



Varição do perfil barpodométrico antes e após exercício extenuante

Mestrado em Atividade Física, Desporto e Bem-Estar

Joel André Ferreira Dias

Trabalho realizado sob a orientação de

Prof. Doutor Pedro Forte - ISCE DOURO

Prof.^a Doutora Amanda Batista - ISCE DOURO

Penafiel, junho 2025

Mestrado em Atividade Física, Desporto e Bem-Estar

DEPARTAMENTO DE DESPORTO

INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS EDUCATIVAS DO DOURO

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta dissertação representa não apenas o culminar de um percurso acadêmico, mas também o reflexo do apoio, incentivo e contributo de várias pessoas e instituições, às quais gostaria de expressar o meu mais sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Pedro Forte, pela orientação científica, disponibilidade, paciência e incentivo constante ao longo de todo o processo. O seu conhecimento, exigência e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos docentes e colegas, o meu obrigado pelos ensinamentos, partilhas e momentos que enriqueceram a minha experiência académica.

À minha família, em especial aos meus pais e a minha noiva, pelo amor incondicional, apoio permanente e por acreditarem sempre em mim, mesmo nos momentos mais difíceis. Este trabalho também é vosso.

Aos meus amigos e amigas, agradeço pelo carinho, compreensão e pelas palavras de ânimo nos momentos certos. A vossa amizade foi essencial para manter o equilíbrio e a motivação.

Por fim, agradeço a todas as instituições e participantes que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desta dissertação. Sem o vosso envolvimento, este projeto não teria sido possível.

A todos, o meu mais profundo agradecimento.

RESUMO

A presente dissertação tem como objetivo analisar a relação entre a fadiga induzida pelo exercício físico e as alterações no centro de gravidade do corpo humano. O estudo foi realizado com um grupo de participantes adultos saudáveis, submetidos a um protocolo de exercício físico até ao aparecimento de sinais de fadiga. A recolha e análise dos dados foram efetuadas através de uma plataforma de pressão, permitindo avaliar com precisão as variações no centro de pressão antes e após a fadiga. Os resultados demonstraram que a fadiga provoca alterações significativas no controlo postural, evidenciadas por deslocamentos no centro de gravidade e diminuição da estabilidade. Estes achados reforçam a importância de integrar estratégias de gestão da fadiga em contextos de treino, prevenção de lesões e reabilitação, sobretudo em atividades que exigem elevado controlo postural. O estudo contribui para o aprofundamento do conhecimento sobre os efeitos da fadiga na biomecânica corporal e no desempenho motor.

Palavras chave

fadiga, exercício físico, centro de gravidade, plataforma de pressão, controlo postural, biomecânica

ABSTRACT

The present study investigates the relationship between physical exercise-induced fatigue and alterations in the body's centre of gravity. The research involved a sample of healthy adult participants who performed a series of controlled physical exercises until the onset of measurable fatigue. Biomechanical data were collected using motion analysis and force platform technology to assess changes in balance and postural control. The results revealed that physical fatigue significantly affects the position and stability of the centre of gravity, leading to decreased postural stability and increased risk of imbalance. These findings underline the importance of incorporating fatigue management strategies in training and rehabilitation programmes, especially in activities where balance and coordination are critical. This study contributes to a better understanding of how fatigue impacts human biomechanics and offers practical implications for performance optimisation and injury prevention.

Keywords

fatigue, centre of gravity, postural control, physical exercise, biomechanics

ÍNDICE GERAL

Introdução	1
Enquadramento Teórico.....	3
Metodologia	7
Desenho do Estudo	7
Participantes	7
Procedimentos	7
Avaliação Inicial	7
Protocolo de Exercício e Fadiga Muscular	8
Medição da Pressão Plantar	8
Avaliação Antropométrica e Composição Corporal	9
Análise Estatística	9
Resultados	10
Análise Descritiva.....	10
Análise Inferencial	12
Análise Associativa.....	14
Discussão	19
Bibliografia	24

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS (MÉDIA, DESVIO PADRÃO, MÍNIMO E MÁXIMO) POR MOMENTO.....	10
TABELA 2 RESULTADOS DA ANÁLISE INFERENCIAL ENTRE MOMENTOS, COM TESTE T, P-VALUE, TAMANHO DO EFEITO E INTERPRETAÇÃO...	12
TABELA 3 CORRELAÇÕES DE PEARSON SIGNIFICATIVAS ($P < 0.05$) ENTRE VARIÁVEIS, POR MOMENTO.	14

