Martin R, Kerins DM, Quigley E, Ross RP, O'Toole PW, Molloy MG, Falvey E, Shanahan F, and Cotter PD. Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut* 63: 1913-1920, 2014.
13. Creado SA and Advani S. Sleep Disorders in the Athlete. *Psychiatr Clin North Am* 44: 393-403, 2021.
14. Demirel H. Sleep Quality Differs Between Athletes and Non-athletes. *Clin Invest Med* 39: 27525, 2016.
15. DeVan AE and Seals DR. Vascular health in the ageing athlete. *Exp Physiol* 97: 305-310, 2012.
16. Dias ED, de Menezes LDC, da Silva TD, da Silva NM, Vidal PR,

- Brondane BR, Padula N, Gaspar RC, Santos S, Auricchio JR, de Mello Monteiro CB, Domingo A, de Oliveira CQ, de Macedo JC, Romanholo BMS, and Barnabe V. Comparison of cardiac autonomic modulation of athletes and non-athletes individuals with spinal cord injury at rest and during a non-immersive virtual reality task. *Spinal Cord* 59: 1294-1300, 2021.
17. Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, and Meyer T. Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med* 45: 161-186, 2015.
 18. Gabriel BM and Zierath JR. The Limits of Exercise Physiology: From Performance to Health. *Cell Metab* 25: 1000-1011, 2017.
 19. Gleeson M. Mucosal immune responses and risk of respiratory illness in elite athletes. *Exerc Immunol Rev* 6: 5-42, 2000.
 20. Han M, Yang K, Yang P, Zhong C, Chen C, Wang S, Lu Q, and Ning K. Stratification of athletes' gut microbiota: the multifaceted hubs associated with dietary factors, physical characteristics and performance. *Gut Microbes* 12: 1-18, 2020.
 21. Henson D, Nieman D, and MW. K. Immune function in adolescent tennis athletes and controls. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation* 10: 235-246, 2001.
 22. Herbert AJ, Williams AG, Lockey SJ, Erskine RM, Sale C, Hennis PJ, Day SH, and Stebbings GK. Bone mineral density in high-level endurance runners: Part B-genotype-dependent characteristics. *Eur J Appl Physiol* 122: 71-80, 2022.
 23. Hind K, Truscott JG, and Evans JA. Low lumbar spine bone mineral density in both male and female endurance runners. *Bone* 39: 880-885, 2006.
 24. Houston MN, Hoch MC, and Hoch JM. Health-Related Quality of Life in Athletes: A Systematic Review With Meta-Analysis. *J Athl Train* 51: 442-453, 2016.
 25. Jensen-Urstad K, Saltin B, Ericson M, Storck N, and Jensen-Urstad M. Pronounced resting bradycardia in male elite runners is associated with high heart rate variability. *Scand J Med Sci Sports* 7: 274-278, 1997.
 26. Katona PG, McLean M, Dighton DH, and Guz A. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 52: 1652-1657, 1982.
 27. Keeler JM, Fleenor BS, Clasey JL, Stromberg A, and Abel MG. Predictors of Arterial Stiffness in Law Enforcement Officers. *Int J Environ Res Public Health* 18, 2021.
 28. Leddy JJ, Haider MN, Ellis M, and Willer BS. Exercise is Medicine for Concussion. *Curr Sports Med Rep* 17: 262-270, 2018.
 29. Liu H, O'Brien MW, Johns JA, and Kimmerly DS. Does aerobic fitness impact prolonged sitting-induced popliteal artery endothelial dysfunction? *Eur J Appl Physiol* 121: 3233-3241, 2021.
 30. Malekian A, Biabri SM, Fattahi J, and Safari A. The comparison of athlete and non-athlete students happiness of Kermanshah City. *Advances in Environmental Biology* 8: 169-172, 2014.
 31. Martinelli FS, Chacon-Mikahil MP, Martins LE, Lima-Filho EC, Golfetti R, Paschoal MA, and Gallo-Junior L. Heart rate variability in athletes and

- nonathletes at rest and during head-up tilt. *Braz J Med Biol Res* 38: 639-647, 2005.
32. Molina GE, Porto LG, Fontana KE, and Junqueira LF, Jr. Unaltered R-R interval variability and bradycardia in cyclists as compared with non-athletes. *Clin Auton Res* 23: 141-148, 2013.
 33. Moreira MC, Pinto IS, Mourao AA, Fajemiroye JO, Colombari E, Reis AA, Freiria-Oliveira AH, Ferreira-Neto ML, and Pedrino GR. Does the sympathetic nervous system contribute to the pathophysiology of metabolic syndrome? *Front Physiol* 6: 234, 2015.
 34. Niehoff NM, Terry MB, Bookwalter DB, Kaufman JD, O'Brien KM, Sandler DP, and White AJ. Air Pollution and Breast Cancer: An Examination of Modification By Underlying Familial Breast Cancer Risk. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 31: 422-429, 2022.
 35. Nieman DC, Brendle D, Henson DA, Suttles J, Cook VD, Warren BJ, Butterworth DE, Fagoaga OR, and Nehlsen-Cannarella SL. Immune function in athletes versus nonathletes. *Int J Sports Med* 16: 329-333, 1995.
 36. Nieman DC, Nehlsen-Cannarella SL, Fagoaga OR, Henson DA, Shannon M, Hjertman JM, Schmitt RL, Bolton MR, Austin MD, Schilling BK, and Thorpe R. Immune function in female elite rowers and non-athletes. *Br J Sports Med* 34: 181-187, 2000.
 37. Nieman DC and Pedersen BK. Exercise and immune function. Recent developments. *Sports Med* 27: 73-80, 1999.
 38. Nowak PF, Kusnierz C, and Bajkowski D. Quality of Life Determinants in Professional Athletes. *Psychol Res Behav Manag* 14: 2221-2229, 2021.
 39. Nunes RSM, Freitas AFL, and Vieira E. The influence of time of day on the performance of adolescent swimmers. *Chronobiol Int* 38: 1177-1185, 2021.
 40. Parker TM, Osternig LR, van Donkelaar P, and Chou LS. Balance control during gait in athletes and non-athletes following concussion. *Med Eng Phys* 30: 959-967, 2008.
 41. Peel JB, Sui X, Adams SA, Hebert JR, Hardin JW, and Blair SN. A prospective study of cardiorespiratory fitness and breast cancer mortality. *Med Sci Sports Exerc* 41: 742-748, 2009.
 42. Petersen LM, Bautista EJ, Nguyen H, Hanson BM, Chen L, Lek SH, Sodergren E, and Weinstock GM. Community characteristics of the gut microbiomes of competitive cyclists. *Microbiome* 5: 98, 2017.
 43. Piasecki J, McPhee JS, Hannam K, Deere KC, Elhakeem A, Piasecki M, Degens H, Tobias JH, and Ireland A. Hip and spine bone mineral density are greater in master sprinters, but not endurance runners compared with non-athletic controls. *Arch Osteoporos* 13: 72, 2018.
 44. Plowman SA and Smith DL. *Exercise physiology for health fitness and performance.*, 2013.
 45. Ribeiro F, Alves AJ, Duarte JA, and Oliveira J. Is exercise training an effective therapy targeting endothelial dysfunction and vascular wall inflammation? *Int J Cardiol* 141: 214-221, 2010.
 46. Romaratezabala E, Castillo D, Raya-Gonzalez J, Rodriguez-Negro J, Aritzeta I, and Yanci J. Health and Wellness Status Perception of Half-Marathon Runners: Influence of Age, Sex, Injury, and Training with Qualified Staff. *Int J Environ Res Public Health* 17, 2020.