Introdução

A prática regular de atividade física tem vindo a assumir um papel central nas políticas de saúde pública e nas intervenções clínicas, dada a sua reconhecida eficácia na promoção da saúde e na prevenção de doenças crónicas não transmissíveis. Para além de contribuir para a melhoria da aptidão física e da capacidade funcional, a atividade física exerce efeitos benéficos sobre a saúde mental, o bem-estar emocional e a qualidade de vida (Alorayf et al; 2024). A sua influência positiva estende-se a diferentes grupos etários e contextos populacionais, sendo recomendada ao longo de todo o ciclo de vida (Arena et al; 2021; Marqués-Sulé et al; 2021). Entre os principais fatores que contribuem para a manutenção da saúde musculoesquelética e da funcionalidade corporal, destacam-se a composição corporal, a postura e o equilíbrio. A composição corporal, especialmente quando desequilibrada, está fortemente associada ao risco de doenças metabólicas e cardiovasculares, enquanto a postura e o equilíbrio são elementos fundamentais para a estabilidade articular, a prevenção de lesões e a preservação da autonomia funcional (Samuel et al; 2020; Saba et al; 2022). A relação entre estes domínios torna-se ainda mais evidente em contextos de esforço físico, nos quais a fadiga muscular pode comprometer temporariamente a capacidade de controlo postural. A fadiga muscular, entendida como uma redução transitória da capacidade funcional, afeta diretamente os mecanismos de estabilidade corporal, tornando os indivíduos mais vulneráveis a desequilíbrios, erros posturais e quedas. Este efeito torna-se particularmente relevante quando se considera a interação com fatores como a composição corporal e o nível de aptidão física, uma vez que indivíduos com excesso de massa gorda ou com resistência muscular reduzida tendem a apresentar maior instabilidade após o esforço (Tama; Astutik; 2022). Neste contexto, torna-se necessário compreender como a fadiga influencia a distribuição da pressão plantar e a posição do centro de gravidade, indicadores diretamente relacionados com o controlo postural. A avaliação da estabilidade corporal em situações de pré e pós-fadiga representa, assim, uma via promissora para aprofundar o conhecimento sobre os efeitos do exercício na funcionalidade e na segurança motora. Com o avanço dos métodos de medição, como as plataformas de força e os sistemas de bioimpedância, é hoje possível analisar de forma objetiva e integrada as alterações fisiológicas e biomecânicas



associadas à fadiga (Kim; Park; Song; 2021). Esta abordagem torna-se particularmente útil para a prescrição personalizada de programas de treino, prevenção de quedas e reabilitação funcional. Neste sentido, a presente investigação tem como objetivo principal analisar o efeito da fadiga muscular induzida por exercício na distribuição da pressão plantar e no centro de gravidade, procurando identificar de que forma estas alterações estão associadas à composição corporal e à resposta fisiológica imediata. Considera-se como hipótese que a fadiga compromete significativamente a estabilidade postural e que este efeito será mais pronunciado em indivíduos com composição corporal desfavorável e menor resistência cardiovascular. Os resultados deste estudo poderão contribuir para uma melhor compreensão dos mecanismos subjacentes ao controlo postural em situação de esforço, fornecendo informação útil para profissionais da saúde, do exercício e da reabilitação (Arena et al; 2021; Kim; Park; Song; 2021).

Enquadramento Teórico

A atividade física é amplamente reconhecida como um determinante fundamental da saúde pública e da prevenção de doenças crónicas. A sua prática regular exerce um impacto profundo e multifacetado nas dimensões fisiológicas e psicológicas da saúde humana. A evidência disponível demonstra que a participação consistente em atividade física contribui para a mitigação de doenças não transmissíveis (Alorayf et al; 2024; Nunan et al; 2013; Samuel et al; 2020; Castillo et al; 2020; Marques et al., 2017). Para além dos efeitos fisiológicos, a atividade física está associada à redução da ansiedade e da depressão, à melhoria do humor, da qualidade do sono e da resiliência psicológica (Nunan et al; 2013; Samuel et al; 2020; Arena et al; 2021; Dai, 2019).

Estes benefícios sustentam a importância de promover a atividade física ao longo de todo o ciclo de vida, uma vez que potencia o bem-estar físico, mental e social (Nunan et al; 2013; Samuel et al; 2020; Capozzi et al; 2022; Patricio et al; 2024). O conceito de aptidão física compreende um conjunto de atributos fisiológicos e funcionais que permitem ao indivíduo realizar tarefas quotidianas e complexas com vigor, segurança e baixa perceção de esforço. Entre esses atributos incluem-se a resistência cardiorrespiratória, a força muscular, a resistência à fadiga, a flexibilidade, a coordenação motora, a agilidade e a composição corporal (Gavarkovs et al; 2016; Dhawani et al; 2016).

A interação entre atividade física e aptidão física é determinante para o desenvolvimento das capacidades motoras e para a consolidação de hábitos de vida saudáveis. A prática regular de exercício físico, seja de forma estruturada ou recreativa, promove melhorias nos diferentes componentes da aptidão física, reforça a capacidade funcional do organismo, potencia a eficiência metabólica e contribui para a manutenção da autonomia, particularmente em fases avançadas da vida (Sabaratnan et al; 2022; EKWARU et al., 2020; Saitoh et al; 2017; Slade; Shaban; 2019).

A composição corporal, entendida como a proporção entre a massa gorda e a massa magra, e a postura, enquanto organização espacial dos segmentos corporais, apresentam uma relação direta com o estado de saúde, o desempenho físico e o risco de lesões. O

excesso de gordura corporal, especialmente na região abdominal, constitui um fator de risco para o desenvolvimento de (Samuel et al; 2020; Medeni et al; 2025; Mou et al; 2024). Por outro lado, a baixa massa muscular compromete o controlo postural, diminui a força funcional e afeta a mobilidade.

Do ponto de vista biomecânico, a postura desempenha um papel essencial na manutenção da integridade articular e na prevenção de sobrecargas musculares (Troosters, 2015). Desvios posturais, como a hiperlordose, a escoliose ou a retroversão pélvica, resultam frequentemente de desequilíbrios musculares ou de padrões de movimento inadequados, conduzindo a alterações estruturais, dor e limitação funcional (Troosters; 2015; Thorntom et al; 2022; Nosko et al; 2016; Kerkar; Kesharwani; 2022).