47. Rosa TS, Neves RVP, Deus LA, Sousa CV, da Silva Aguiar S, de Souza MK, Moraes MR, Rosa E, Andrade RV, Korhonen MT, and Simoes HG. Sprint and endurance training in relation to redox balance, inflammatory status and biomarkers of aging in master athletes. *Nitric Oxide* 102: 42-51, 2020.
48. Ruiz MC, Appleton PR, Duda JL, Bortoli L, and Robazza C. Social Environmental Antecedents of Athletes' Emotions. *Int J Environ Res Public Health* 18, 2021.
49. Sagat P, Bartik P, Lazic A, Tohanean DI, Koronas V, Turcu I, Knjaz D, Alexe CI, and Curitianu IM. Self-Esteem, Individual versus Team Sports. *Int J Environ Res Public Health* 18, 2021.
50. Sagayama H, Kondo E, Tanabe Y, Ohnishi T, Yamada Y, and Takahashi H. Bone mineral density in male weight-classified athletes is higher than that in male endurance-athletes and non-athletes. *Clin Nutr ESPEN* 36: 106-110, 2020.
51. Sarmiento H, Frontini R, Marques A, Peralta M, Ordonez-Saavedra N, Duarte JP, Figueiredo A, Campos MJ, and Clemente FM. Depressive Symptoms and Burnout in Football Players: A Systematic Review. *Brain Sci* 11, 2021.
52. Scofield KL and Hecht S. Bone health in endurance athletes: runners, cyclists, and swimmers. *Curr Sports Med Rep* 11: 328-334, 2012.
53. Shephard RJ and Shek PN. Effects of exercise and training on natural killer cell counts and cytolytic activity: a meta-analysis. *Sports Med* 28: 177-195, 1999.
54. Shin K, Minamitani H, Onishi S, Yamazaki H, and Lee M. Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach. *Med Sci Sports Exerc* 29: 1482-1490, 1997.
55. Simoes HG, Sousa CV, Dos Santos Rosa T, da Silva Aguiar S, Deus LA, Rosa E, Amato AA, and Andrade RV. Longer Telomere Length in Elite Master Sprinters: Relationship to Performance and Body Composition. *Int J Sports Med* 38: 1111-1116, 2017.
56. Simpson NS, Gibbs EL, and Matheson GO. Optimizing sleep to maximize performance: implications and recommendations for elite athletes. *Scand J Med Sci Sports* 27: 266-274, 2017.
57. Smith CE and Lee S. Identifying diverse forms of (un)healthy sleep: Sleep profiles differentiate adults' psychological and physical well-being. *Soc Sci Med* 292: 114603, 2022.
58. Sousa CV, Aguiar SS, Santos PA, Barbosa LP, Knechtle B, Nikolaidis PT, Deus LA, Sales MM, Rosa E, Rosa TS, Lewis JE, Andrade RV, and Simoes HG. Telomere length and redox balance in master endurance runners: The role of nitric oxide. *Exp Gerontol* 117: 113-118, 2019.
59. Stang J, Stensrud T, Mowinckel P, and Carlsen KH. Parasympathetic Activity and Bronchial Hyperresponsiveness in Athletes. *Med Sci Sports Exerc* 48: 2100-2107, 2016.
60. Stracciolini A, Amar-Dolan L, Howell DR, Alex T, Berkner P, Sandstrom NJ, Peluso M, Kurtz M, Mannix R, and Meehan WP, 3rd. Female Sport Participation Effect on Long-Term Health-Related Quality of Life. *Clin J Sport Med* 30: 526-532, 2020.
61. Subramanian SK, Sharma VK, Arunachalam V, Rajendran R, and Gaur A. Comparison of Baroreflex Sensitivity and Cardiac Autonomic Function

- Between Adolescent Athlete and Non-athlete Boys - A Cross-Sectional Study. *Front Physiol* 10: 1043, 2019.
62. Sullo A, Brizzi G, Cardinale P, Mercadante F, Fabbri B, and N. M. Prognostic evaluation of bradyarrhythmias and heart rate variability in endurance master athletes. *European Journal of Sport Science* 3: 1-10, 2010.
 63. Teel EF, Register-Mihalik JK, Appelbaum LG, Battaglini CL, Carneiro KA, Guskiewicz KM, Marshall SW, and Mihalik JP. Randomized Controlled Trial Evaluating Aerobic Training and Common Sport-Related Concussion Outcomes in Healthy Participants. *J Athl Train* 53: 1156-1165, 2018.
 64. Tomasi TB, Trudeau FB, Czerwinski D, and Erredge S. Immune parameters in athletes before and after strenuous exercise. *J Clin Immunol* 2: 173-178, 1982.
 65. Toohey K, Pumpa K, McKune A, Cooke J, Welvaert M, Northey J, Quinlan C, and Semple S. The impact of high-intensity interval training exercise on breast cancer survivors: a pilot study to explore fitness, cardiac regulation and biomarkers of the stress systems. *BMC Cancer* 20: 787, 2020.
 66. Vitale KC, Owens R, Hopkins SR, and Malhotra A. Sleep Hygiene for Optimizing Recovery in Athletes: Review and Recommendations. *Int J Sports Med* 40: 535-543, 2019.
 67. Wagner JC. Abuse of drugs used to enhance athletic performance. *Am J Hosp Pharm* 46: 2059-2067, 1989.
 68. Walton SR, Brett BL, Chandran A, Defreese JD, Mannix R, Echemendia RJ, Meehan WP, 3rd, McCrea M, Guskiewicz KM, and Kerr ZY. Mild Cognitive Impairment and Dementia Reported by Former Professional Football Players over 50 yr of Age: An NFL-LONG Study. *Med Sci Sports Exerc* 54: 424-431, 2022.
 69. Williams PT. Breast cancer mortality vs. exercise and breast size in runners and walkers. *PLoS One* 8: e80616, 2013.
 70. Wyshak G and Frisch RE. Breast cancer among former college athletes compared to non-athletes: a 15-year follow-up. *Br J Cancer* 82: 726-730, 2000.
 71. Young KC, Kendall KL, Patterson KM, Pandya PD, Fairman CM, and Smith SW. Rowing performance, body composition, and bone mineral density outcomes in college-level rowers after a season of concurrent training. *Int J Sports Physiol Perform* 9: 966-972, 2014.