A manutenção de uma postura adequada depende da integridade das cadeias musculares, da estabilidade articular e do funcionamento coordenado do sistema neuromuscular (Nunan et al., 2013). Níveis adequados de força, resistência e flexibilidade são fundamentais para assegurar uma estabilização eficiente, uma distribuição harmoniosa das cargas e uma execução segura dos movimentos (Nunan et al; 2013; Wang et al; 2025; Ginis et al; 2022). Indivíduos fisicamente ativos e com boa aptidão física tendem a apresentar melhor controlo motor, maior estabilidade e menor necessidade de compensações posturais (Kisner; Colby, 2014).. Pelo contrário, défices em qualquer componente da aptidão física podem originar estratégias compensatórias que comprometem o alinhamento corporal e aumentam o risco de lesões, de dor crónica e de limitações funcionais (Estaki et al; 2020; Yelizarova et al; 2022; Mallonee et al; 2017).

O equilíbrio corporal é uma competência motora fundamental para a autonomia funcional e para a prevenção de quedas, sendo especialmente relevante em populações idosas ou com alterações neuromusculares. A sua manutenção exige a integração precisa dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo, os quais asseguram a perceção da posição corporal e a realização de ajustamentos posturais tanto em repouso como em movimento (Arena et al; 2021; Schobersberger, 2013; Dai; 2019). A aptidão física influencia diretamente estes sistemas, pois tarefas que envolvem equilíbrio exigem força nos músculos estabilizadores, resistência neuromuscular, amplitude de movimento e coordenação intermuscular (Nunan et al; 2013; Kim et al; 2021; Tama; Astutik, 2022).

A prática de atividades físicas que desafiem o equilíbrio, como exercícios funcionais ou realizados em superfícies instáveis, melhora substancialmente a estabilidade postural e proporciona maior segurança na execução das atividades da vida diária (Sohn et al; 2017; Sallis et al; 2012; Sluka et al; 2013).

A fadiga muscular constitui um fator relevante que pode comprometer o equilíbrio e a postura (Enoka; Duchateau, 2008).. Caracteriza-se por uma redução transitória da capacidade funcional, geralmente induzida por esforço prolongado ou intenso, que interfere nos mecanismos de controlo neuromuscular (Gandevia, 2001).. Quando o corpo se encontra fatigado, a eficácia proprioceptiva diminui, os tempos de reação aumentam e a capacidade de correção postural torna-se mais lenta e imprecisa. Esta condição favorece a instabilidade corporal e o aumento do risco de quedas, principalmente em contextos que exigem estabilidade contínua (Dhalwani et al; 2016; Schobersberger; 2013). Além disso, a fadiga tem um impacto negativo no desempenho de tarefas motoras, como caminhar, levantar cargas ou manter posições estáticas (Taylor; Gandevia, 2008). A sua associação com a composição corporal e com a aptidão física é evidente, já que indivíduos com excesso de peso ou com baixa resistência muscular demonstram maior vulnerabilidade aos efeitos adversos da fadiga (Tama; Astutik; 2022).

A avaliação da composição corporal, da aptidão física e do equilíbrio é essencial para identificar o estado funcional dos indivíduos e para a prescrição adequada de programas de exercício e de reabilitação. As metodologias utilizadas variam entre medições simples, como o índice de massa corporal, a circunferência da cintura ou as pregas cutâneas, e métodos mais sofisticados, como a bioimpedância elétrica e a absorciometria de dupla energia por raios X (Arena et al; 2021; Kim et al; 2021). A aptidão física pode ser analisada através de testes específicos e padronizados, adaptados a diferentes faixas etárias e níveis funcionais, que avaliam a capacidade aeróbia, a força muscular, a flexibilidade, a agilidade e a coordenação (Yelizarova et al; 2022). O equilíbrio postural, por sua vez, pode ser avaliado clinicamente através de testes como o apoio unipodal ou a escala de equilíbrio de Berg, mas também com recurso a plataformas de força que permitem recolher dados objetivos sobre o comportamento do centro de pressão e a distribuição das forças nos apoios plantares (Sallis et al; 2012).



A compreensão da forma como a fadiga, a aptidão física e a composição corporal interagem entre si é essencial para o desenvolvimento de estratégias de intervenção mais



eficazes na promoção da estabilidade postural, tanto em populações saudáveis como em contextos clínicos. A implementação de programas que integrem estes três domínios tem demonstrado efeitos positivos na prevenção de quedas, na melhoria da funcionalidade e na promoção da saúde músculo-esquelética (Borras; 2015; Saitoh et al; 2017). Compreender os mecanismos fisiológicos e biomecânicos que relacionam estas variáveis permite desenhar intervenções mais individualizadas e baseadas na evidência (Marques et al; 2017; Patrício et al; 2024). Neste sentido, o presente estudo tem como propósito analisar o efeito da fadiga muscular, induzida por exercício físico agudo, na distribuição da pressão plantar e no centro de gravidade, procurando compreender em que medida estas alterações estão associadas à composição corporal e à resposta fisiológica imediata. Após a indução de fadiga, a pressão plantar média e máxima diminuem significativamente em ambos os pés.

Metodologia

Desenho do Estudo

O presente estudo adotou um delineamento quase-experimental com medidas repetidas, tendo como principal objetivo analisar o impacto da fadiga muscular induzida por exercício físico na distribuição da pressão plantar e no centro de gravidade corporal. Adicionalmente, procurou-se investigar a associação entre estes parâmetros e variáveis antropométricas e fisiológicas. A recolha de dados decorreu em dois momentos distintos: antes e após a execução de um protocolo de fadiga muscular.