7. CONCLUSÃO

O primeiro estudo observou que acompanhado do resultado negativo da partida o GD apresentou baixa VFC e níveis elevados de ansiedade pós-competitiva, ocorrendo o oposto para o VG. Sugerindo que o resultado da partida poderá implicar em atletas jovens do sexo masculino, alterações fisiológicas que dificultam a adaptação ao estresse. Já para o segundo estudo, concluiu-se que, desempenho e saúde parecem ter vários pontos em comum. Além disso, a melhora da saúde parece preceder a melhora do desempenho, levando-nos a crer que não parece possível melhorar o desempenho sem estar em plena saúde. Assim, por mais que haja um paradigma paradoxal entre performance e saúde, com os elementos que compilamos acima, parece que esse paradigma não tem um suporte forte.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desempenho físico tem sido muitas vezes dissociado da saúde. Entretanto, sabemos que desempenho e saúde parecem ter vários pontos em comum, onde a melhoria da saúde, seja ela física ou mental, parece preceder a melhoria do desempenho físico. Fatores como ansiedade e outras variáveis de saúde (aptidão cardiorrespiratória, força muscular, resistência muscular, flexibilidade e composição corporal) são extremamente importantes para que atletas consigam um bom desempenho. Diante desses fatores, métodos seguros e práticos, como a análise do comportamento da VFC, e que consigam acompanhar o comportamento do organismo dos atletas durante os treinos e competições, podem ser grandes aliados para melhorar o desempenho de atletas.

O presente estudo, teve como objetivo investigar níveis de ansiedade e o comportamento da VFC em atletas jovens durante uma situação real de jogo em dois momentos distintos (pré e pós-jogo). Ademais, essa população, na maioria dos estudos foram observadas apenas no momento pré-jogo. Dessa maneira, a partir de estudos dessa natureza, poderá ser possível identificar fatores que dificultam o desempenho de atletas jovens, a fim de melhorar o rendimento.

Os resultados do estudo demonstraram que acompanhado do resultado negativo da partida (derrota) o GD apresentou baixa VFC e níveis elevados de ansiedade pós-jogo, ocorrendo o oposto para o VG, onde houve uma diminuição da ansiedade no pós-jogo ($p = 0,004$). Sugerindo que o resultado da partida poderá implicar em atletas jovens do sexo masculino, alterações fisiológicas que dificultam a adaptação ao estresse, o que poderá reverberar no desempenho desses atletas.

Vale destacar que até o momento não foram encontrados estudos que investigam o comportamento do sistema autonômico e a ansiedade em atletas jovens de basquetebol e o resultado da partida. Ademais, sabe-se que atletas jovens estão sujeitos a níveis elevados de ansiedade competitiva o que dificulta sua adaptação às situações de jogo. Diante desses fatores, torna-se necessário que seus treinadores possam utilizar a VFC como ferramenta para monitorar o estado psicofisiológico desses atletas durante os treinos e competições, a fim de minimizar desempenhos indesejáveis provocados pela ansiedade e estresse. Entretanto, estudos futuros são necessários para investigar o comportamento da VFC e estado emocional em diferentes situações de jogo e função dos jogadores.

ANEXOS

(Anexo 1)

ESCALA DE ESTRESSE PERCEBIDO – PSS-14

As questões desta escala perguntam sobre seus sentimentos e pensamentos durante o último mês. Em cada caso, será pedido para você indicar o quão frequentemente você tem se sentido de uma determinada maneira. Embora algumas das perguntas sejam similares, há diferenças entre elas e você deve analisar cada uma como uma pergunta separada. A melhor abordagem é responder a cada pergunta razoavelmente rápido. Isto é, não tente contar o número de vezes que você se sentiu de uma maneira particular, mas indique a alternativa que lhe pareça como uma estimativa razoável. Para cada pergunta, escolha as seguintes alternativas:

0= nunca

1= quase nunca

2= às vezes

3= quase sempre

4= sempre

Neste último mês, com que frequência...						
1	Você tem ficado triste por causa de algo que aconteceu inesperadamente?	0	1	2	3	4
2	Você tem se sentido incapaz de controlar as coisas importantes em sua vida?	0	1	2	3	4
3	Você tem se sentido nervoso e “estressado”?	0	1	2	3	4
4	Você tem tratado com sucesso dos problemas difíceis da vida?	0	1	2	3	4
5	Você tem sentido que está lidando bem as mudanças importantes que estão ocorrendo em sua vida?	0	1	2	3	4
6	Você tem se sentido confiante na sua habilidade de resolver problemas pessoais?	0	1	2	3	4
7	Você tem sentido que as coisas estão acontecendo de acordo com a sua vontade?	0	1	2	3	4
8	Você tem achado que não conseguiria lidar com todas as coisas que você tem que fazer?	0	1	2	3	4
9	Você tem conseguido controlar as irritações em sua vida?	0	1	2	3	4
10	Você tem sentido que as coisas estão sob o seu controle?	0	1	2	3	4
11	Você tem ficado irritado porque as coisas que acontecem estão fora do seu controle?	0	1	2	3	4
12	Você tem se encontrado pensando sobre as coisas que deve fazer?	0	1	2	3	4
13	Você tem conseguido controlar a maneira como gasta seu tempo?	0	1	2	3	4
14	Você tem sentido que as dificuldades se acumulam a ponto de você acreditar que não pode superá-las?	0	1	2	3	4

(Anexo 2)

Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) – Ansiedade Estado

Leia com atenção cada pergunta e atribua um valor ao lado de cada afirmação, conforme o gabarito abaixo, que melhor indicar como você se sente nesse momento.

Ansiedade Estado				
Muitíssimo=4	Bastante=3	Um Pouco=2	Absolutamente Não=1	
01. Sinto-me calmo	1	2	3	4
02. Sinto-me seguro	1	2	3	4
03. Estou tenso	1	2	3	4
04. Estou arrependido	1	2	3	4
05. Sinto-me à vontade	1	2	3	4
06. Sinto-me perturbado	1	2	3	4
07. Estou preocupado com possíveis infortúnios	1	2	3	4
08. Sinto-me descansado	1	2	3	4
09. Sinto-me ansioso	1	2	3	4
10. Sinto-me "em casa"	1	2	3	4
11. Sinto-me confinado	1	2	3	4
12. Sinto-me nervoso	1	2	3	4
13. Estou agitado	1	2	3	4
14. Sinto-me uma pilha de nervos	1	2	3	4
15. Estou descontraído	1	2	3	4
16. Sinto-me satisfeito	1	2	3	4
17. Estou preocupado	1	2	3	4
18. Sinto-me superexcitado e confuso	1	2	3	4
19. Sinto-me alegre	1	2	3	4
20. Sinto-me bem	1	2	3	4

(Anexo 3)

Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) – Ansiedade Traço

Leia com atenção cada pergunta e atribua um valor ao lado de cada afirmação, conforme gabarito abaixo, que melhor indica como você geralmente se sente.

Ansiedade Traço				
	Quase sempre=4	Frequentemente=3	Às vezes=2	Quase nunca=1
01. Sinto-me bem	1	2	3	4
02. Canso-me facilmente	1	2	3	4
03. Tenho vontade de chorar	1	2	3	4
04. Gostaria de poder ser tão feliz quanto os outros parecem ser	1	2	3	4
05. Perco oportunidades porque não consigo tomar decisões rapidamente	1	2	3	4
06. Sinto-me descansado	1	2	3	4
07. Sou calmo, ponderado e senhor de mim mesmo	1	2	3	4
08. Sinto que as dificuldades estão se acumulando de tal forma que não consigo resolver	1	2	3	4
09. Preocupo-me demais com coisas sem importância	1	2	3	4
10. Sou feliz	1	2	3	4
11. Deixo-me afetar muito pelas coisas	1	2	3	4
12. Não tenho muita confiança em mim mesmo	1	2	3	4
13. Sinto-me seguro	1	2	3	4
14. Evito ter que enfrentar crises ou problemas	1	2	3	4
15. Sinto-me deprimido	1	2	3	4
16. Estou satisfeito	1	2	3	4
17. Às vezes, idéias sem importância entram na minha cabeça e me preocupam	1	2	3	4
18. Levo os desapontamentos tão a sério que não consigo tirá-los da cabeça	1	2	3	4
19. Sou uma pessoa estável	1	2	3	4
20. Fico tenso e perturbado quando penso meus problemas do momento	1	2	3	4

(Anexo 4)



<https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2023.21.1265>

Can the high intensity interval running in slope affect concurrently explosive strength performance?

Fernanda Pereira Rocha¹, Tony Meireles Santos², Inansé Oliveira-Silva¹, Thiago Albernaz¹, Pedro Augusto Querido Inacio¹, Silvio Roberto Barsanulfo³, Adriano Coelho Silva¹, Marcelo Sales⁴, Patrícia Sardinha Leonardo^{1,3}, Rodrigo Alvaro Brandão Lopes-Martins^{1,3}, Gustavo de Conti Teixeira⁵, Karillos Henrique Santos⁴, Sérgio Machado^{6,7}, Alberto Souza Sá Filho^{1,3}.

¹Graduate Program in Human Movement and Rehabilitation (PPGMHR), Evangelical University of Goiás - UniEVANGÉLICA, Anápolis - (GO), Brazil; ²Department of Physical Education, Federal University of Pernambuco - UFPE, Recife - (PE), Brazil; ³Graduate Program in Pharmaceutical Sciences (PPGCF), Evangelical University of Goiás - UniEVANGÉLICA, Anápolis - (GO), Brazil; ⁴Graduate Program in Environment and Society at the State University of Goiás (UEG), Campus Headquarters - Quirinópolis - (GO), Brazil; ⁵Center for Studies and Advanced Research in Sport (NEPAE), Faculty of Physical Education and Dance of the Federal University of Goiás (UFG), Goiânia - (GO), Brazil; ⁶Department of Sports Methods and Techniques, Federal University of Santa Maria - (RS), Brazil; ⁷Laboratory of Physical Activity Neuroscience, Neurodiversity Institute, Queimados-(RJ), Brazil.

ABSTRACT

Background: Physical exercise programs are typically composed of activities directed to the development of different physical abilities, usually stimulated in the same session. **Objective:** The aim of the study was to determine the effect of one session of aerobic exercise at high intensity to 1% and 10% gradient on the height (H_{Jump}) and kinematics of the depth jump (P_{Exc} - eccentric, concentric phase P_{Con}, and contact time - CT). **Methods:** Twenty-five moderately trained men (VO₂Max 53.2 ± 4.3 mL.kg⁻¹.min⁻¹) attended five visits in the laboratory. Familiarity with the procedures in depth jump, VO₂Max measures and their velocity associated (VVO₂Max), and time to exhaustion performance (T_{Lim}) were performed at two initial visits. **Results:** On the three subsequent visits, the volunteers were subjected to three maximum depth jumps before and 10 min after the following conditions: (1) running intervals at high intensity of 10% gradient (R10%), (2) at 1% gradient (R1%), and control condition (CON). The order of conditions was determined randomly. A running condition did not induce significant changes from H_{Jump} (R1% 1.1% vs 1.0% R10%) when expressed as percentage difference from the CON condition. The P_{Exc}, P_{Con}, and CT also did not change after running sessions (P > 0.05). None of the intervals running strategies were able to generate significant change in height and kinematics of the vertical depth jump. **Conclusion:** The prescription of the running at VVO₂Max in 1% or 10% gradient does not seem to lead to concurrent effect, is suggested to ensure the concomitant development of maximal aerobic power and explosive strength.

Keywords: Aerobic exercise; Heart rate; Muscle fatigue; Vertical jump.

BACKGROUND

Physical exercise programs are typically composed of activities directed to the development of different physical abilities, usually stimulated in the same session. When long-term aerobic activities precede isokinetic, isotonic, or explosive strength exercises, deleterious effects on performance seem to be observed⁽¹⁻³⁾. According to aerobic modality characteristics, for example the long-term activities (> 2 h), damages can still last for hours and even for several days after their accomplishment⁽⁴⁾.

These short-term and long-term changes in muscle strength and power would be directly associated with repetitive eccentric loads observed in long-term running⁽⁵⁾. Prolonged exposure to these mechanical loads would attenuate reflex responses to stretch by reducing the sensitivity of intrafusal fibers⁽¹⁾, contributing to decrease the performance of the stretch-shortening cycle (SSC)^(6,7). Thus, for athletes who need to adjust their training to a multiple-stimuli model in the same session, strategies are necessary to ensure the optimal development of cardiorespiratory fitness without short- and long-term damage to the development of strength and power.

In line with this, it is evident that the intensification of aerobic training through interval stimuli is the fastest and most efficient way to develop aerobic performance and VO₂max⁽⁸⁻¹⁰⁾. With this strategy,

gradual increases in inclination were inversely associated with a proportional reduction in eccentric loads during running⁽¹¹⁾, which result in less muscle damage to intra and extrafusal fibers⁽¹²⁾. The increase in ground slope would then seem as an optional way to neutralize concurrence between strength or power performance⁽¹³⁾. Given this scenario, we can argue that intermittent interval exercise and lower eccentric muscle contraction request during running in slope^(11,14) reduce the period of exposure to the mechanical loads imposed on the locomotor system, which compromise the SSC, and therefore, the deleterious effect on the explosive strength performance. Although consistent, this aspect has not yet been investigated.

Thus, this study aimed to determine the effect of a high intensity interval session with 1% and 10% slope over the height of the jump in depth (H_{Jump}). The kinematic variables, concentric phase (P_{Con}), eccentric (P_{Exc}) and contact time (CT) were compared after the running session in both slope conditions in order to explain possible changes in jump performance. We have theorized that the lower eccentric overload in the running at 10% inclination would attenuate the concurrent effects on the performance of explosive force.