Participantes

A amostra foi constituída por 20 adultos voluntários, com idades compreendidas entre os 18 e os 70 anos, apresentando uma média de idade de 45,05 anos e um desvio padrão de 14,76 anos. Os critérios de inclusão exigiam que os participantes estivessem clinicamente saudáveis, sem historial de patologias músculo-esqueléticas, neurológicas ou cardiovasculares que pudessem comprometer a realização dos testes ou interferir nos resultados. Todos os participantes foram informados acerca dos objetivos, procedimentos e potenciais riscos do estudo, tendo assinado um termo de consentimento livre e esclarecido. O protocolo da investigação foi aprovado pela comissão de ética do Instituto Superior de Ciências Educativas do Douro, respeitando os princípios da Declaração de Helsínquia.

Procedimentos

Avaliação Inicial

Antes da indução da fadiga, os participantes foram submetidos a uma avaliação inicial que incluiu a recolha de dados antropométricos, fisiológicos e posturais. Os parâmetros antropométricos avaliados foram o peso corporal, a altura, o índice de massa corporal, a massa muscular, a massa gorda e a gordura visceral, sendo todos obtidos através de uma

balança de bioimpedância elétrica, modelo Tanita (BC-60, Tóquio, Japão). A frequência cardíaca em repouso foi registada com um monitor cardíaco validado, após cinco minutos de repouso absoluto em posição sentada. Seguidamente, realizou-se a recolha da pressão plantar e da posição do centro de gravidade, utilizando uma plataforma de força que permitiu analisar o apoio estático bípede durante 10 segundos. Os participantes mantiveram-se com os pés paralelos, afastados à largura dos ombros, com o olhar fixo num ponto frontal, de forma a padronizar a postura.

Protocolo de Exercício e Fadiga Muscular

A indução da fadiga foi realizada por meio de um exercício de agachamento livre, executado até à exaustão voluntária. Não foi imposta uma cadência ou número de repetições nem carga externa foi executado com o peso corporal, sendo os participantes instruídos a realizar o movimento de forma contínua até sentirem incapacidade para manter a execução correta. A perceção do esforço foi monitorizada com recurso à escala de Borg (6–20 pontos), sendo considerado atingido o estado de fadiga quando o valor percebido pelo participante fosse igual a 20.

Imediatamente após o término do protocolo de exercício, foram repetidas as medições de frequência cardíaca, pressão plantar e centro de gravidade nas mesmas condições e com os mesmos equipamentos utilizados na avaliação inicial. Este procedimento visou garantir a uniformidade metodológica e a comparabilidade entre os dois momentos avaliativos.

Medição da Pressão Plantar

A pressão plantar foi avaliada com uma plataforma de pressão (3D, Pedistar, Olen, Bélgica), que registou os valores de pressão média, pressão máxima e superfície de contacto de ambos os pés em condição de apoio estático. Para cada participante, foram realizadas três medições consecutivas, sendo considerada a média dos valores obtidos para a análise final. A posição do centro de gravidade foi determinada com base nos dados da mesma

plataforma de força, através da análise da distribuição do peso corporal nas direções antero-posterior e médio-lateral.

Avaliação Antropométrica e Composição Corporal

A composição corporal foi analisada por bioimpedância elétrica (tanita, BC-60, Tóquio, Japão) multifrequência, sob condições padronizadas, nomeadamente em jejum, pelo menos, quatro horas e ausência de exercício físico intenso nas 24 horas precedentes à avaliação.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada no software JASP (versão 0.18.3.0), considerando um nível de significância de 5% ($p < 0.05$). Inicialmente, procedeu-se à análise descritiva das variáveis contínuas, incluindo média, desvio padrão, mínimo e máximo. Para avaliar diferenças entre os dois momentos (antes e após a fadiga), foi aplicado o teste t de Student para amostras emparelhadas. O tamanho do efeito foi calculado com o coeficiente de Cohen's d, que permite quantificar a magnitude das diferenças observadas, sendo interpretado da seguinte forma: efeito muito pequeno ($d < 0.20$), pequeno ($0.20 \leq d < 0.50$), moderado ($0.50 \leq d < 0.80$) e grande ($d \geq 0.80$). Adicionalmente, foram realizadas correlações de Pearson entre variáveis antropométricas, fisiológicas e de equilíbrio, com interpretação da força das associações com base na magnitude dos coeficientes (fraca: $|r| \geq 0.10$, moderada: $|r| \geq 0.30$, forte: $|r| \geq 0.50$). Esta abordagem permitiu uma compreensão integrada dos efeitos da fadiga induzida pelo exercício sobre a distribuição da pressão plantar, o centro de gravidade e os fatores associados.

Resultados

Análise Descritiva

A Tabela 1 apresenta os valores descritivos das variáveis analisadas nos dois momentos (Momento 1 e Momento 2), incluindo média, desvio padrão, mínimo e máximo. De forma geral, observa-se que a Pressão Média Direita apresentou uma ligeira diminuição entre os momentos (M1 = 34.40 ± 7.39 Kpa; M2 = 32.05 ± 5.71 Kpa). A Pressão Máxima Direita também foi superior no primeiro momento (M1 = 106.93 Kpa; M2 = 94.01 Kpa). As superfícies de contacto (direita e esquerda) e a massa muscular mostraram valores relativamente estáveis entre momentos.