*Corresponding author: Alberto Sá Filho; e-mail: doutor.alberto@outlook.com

Submission date 26 September 2022; Acceptance date 02 February 2023; Publication date 16 March 2023



Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal. ISSN 2236-5435. Copyright © 2020. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided article is properly cited



METHODS

The present study used as reference the assumptions described by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) and respected all the items proposed in the guideline "Consolidated Standards of Reporting Trials" (CONSORT). All procedures were performed according to the Declaration of Helsinki and included in the clinical trial registration database of the U.S. National Institutes of Health (ClinicalTrials.gov; NCT02498730).

Sample

Twenty-five university students, physically active, and familiar with aerobic exercise on treadmill were invited to the experiment. All were characterized as low risk according to the risk stratification for coronary artery disease (CAD)⁽¹⁵⁾, and were instructed to do not eat in the three hours prior the experiment and do not perform physical activities in the 24 hours prior to the visits. The sample size was calculated considering an error of 5%, and a statistical power of 80%. The lowest significant effect expected (4 cm for jump height)⁽¹⁶⁾(Arteaga *et al.*, 2000) resulted in a "N" of 25 participants (Medcalc v.7.3.0.1, Medcalc Software, Mariakerke, Belgium). The sample characteristics are presented in Table 1.

Table 1. Sample characterization.

Variables	Mean ± SD
Age (years)	26.2 ± 3.4
Fat Mass (%)	13.3 ± 4.2
Body Mass (kg)	81.6 ± 10.1
Height (cm)	172.1 ± 7.3
VO ₂ Máx (mL.kg. ⁻¹ min ⁻¹)	53.2 ± 4.3
T _{lim} Performance (min)	6.4 ± 1.6

*Note: T_{lim} Performance – performance from T_{lim} to exhaustion until speed associated with VO₂max.

Ethical Aspects

All procedures were duly approved by the Research Ethics Committee of Gama Filho University (# 047,2010). All the participants signed the informed consent form accepting the participation, in which they informed all the procedures to be performed.

Experimental Procedures

The investigation consisted of five visits with interval among their of three to ten days. In the initial visit, the risk stratification procedures for CAD were performed, followed by familiarization with the vertical jump in depth, and immediately after, the determination of the VO₂max values and its associated velocity (V_{VO2max}). On the second visit, a new familiarization was made for the vertical jump followed immediately by the determination of T_{lim} performance in (V_{VO2Máx}). During the familiarization, two jumps were performed at each of the three chosen heights (20, 30 and 40 cm), being used in the experimental sessions and in the control only the height associated with the higher performance. All jumping attempts had periods of 1 min. of interval among their.

In the following visits (i.e., third to fifth), participants performed three maximum jumps before and approximately 5 min after the following conditions: (1) high intensity interval running at 10% slope (C_{10%}), (2) high intensity interval running at 1% slope (C_{1%}) and (3) control condition (CON). In the control session, participants remained seated for 10 min between the sequences of jumps. The order of visits was randomly determined. All procedures were performed in the same period of the day standardized for each participant with controlled temperature (21 to 23°). Figure 1 shows the experimental design of the study.

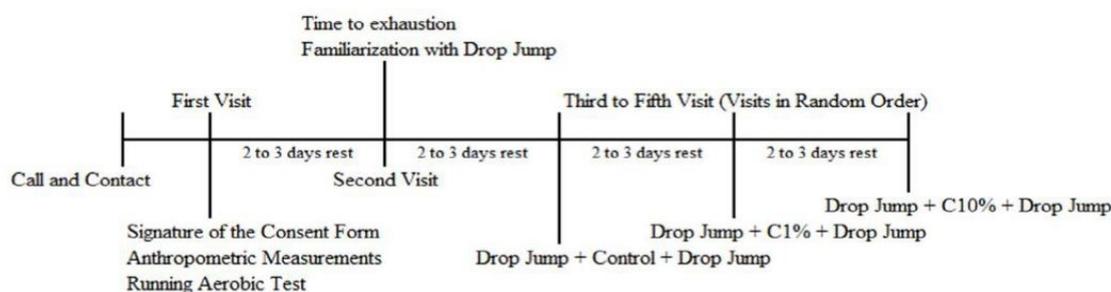


Figure 1. Experimental design



Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal. ISSN 2236-5435. Copyright © 2020. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided article is properly cited

MTP&RehabJournal 2023, 21: 1265

Anthropometry

All measurements were determined as suggested by the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). The anthropometric measures obtained were body mass, height (Filizola Scale, São Paulo, Brazil), and skinfolds (Slim Guide, Rosscraft, Surrey, Canada). We estimated the percentage of body fat through the equations suggested by Jackson & Pollock's equation⁽¹⁷⁾.

Vertical Jumping

After the familiarization sessions, the participants underwent procedures that involved the identification and marking of three anatomical points (major trochanter, knee joint - lateral collateral ligament at the central point of intersection in the knee between the femur and the tibial plateau, and lateral malleolus) at the beginning of each visit. Then, the participants performed three to five jumps without any prior or preparatory activity. Instructions on the jumping technique was given in the initial and always remembered visits at the beginning of each experimental session. Participants should jump with their hands at their waist and encouraged to reach the maximum height, with no restrictions on knee flexion degrees or contact time at the moment of the eccentric phase during contact with the ground. The jumps were registered by a digital camera (Samsung ES17, Samsung Electric Co. Ltd., California, USA), with a sampling frequency of 30 Hz, located in a sagittal plane 200 cm from the jump box and 60 cm perpendicular to the ground. VirtualDub software (Version 1.9.6, Free Software Foundation, Cambridge, USA) was defined from frame to frame inspection, the frames corresponding to the initial position (static - Figure 2A) and the final position (maximum jumping displacement - Figure 2B).

A template of known height (50 cm - Figure 2C) was used at each visit to establish proportionality between the figures and to define the actual H_{Jump} value. All frames were imported into CorelDRAW® graphics software (Graphics Suite X4, Corel Corporation 2008, USA) and analyzed from the vertical dimension tool. The kinematics of the jump in depth was defined by the analysis of the P_{Exc} frames (difference between the moment of entry into the ground and the beginning of the extension of the knee and ankle), P_{Con} (difference between the highest degree of knee flexion and loss of contact with ground) and TC (time contact with ground) (Figure 3). For greater sensitivity in obtaining kinematic data, the mean between two frames was used to increase the accuracy of the measurement of the jumping phases. For the comparative data analysis

Rocha FP et al.

obtained before and after the running protocols, the highest performance jumping was used within the three trials. The internal consistency and stability of the vertical jumping in depth variables (P_{Con} , P_{Exc} , CT, H_{Jump}) were established based on the control visit and the subsequent experimental visit after the subjects' familiarization (Table 2).

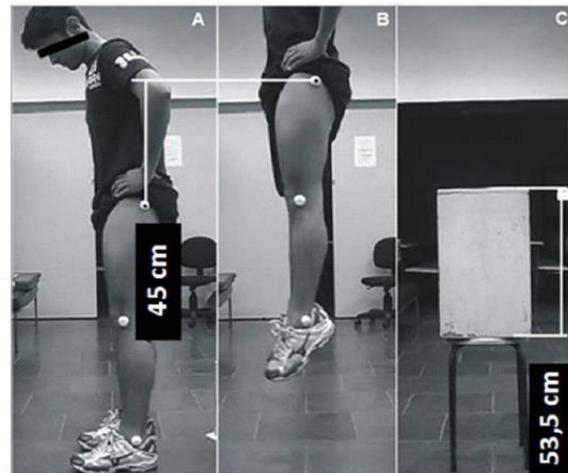


Figure 2. Definition of the heel height from the vertical dimension tool, (A) final position, (B) position of maximum height after displacement of the crate and the eccentric moment and (C) results from vertical height = 50cm.

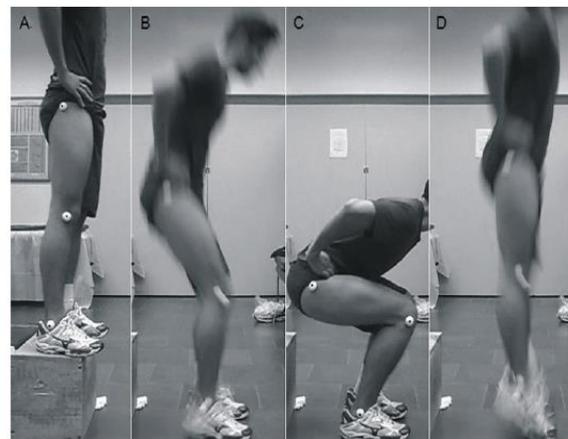


Figure 3. Stages of the vertical jump, P_{Exc} - difference between the moment of entry into the ground (A) and the beginning of the extension of the knee or ankle (B), P_{Con} - difference between the greater degree of knee flexion (C) and contact loss with soil (D), CT - accumulated time between the initial contact (B) and the ground output (D).



Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal. ISSN 2236-5435. Copyright © 2020. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided article is properly cited.



Table 2. Reliability of kinematic measures and height of vertical jump in depth.

	P _{Exc}		P _{Con}		CT		H _{Jump}	
	IC	S	IC	S	IC	S	IC	S
ICC	0.84	0.80	0.91	0.91	0.90	0.92	0.90	0.92
P Value	0.001	0.001	0.001	0,001	0.001	0.001	0.001	0.001
TME (Absolute)	25.9	31.5	21.4	21,8	43.7	45.0	1.2	1.4
TME (Relative)	9%	9%	6%	7%	7%	7%	3%	3%

*Note: ICC – intraclass correlation coefficient, P_{Con} - concentric phase, P_{Exc} - eccentric phase, CT – Contact time, H_{Jump} – Jump height, ms - milliseconds, cm - centimeters; IC = Internal Consistency; S = Stability; P Value = ICC Statistical Significance Level; TME = Typical Measurement Error;

Cardiorespiratory Test

Before the familiarization procedure with the vertical jump, the resting heart rate (Vantage, Polar Electro Oy, Kempele, Finland) was obtained in 6 to 10 min in the supine position. Participants started walking on the treadmill at 5 km.h⁻¹ and 1% incline. The speed was increased by 1.0 km/h per minute up to 65% of the reserve heart rate (HR_{Res}), when the velocity was then stabilized for a period of 6 min. HR and effort perception (RPE) were recorded every minute. Then, further increases in velocity (1.0 km.h⁻¹ per minute) were administered until participants were unable to continue running, when actual peak heart rate (HR_{maxR}) and V_{Peak} were recorded. Participants received verbal encouragement to achieve maximum performance. The VO_{2max} and V_{VO2max} were predicted from the race equations proposed by the ACSM⁽¹⁵⁾, and from the reservation method proposed by Swain⁽¹⁸⁾.

The use of the reserve method to estimate VO_{2max} is based on the assumption of previously validated equations⁽¹⁹⁾. The predictive validity of this approach was extremely satisfactory (r ≥ 0.90)⁽²⁰⁾, even when compared to direct VO_{2max} measurement methods⁽²¹⁾. The concurrent validity, in a study not yet published by our group, resulted in a standard error of the estimate of 5.3 mL.kg⁻¹.min⁻¹. In addition, the reliability of the method using exercise as a mode of exercise provided a typical measurement error of 2.4 mL⁻¹.kg⁻¹.min⁻¹ (4.9%) and an intra-class correlation coefficient of 0.864⁽²⁰⁾.

Time Limit (T_{Lim})

After the familiarization, the procedures with the vertical jumping occurred at the second visit, with 6 to 60% heating of the V_{VO2max} being performed, followed by a 3-minutes interval. The treadmill was set at 1% slope in V_{VO2max}, where T_{Lim} performance was initiated. The volunteers were verbally encouraged to remain running for the longest time tolerated. The criterion for completing the test was maximal voluntary exhaustion.

Aerobic Exercise Protocol

A 6 min warm-up was performed at 60% intensity of V_{VO2max}. Then, V_{VO2max} stimuli with 50% T_{Lim} duration were provided in both stimulus and recovery (i.e., 1:1 ratio). The metabolic demand between the 1% and 10% slope race protocols was matched from the ACSM⁽¹⁵⁾, metabolic running equation. The conclusion of six stimuli or maximal voluntary exhaustion were considered as the limit of the end of activity.

Statistical analysis

The descriptive analysis of the volunteers was presented in mean and standard deviation. A paired t-test compared total exercise time (T_{Time}) between the two strategies (C1% and C10%). A two-way ANOVA with repeated measurements for the time and group factor determined the difference among averages of vertical jumping in depth (P_{Exc}, P_{Con}, CT and H_{Jump}). A Tukey Post Hoc test was used to identify differences between groups, and the magnitude of the differences were established by the effect size calculation (ES). All assumptions were previously tested and analyzes were performed on GraphPad Prism (v. 5.01, GraphPad Software Inc., San Diego California, USA) with adjusted significance level at p=0.05.

RESULTS

The T_{Time} of the running activity at 1% inclination was statistically higher than the time referring to 10% slope (34.6 ± 8.4 min, 18.5 ± 3.8 min, respectively for C_{1%} and C_{10%}; p<0.001). An average of 5.0 ± 1.3 and 2.6 ± 0.7 stimuli for C_{1%} and C_{10%}, respectively, were concluded.

The P_{Exc}, P_{Con}, CT and H_{Jump} variables did not show significant differences before and after the ramp intervention at 1 and 10% slope. All the results were described with their respective levels of significance in Table 3. The ES observed for all dependent variables showed results with a range of 0.03 to 0.19. In conjunction with the results found, ES conferred a trivial effect for intervention, suggesting little or no effect of short running interval on vertical jumping performance.