Tabela 1 Estatísticas descritivas (média, desvio padrão, mínimo e máximo) por momento.

Variável	Momento 1: Média \pm DP	Momento 1: [Min-Máx]	Momento 2: Média \pm DP	Momento 2: [Min-Máx]
% CG Drt.	42,53 \pm 11,8	[0,54-64,0]	45,3 \pm 6,33	[29,0-56,0]
%CE Ant.	45,92 \pm 11,29	[0,46-53,0]	50,85 \pm 4,13	[45,0-60,0]
%CG Esq.	52,52 \pm 13,85	[0,46-64,0]	54,7 \pm 6,33	[44,0-71,0]
%CG Post.	49,13 \pm 11,98	[0,54 - 59,0]	49,15 \pm 4,13	[40,0 - 55,0]
Frequencia Cardíaca	68,09 \pm 17,18	[0,83 - 85,0]	124,0 \pm 6,39	[110,0 - 138,0]

Gordura Visceral	7,0 ± 4,09	[0,02 – 14,0]	7,0 ± 4,09	[0,02 – 14,0]
MCI	24,53 ± 6,94	[0,26 – 32,2]	24,53 ± 6,94	[0,26 – 32,2]
Massa Muscular	33,24 ± 11,33	[0,39 – 59,2]	33,24 ± 11,33	[0,39 – 59,2]
Massa gorda	26,82 ± 12,62	[0,26 – 48,5]	26,82 ± 12,62	[0,26 – 48,5]
Peso	72,69 ± 14,72	[40,1 – 101,0]	72,69 ± 14,72	[40,1 – 101,0]
Pressão Máxima Drt.	107,4 ± 28,45	[61,7 – 158,23]	102,44 ± 20,56	[78,69 – 146,67]
Pressão Máxima Esq.	112,46 ± 29,21	[55,61 – 153,79]	105,96 ± 28,38	[71,24 – 180,95]
Pressão Média Drt.	34,4 ± 7,61	[20,27 – 48,23]	32,05 ± 6,61	[20,41 – 44,27]
Pressão Média Esq.	38,38 ± 7,72	[16,49 – 53,01]	37,1 ± 9,58	[20,81 – 51,58]
Suprefície Drt.	111,31 ± 33,86	[61,56 – 218,88]	117,03 ± 31,03	[78,09 – 195,51]

Suprefície Esq.	121,33 ± 35,72	[79,8 – 220,59]	121,82 ± 36,43	[68,97 – 209,76]
-----------------	----------------	-----------------	----------------	------------------

Apresentam-se os valores médios, os desvios padrão e os intervalos de variação para cada variável, incluindo parâmetros do centro de gravidade, composição corporal, pressão plantar e frequência cardíaca.

Análise Inferencial

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise inferencial, com teste t de Student para amostras emparelhadas, valores de p e tamanho do efeito (Cohen's d), com respectiva interpretação qualitativa. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre momentos em nenhuma das variáveis analisadas ($p > 0.05$). No entanto, o tamanho do efeito para a Pressão Média Direita foi pequeno ($d = 0.293$), indicando uma tendência de diminuição com relevância prática limitada. A Pressão Média Esquerda apresentou um efeito muito pequeno ($d = 0.177$), e a Pressão Máxima Direita um efeito semelhante ($d = 0.164$).

Tabela 2 Resultados da análise inferencial entre momentos, com teste t, p-value, tamanho do efeito e interpretação.

Variável	t	p	Tamanho do Efeito (d)	Interpretação
Pressão Média Drt	1.308	0.2063	0.293	Pequeno
Pressão Média Esq	0.79	0.4393	0.177	Muito pequeno
Pressão Máxima Drt	0.733	0.4725	0.164	Muito pequeno

Pressão Máxima Esq	1.558	0.1358	0.348	Pequeno
Supreficie Drt	-1.385	0.182	-0.31	Pequeno
Supreficie Esq	-0.129	0.899	-0.029	Muito pequeno
% CG Drt	-1.014	0.3236	-0.227	Pequeno
%CGEsq	-0.738	0.4696	-0.165	Muito pequeno
%CEAnt	-1.729	0.1001	-0.387	Pequeno
%CGPost	-0.01	0.9924	-0.002	Muito pequeno
Peso	nan	nan	nan	Grande
Massa Muscular	nan	nan	nan	Grande
Massa gorda	nan	nan	nan	Grande
MCI	nan	nan	nan	Grande
Gordura Visceral	nan	nan	nan	Grande

Frequencia Cardíaca	-13.044	0.0	-2.917	Grande
---------------------	---------	-----	--------	--------

Incluem-se os valores do teste t, os níveis de significância (p), o tamanho do efeito (Cohen's d) e a respetiva interpretação qualitativa, permitindo avaliar a existência de diferenças significativas entre os momentos pré e pós-fadiga.