Table 3. Mean and standard deviation of kinematic variables and vertical jump performance in the three interval running conditions.

	C _{1%}			C _{10%}			Control		
	Pre	Post	<i>p</i>	Pre	Post	<i>p</i>	Pre	Post	<i>P</i>
P _{Exc} (ms)	294.4 (47.8)	302.1 (59.4)	0.512	283.0 (54.9)	285.7 (56.2)	0.180	289.0 (48.6)	287.5 (52.2)	0.101
P _{Con} (ms)	334.8 (48.6)	333.6 (43.5)	0.080	333.0 (55.4)	324.8 (57.7)	0.554	330.1 (56.9)	337.0 (49.0)	0.469
CT (ms)	628.8 (85.6)	635.4 (84.0)	0.249	615.6 (101)	610.2 (100)	0.204	622.9 (97.4)	624.0 (87.8)	0.060
H _{Jump} (cm)	41.97 (4.6)	42.29 (5.3)	0.251	41.40 (4.3)	42.24 (3.8)	0.353	41.82 (4.3)	40.72 (4.0)	0.866

*Note: P_{Con} – concentric time, P_{Exc} – eccentric time, CT – contact time, H_{Jump} – Jump height, ms - milliseconds, cm – centimeters.

DISCUSSION

The present study is pioneer in examining the effect of high intensity interval running with and without slope on performance and kinematics of vertical jumping in depth. The relevance of this study is in line with the possibility of administering stimuli of interval running without a deleterious influence on the subsequent performance of explosive force. Interventions with high intensity running intervals for both C_{1%} and C_{10%} groups did not present immediate concurrent effects on the power variables investigated.

The results observed by the present study diverge from some evidence in the literature⁽¹⁻³⁾. The loss of isoinertial, isokinetic or power strength after performing an aerobic activity has been reported mainly in long-term running^(2,3,6), but also on protocols of interval exercise^(22,23), or in submaximal vertical jumps until exhaustion⁽⁴⁾. In these studies, the main mechanisms responsible for the reduction in strength and power immediately after aerobic exercise appear to be related to metabolic production and / or to repeated eccentric loads influencing the SSC mechanisms, or even generating structural damages^(4,12). This phenomenon does not seem to have been reproduced in our study.

Interestingly, the present study did not demonstrate any deleterious effect as a result of exposure to run at 1 and 10% slope. The T_{Time} of aerobic exercise could be a factor influencing the subsequent performance of strength and power⁽²⁾. It is possible that a longer aerobic activity, with repeated eccentric loads, could induce the reduction of muscle spindle sensitivity with the concomitant reduction of SSC capacity⁽¹⁾. It is observed, therefore, that the activity time adopted in the present study ranged from four to five times less than the T_{Time} of exercise reported by authors who showed a significant reduction in strength or power^(2,3,6),

(34.6 min and 18.5 min, respectively for C_{1%} and C_{10%}). It is possible that the time of activity administered was insufficient, explaining the absence of competing effects between the activities.

However, this statement seems not be supported⁽²⁴⁾, where strength losses were reported in maximal voluntary contraction (15.1%) in leg press exercise and 20 m sprint velocity (16.3%) after a short test of 5 km until exhaustion (16 min and 58 s ± 1 min and 12 s). Despite these results, the methods used⁽²⁴⁾, were different from the protocols used in our study, which could explain such divergences between results. In this sense, concurrent or even potentiated effects on the explosive strength performance seem tenuous and dependent on the type of protocol^(25,26), contraction⁽²⁷⁾, among other characteristics like T_{Time}, modality, type of training and training status^(2,22).

The interval trajectory characteristic of the reduced T_{Time} of exercise may be the key to the different response found in the performance and kinematics of the vertical jump in depth, perhaps due to a lower metabolic influence, being this one of the mechanisms able to contribute to the reduction of strength⁽⁴⁾. In addition, the SSC overload pattern during high-intensity interval running was probably not able to generate significant muscle damage as seen in vertical jumping protocols until exhaustion⁽²⁸⁾.

It should also be noted that the T_{Time} difference between 1% and 10% slope runs is an important finding suggesting that T_{Lim} performance may be limited in large slope percentages (10%), possibly due to higher metabolic activity⁽²⁹⁾ and muscular recruitment⁽³⁰⁾. In addition, T_{Lim} performance differences may have been maximized by the indirectly provided metabolic equivalence from the ACSM running equation⁽¹⁵⁾. This





Uphill Running and Explosive Performance

strategy is therefore inadequate for setting up a training intervention at different slopes. Regardless of this finding, the ES between the magnitude of the differences in vertical jump performance in depth between conditions $C_{1\%}$ and $C_{10\%}$ proved to be trivial and, therefore, of no substantial relevance.

Analyzing the method used, variables such as CT did not comply with the values observed in the literature for similar heights (300 to 600 ms versus 200 to 250 ms for the present study and the literature, respectively)⁽¹⁶⁾. The observed CT pattern can be attributed to the angle of knee flexion assumed during the eccentric phase, which remained free between the subjects for the greater development of H_{Jump} . Already the means and standard deviation of H_{Jump} in our study were higher than those reported⁽¹⁶⁾, (41.9 ± 4.0 cm vs. 34.6 ± 6.1 cm, respectively) and lower than the mean in recreationally trained subjects (52.6 ± 2.5 cm)⁽³¹⁾.

This difference can be attributed mainly to different levels of training, experience in the execution of the task and technique/orientation of the jump. This distinction between results does not seem to be related to the indirect method of determining vertical jump, kinematics or data variability, since the values presented satisfactory reliability (Table 3), in addition to using the same procedures before and after interval training sessions.

Finally, the difference between the T_{Time} and the number of stimuli in conditions $C_{1\%}$ and $C_{10\%}$ can be highlighted as a finding that could have limited our intervention. Only T_{Lim} at 1% slope was measured and considered for the training configuration at 10% slope. Possible differences seem to exist between the performance of T_{Lim} in V_{VO2max} at 1% and 10% slope, which probably led to different training impacts, and early fatigue at 10% slope. Regardless, the lowest T_{Time} to $C_{10\%}$ did not affect the final results, not influencing the conclusion.

CONCLUSION

Interval strategies of 1% and 10% slope races were not able to generate significant changes in height and kinematics of vertical jump in depth. The prescription of the interval race in V_{VO2max} at 1% or 10% of inclination does not seem to have concurrent effects since performed in a volume similar to the one used here, and are suggested to guarantee the concomitant development of maximum aerobic power and explosive force.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Eduardo Portugal, and Marcos Mendes for their assistance in data collection,

MTP&RehabJournal 2023, 21:1265

and the company Proximus for equipment support. Alberto Souza Sá Filho was supported by CNPQ (131248/2009-0) and Tony Meireles dos Santos by FAPERJ (E-26/110.153/2010 and E-26/190,127/2010).