Análise Associativa

A Tabela 3 sintetiza os pares de variáveis com correlações de Pearson significativas ($p < 0.05$), organizadas por momento. No Momento 1, observou-se uma correlação positiva moderada entre Pressão Média Direita e Esquerda ($r = 0.614$; $p = 0.004$), e uma forte correlação entre Pressão Máxima Direita e Pressão Média Direita ($r = 0.692$; $p = 0.0007$). Adicionalmente, identificou-se uma correlação negativa entre Pressão Máxima Direita e Superfície Direita ($r = -0.576$; $p = 0.0079$), sugerindo que maiores pressões podem estar associadas a menor área de contacto. No Momento 2, os padrões de associação mantiveram-se consistentes, destacando-se novamente a correlação entre Pressão Média Direita e Esquerda ($r = 0.693$; $p = 0.0007$), bem como entre Pressão Máxima Direita e Pressão Média Direita ($r = 0.794$; $p < 0.001$), evidenciando estabilidade nos padrões de distribuição de pressão plantar.

Tabela 3 Correlações de Pearson significativas ($p < 0.05$) entre variáveis, por momento.

Momento	Variável 1	Variável 2	r	p
1	Pressão Média Drt	Pressão Média Esq	0.614	0.004
1	Pressão Média Drt	Superfície Drt	-0.655	0.0017
1	Pressão Máxima Drt	Pressão Média Drt	0.692	0.0007
1	Pressão Máxima Drt	Pressão Máxima Esq	0.487	0.0294

1	Pressão Máxima Drt	Supreficie Drt	-0.576	0.0079
1	Pressão Máxima Drt	Supreficie Esq	-0.512	0.021
1	Pressão Máxima Esq	Pressão Média Drt	0.491	0.0281
1	Pressão Máxima Esq	Pressão Média Esq	0.615	0.0039
1	Supreficie Drt	Supreficie Esq	0.855	0.0
1	% CG Drt	%CGEsq	0.486	0.0299
1	% CG Drt	%CEAnt	0.806	0.0
1	% CG Drt	%CGPost	0.788	0.0
1	% CG Drt	Massa Muscular	0.515	0.02
1	% CG Drt	MCI	0.549	0.0121
1	% CG Drt	Frequencia Cardiac	0.8	0.0
1	%CGEsq	Pressão Máxima Drt	-0.464	0.0392
1	%CGEsq	%CGPost	0.854	0.0
1	%CGEsq	Massa Muscular	0.652	0.0018
1	%CGEsq	Massa gorda	0.546	0.0128
1	%CGEsq	MCI	0.847	0.0
1	%CGEsq	Frequencia Cardiac	0.791	0.0

1	%CEAnt	Pressão Máxima Drt	-0.471	0.0362
1	%CEAnt	%CGEsq	0.829	0.0
1	%CEAnt	%CGPost	0.81	0.0
1	%CEAnt	Massa Muscular	0.783	0.0
1	%CEAnt	MCI	0.735	0.0002
1	%CEAnt	Frequencia Cardiac	0.885	0.0
1	%CGPost	Massa Muscular	0.524	0.0178
1	%CGPost	Massa gorda	0.607	0.0046
1	%CGPost	MCI	0.827	0.0
1	%CGPost	Gordura Visceral	0.478	0.033
1	%CGPost	Frequencia Cardiac	0.869	0.0
1	Peso	Supreficie Esq	0.64	0.0023
1	Massa Muscular	Pressão Média Drt	-0.476	0.0338
1	Massa Muscular	Pressão Máxima Drt	-0.652	0.0018
1	Massa gorda	Pressão Média Esq	0.49	0.0285
1	Massa gorda	Pressão Máxima Esq	0.596	0.0055

1	MCI	Pressão Média Esq	0.462	0.0405
1	MCI	Peso	0.539	0.0143
1	MCI	Massa Muscular	0.5	0.0246
1	MCI	Massa gorda	0.749	0.0001
1	Gordura Visceral	Pressão Média Drt	0.516	0.0199
1	Gordura Visceral	Pressão Média Esq	0.53	0.0163
1	Gordura Visceral	Peso	0.554	0.0112
1	Gordura Visceral	Massa gorda	0.777	0.0001
1	Gordura Visceral	MCI	0.761	0.0001
1	Frequencia Cardiaca	Massa Muscular	0.62	0.0036
1	Frequencia Cardiaca	Massa gorda	0.496	0.0261
1	Frequencia Cardiaca	MCI	0.8	0.0
2	Pressão Média Drt	Supreficie Drt	-0.544	0.0132
2	Pressão Média Esq	Supreficie Esq	-0.522	0.0183
2	Pressão Máxima Esq	Pressão Média Esq	0.629	0.003

2	Supreficie Drt	Supreficie Esq	0.839	0.0
2	% CG Drt	Pressão Média Drt	0.503	0.0237
2	% CG Drt	Pressão Máxima Esq	-0.544	0.0131
2	% CG Drt	%CGEsq	-1.0	0.0
2	% CG Drt	Massa gorda	-0.473	0.0351
2	%CGEsq	Pressão Média Drt	-0.503	0.0237
2	%CGEsq	Pressão Máxima Esq	0.544	0.0131
2	%CGEsq	Massa gorda	0.473	0.0351
2	%CEAnt	%CGPost	-1.0	0.0
2	%CEAnt	Massa gorda	-0.462	0.0404
2	%CGPost	Massa gorda	0.462	0.0404
2	Peso	Supreficie Drt	0.564	0.0095
2	Peso	Supreficie Esq	0.675	0.0011
2	Massa Muscular	Supreficie Drt	0.469	0.0372
2	Massa Muscular	Supreficie Esq	0.534	0.0152
2	Massa gorda	Pressão Média Esq	0.455	0.044
2	Massa gorda	Pressão Máxima Esq	0.521	0.0184

2	MCI	Peso	0.539	0.0143
2	MCI	Massa Muscular	0.5	0.0246
2	MCI	Massa gorda	0.749	0.0001
2	Gordura Visceral	Peso	0.554	0.0112
2	Gordura Visceral	Massa gorda	0.777	0.0001
2	Gordura Visceral	MCI	0.761	0.0001

Apresentam-se as associações estatisticamente significativas entre variáveis antropométricas, fisiológicas e baropodométricas, com indicação do coeficiente de correlação (r), do valor de p e do momento em que a correlação ocorreu (1 ou 2).

Discussão

A presente investigação teve como objetivo analisar as alterações na distribuição da pressão plantar e no centro de gravidade em dois momentos distintos, procurando avaliar o impacto da fadiga induzida pelo exercício e as relações com variáveis antropométricas e fisiológicas. Observou-se que a fadiga afeta o centro de gravidade, embora não se tenha sido observada grande diferença.

Os dados descritivos indicam que a pressão média e máxima exercida no pé direito apresentou uma ligeira diminuição entre o Momento 1 e o Momento 2, com a pressão média a reduzir de 34.40 ± 7.39 Kpa para 32.05 ± 5.71 Kpa, e a pressão máxima a cair de 106.93 Kpa para 94.01 Kpa. Esta tendência sugere que, após a intervenção ou o exercício, pode ocorrer uma redistribuição ou redução da pressão exercida sobre o apoio plantar direito, ainda que as alterações não tenham atingido significância estatística ($p > 0.05$). O tamanho do efeito pequeno para a pressão média direita ($d = 0.293$) corrobora a existência de uma ligeira modificação com relevância prática limitada. Já as superfícies de contacto e a massa muscular mantiveram valores relativamente estáveis, indicando que estas variáveis não foram significativamente afetadas no intervalo temporal avaliado. A ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os momentos para a maioria das variáveis pode estar relacionada com o curto espaço temporal entre as avaliações ou com a capacidade adaptativa dos participantes, que podem apresentar mecanismos

compensatórios para manter a estabilidade postural e a distribuição de pressão plantar, mesmo após esforço. Contudo, a variação significativa na frequência cardíaca ($p < 0.001$, tamanho do efeito grande) evidencia que os participantes foram submetidos a um estímulo suficiente para induzir uma resposta fisiológica relevante, validando o protocolo aplicado para indução da fadiga (Ambegoda et al 2015). Os resultados demonstraram um pequeno tamanho do efeito na pressão média do pé direito ($d = 0.293$), sugerindo uma modificação prática limitada (Alorayf et al., 2024). A estabilidade das superfícies de contacto e da massa muscular indica que estas variáveis não foram significativamente afetadas (Nunan et al., 2013). Esta ausência de diferenças estatísticas pode dever-se ao curto intervalo entre medições ou à capacidade adaptativa dos participantes, que podem ter recorrido a mecanismos compensatórios para manter a estabilidade postural (Samuel et al., 2020; Gavarkovs et al., 2016). A frequência cardíaca aumentou significativamente ($p < 0.001$), com um grande tamanho do efeito, validando a eficácia do protocolo na indução da fadiga (Sabaratnam et al., 2022; Ekwaru et al., 2020; Medeni et al., 2025).

Relativamente às associações entre as variáveis, destaca-se a forte correlação positiva entre as pressões média e máxima nos pés direito e esquerdo, indicando uma consistência na forma como a carga plantar é distribuída bilateralmente. Este resultado sugere que o padrão de apoio plantar são interdependentes e que alterações numa das extremidades podem influenciar a outra, um aspeto importante para a compreensão do equilíbrio e da biomecânica da marcha. Outra associação relevante encontrada foi a correlação negativa entre a pressão máxima direita e a superfície de contacto direita, sugerindo que pressões maiores tendem a ocorrer em áreas de contacto mais reduzidas. Este fenómeno pode indicar uma concentração maior de carga em zonas específicas do pé, o que pode estar associado a riscos de sobrecarga e lesões, especialmente em situações de fadiga, onde a capacidade de distribuir eficazmente o peso corporal pode estar comprometida. A análise das relações entre as variáveis antropométricas e fisiológicas com as pressões plantares revelou que a massa muscular está negativamente correlacionada com as pressões máxima e média no pé direito, o que sugere que uma maior massa muscular pode contribuir para uma melhor distribuição da carga plantar, reduzindo pontos de pressão excessiva. Por outro lado, a massa gorda apresentou correlações positivas com a pressão média e máxima no pé esquerdo, indicando que o excesso de gordura corporal pode estar associado a uma maior carga plantar, possivelmente devido ao aumento do peso corporal