Authors' contribution: Fernanda Rocha, Tony Meireles and Alberto Sá contributed equally in all phases of the project; Iransé Oliveira-Silva, Thiago Albernaz, Pedro Augusto Inacio, Silvio Roberto Barsanulfo and Adriano Coelho Silva participated in the collection and part of the writing of the final document; Marcelo Sales, Patricia Leonardo, Rodrigo Lopes-Martins, Gustavo de Conti Teixeira and Sérgio Machado participated in multiple revisions and the writing of the final document; Karillos Henrique Santos assisted in the development of the collection technique

Financial support: There was no external funding.

Conflict of interest: We declare that there are no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Avela J, Komi PV. Reduced stretch reflex sensitivity and muscle stiffness after long-lasting stretch-shortening cycle exercise in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1998;78(5):403-410.
2. Lepers R, Pousson ML, Maffiuletti NA, Martin A, Van Hoecke J. The effects of a prolonged running exercise on strength characteristics. *Int J Sports Med.* 2000;21(4):275-280.
3. Denadai B, Greco C, Tufik S, Mello M. Effects of prolonged running performed at the intensity corresponding to the onset of blood lactate accumulation, on maximum isokinetic strength in active non-athletic individuals. *Brazilian Journal of Physical Therapy.* 2007;11(3):221-226.
4. Dousset E, Avela J, Ishikawa M *et al.* Bimodal recovery pattern in human skeletal muscle induced by exhaustive stretch-shortening cycle exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(3):453-460.
5. Byrne C, Twist C, Eston R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. *Sports Med.* 2004;34(1):49-69.
6. Millet GY, Lepers R. Alterations of neuromuscular function after prolonged running, cycling and skiing exercises. *Sports Med.* 2004;34(2):105-116.
7. Bridgeman LA, Gill ND, Dulson DK, McGuigan MR. The Effect of Exercise-Induced Muscle Damage After a Bout of Accentuated Eccentric Load Drop Jumps and the Repeated Bout Effect. *J Strength Cond Res.* 2017;31(2):386-394.
8. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM *et al.* Similar metabolic adaptations during exercise



Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal. ISSN 2236-5435. Copyright © 2020. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided article is properly cited

MTP&RehabJournal 2023, 21: 1265

Rocha FP et al.

- after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol.* 2008;586(1):151-160.
9. Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014;39(3):409-412.
 10. Borrega-Mouquinho Y, Sanchez-Gomez J, Fuentes-Garcia JP, Collado-Mateo D, Villafaina S. Effects of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Training on Stress, Depression, Anxiety, and Resilience in Healthy Adults During Coronavirus Disease 2019 Confinement: A Randomized Controlled Trial. *Front Psychol.* 2021;12643069.
 11. Gottschall JS, Kram R. Ground reaction forces during downhill and uphill running. *J Biomech.* 2005;38(3):445-452.
 12. Horita T, Komi PV, Nicol C, Kyrolainen H. Effect of exhausting stretch-shortening cycle exercise on the time course of mechanical behaviour in the drop jump: possible role of muscle damage. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999;79(2):160-167.
 13. Hindistan E, Ozdogan E, Bilgin G, Colak O, Ozkaya G. Effects of sprint interval training on sloping surfaces on aerobic and anaerobic power. *Biomedical Human Kinetics.* 2020;1241-50.
 14. Figueira B, Gonçalves B, Abade E, Paulauskas R, Masiulis N, Sampaio J. Effects of a 4-week combined sloped training program in young basketball players' physical performance. *Science & Sports.* 2020;35(3):172.e171-172.e179.
 15. ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore: , 2010).
 16. Arteaga R, Dorado C, Chavarren J, Calbet JA. Reliability of jumping performance in active men and women under different stretch loading conditions. *J Sports Med Phys Fitness.* 2000;40(1):26-34.
 17. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40(3):497-504.
 18. Swain DP, Parrott JA, Bennett AR, Branch JD, Dowling EA. Validation of a new method for estimating VO2max based on VO2 reserve. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(8):1421-1426.
 19. Oliveira NAD, Silveira HSC, A., Hellmuth CGeS et al. Avaliação da aptidão cardiorrespiratória por meio de protocolo submáximo em idosos com transtorno de humor e doença de Parkinson. *Archives of Clinical Psychiatry.* 2013;40(3):88-92.
 20. Santos TM, Viana BF, Sá Filho AS. Reprodutibilidade do VO2Máx estimado na corrida pela frequência cardíaca e consumo de oxigênio de reserva. *Revista Brasileira De Educação Física E Esporte.* 2012;26(1):29-36.
 21. Mainardi F, Inoue A, Pompeu FAdS, Santos TM. Predictive validity of VO2máx measurement and estimates in Mountain Bikers' performance. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2015;21(1):44-48.
 22. Leveritt M, Abernethy P, J. Acute Effects of High-Intensity Endurance Exercise on Subsequent Resistance Activity. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 1999;13(1):47-51.
 23. Jimenez-Reyes P, Pareja-Blanco F, Cuadrado-Penafiel V, Ortega-Becerra M, Parraga J, Gonzalez-Badillo JJ. Jump height loss as an indicator of fatigue during sprint training. *J Sports Sci.* 2019;37(9):1029-1037.
 24. Nummela AT, Heath KA, Paavolainen LM et al. Fatigue during a 5-km running time trial. *Int J Sports Med.* 2008;29(9):738-745.
 25. Boulosa DA, Tuimil JL. Postactivation potentiation in distance runners after two different field running protocols. *J Strength Cond Res.* 2009;23(5):1560-1565.
 26. Boulosa DA, Tuimil JL, Alegre LM, Iglesias E, Lusquinos F. Concurrent fatigue and potentiation in endurance athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6(1):82-93.
 27. Horita T, Komi PV, Hamalainen I, Avela J. Exhausting stretch-shortening cycle (SSC) exercise causes greater impairment in SSC performance than in pure concentric performance. *Eur J Appl Physiol.* 2003;88(6):527-534.
 28. Kuitunen S, Avela J, Kyrolainen H, Nicol C, Komi PV. Acute and prolonged reduction in joint stiffness in humans after exhausting stretch-shortening cycle exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2002;88(1-2):107-116.
 29. Staab JS, Agnew JW, Siconolfi SF. Metabolic and performance responses to uphill and downhill running in distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(1):124-127.
 30. Sloniger MA, Cureton KJ, Prior BM, Evans EM. Anaerobic capacity and muscle activation during horizontal and uphill running. *J Appl Physiol* (1985). 1997;83(1):262-269.





Uphill Running and Explosive Performance

31. Brown GA, Ray MW, Abbey BM, Shaw BS, Shaw I. Oxygen consumption, heart rate, and blood lactate responses to an acute bout of plyometric depth jumps in college-aged men and women. *J Strength Cond Res.* 2010;24(9):2475-2482.

MTP&RehabJournal 2023, 21:1265



Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal. ISSN 2236-5435. Copyright © 2020. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided article is properly cited