e à consequente alteração da biomecânica do apoio. Os resultados também evidenciaram correlações significativas entre o centro de gravidade e variáveis como a massa muscular, massa gorda e frequência cardíaca, indicando que fatores fisiológicos e antropométricos influenciam a estabilidade postural e o controlo do equilíbrio. Em particular, a forte correlação entre frequência cardíaca e os parâmetros de centro de gravidade sugere que o estado de fadiga cardiovascular pode impactar o controlo neuromuscular e a capacidade de manter a postura estática. Os dados evidenciam relações complexas entre variáveis fisiológicas e antropométricas e a sua influência na pressão plantar, salientando aspetos essenciais da estabilidade postural e função biomecânica. A correlação positiva entre pressões média e máxima em ambos o pé indica uma distribuição bilateral consistente da carga, reforçando a interdependência entre os apoios plantares (Alorayf et al., 2024; Nunan et al., 2013). Esta coordenação está associada a ajustes neuromusculares contínuos durante a marcha e ao controlo motor baseado em feedback proprioceptivo (Samuel et al., 2020; Gavarkovs et al., 2016). A correlação negativa entre pressão máxima e superfície de contacto no pé direito sugere que cargas mais elevadas se concentram em áreas reduzidas, o que, sob fadiga, pode aumentar o risco de lesões por sobrecarga (Sabaratnam et al., 2022; Ekwaru et al., 2020; Medeni et al., 2025). Verificou-se ainda que maior massa muscular favorece a distribuição da carga plantar, enquanto maior massa gorda se associa a pressões mais elevadas (Troosters, 2015; Thornton et al., 2022; Wang et al., 2025; Estaki et al., 2020; Ginis et al., 2022). Por fim, a relação entre o centro de gravidade e a frequência cardíaca destaca a influência da composição corporal e do estado cardiovascular na estabilidade postural (Arena et al., 2021; Schobersberger, 2013; Dai, 2019), sublinhando a importância de estratégias que integrem estas variáveis na prevenção de lesões e na otimização da mecânica da marcha (Kim et al., 2021).

É importante salientar que apesar da ausência de diferenças estatísticas entre os momentos, as tendências observadas e os tamanhos de efeito indicam que a fadiga induzida pelo exercício tem um impacto subtil, mas potencialmente relevante, na distribuição da pressão plantar e no controlo do centro de gravidade. Estes resultados estão em consonância com a literatura que aponta para uma deterioração do controlo postural e da estabilidade após estados de fadiga muscular e cardiovascular, com implicações importantes para a prevenção de quedas e otimização do desempenho físico.

Como limitações deste estudo, destaca-se a amostra reduzida e o facto de os participantes serem predominantemente jovens e saudáveis, o que pode limitar a generalização dos resultados para populações mais vulneráveis, como idosos ou pessoas com patologias neuromusculares. Futuras investigações deverão explorar estas relações em diferentes grupos etários e incluir avaliações em contextos dinâmicos que reflitam melhor as exigências funcionais do quotidiano e do desporto.

Em suma, a presente investigação contribui para a compreensão do impacto da fadiga no controlo do centro de gravidade e na distribuição da pressão plantar, evidenciando que embora as alterações não sejam estatisticamente significativas a curto prazo, as tendências observadas poderão ter relevância prática para o desenvolvimento de intervenções preventivas e programas de treino direccionados à manutenção do equilíbrio e da saúde musculoesquelética.

CONCLUSÕES

A presente dissertação permitiu analisar o comportamento da pressão plantar e do centro de gravidade em resposta a um protocolo de exercício induzindo fadiga, bem como a relação destas variáveis com parâmetros antropométricos e fisiológicos. Os resultados indicam que, apesar de não se terem verificado diferenças estatisticamente significativas entre os momentos avaliados, observou-se uma tendência para a diminuição da pressão média e máxima, especialmente no pé direito, sugerindo uma possível alteração na distribuição da carga plantar após o exercício. Em síntese, os dados sugerem que a fadiga induzida pelo exercício tem um efeito subtil, mas significativo do ponto de vista prático, na biomecânica do apoio plantar e no equilíbrio postural. Estes resultados reforçam a



importância de considerar a fadiga e a composição corporal em programas de treino e reabilitação, com o objetivo de otimizar a estabilidade e prevenir lesões.

Bibliografia

ALORAYF, A. et al. Evaluating the effectiveness of lifestyle interventions in preventing chronic diseases: a systematic review. *Journal of Ecohumanism*, v. 3, n. 7, 2024. <https://doi.org/10.62754/joe.v3i7.4576>.

ARENA, R. et al. Healthy living and social justice. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, v. 41, n. 3, p. E5–E6, 2021. <https://doi.org/10.1097/hcr.0000000000000612>.

BORRÀS, P. Why hard to reach populations are hard to reach: lessons learned from accelerometer data collection among new immigrants. *Advances in Obesity Weight Management & Control*, v. 3, n. 2, 2015. <https://doi.org/10.15406/aowmc.2015.03.00050>.

BURDEN, A. M. et al. Muscle architecture and its relation to the distribution of muscle fiber types in the human pectoralis major. *European Journal of Applied Physiology*, v. 92, n. 6, p. 713–721, 2004. doi:10.1007/s00421-004-1121-4.

CAPPZZI, L. et al. Physical activity rx: development and implementation of physical activity counselling and prescription learning objectives for canadian medical school curriculum. *Canadian Medical Education Journal*, 2022. <https://doi.org/10.36834/cmej.73767>.

CASTILLO, S. et al. Associations between physical activity and comorbidities in people with COPD residing in Spain: a cross-sectional analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 2, p. 594, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020594>.

CAVANAGH, P. R.; LA FORTIE, J. The biomechanics of running with particular emphasis on the role of the foot. *Sports Medicine*, v. 26, n. 1, p. 57–72, 1998. doi:10.2165/00007256-199826010-00006.

CAVANAGH, P. R.; LAFORTUNE, M. A. Ground Reaction Forces in Distance Running. *Journal of Biomechanics*, v. 13, n. 5, p. 397–406, 1980. doi:10.1016/0021-9290(80)90009-2.

DAI, C. School health program: impacting physical activity behaviors among disadvantaged students. *Journal of School Health*, v. 89, n. 6, p. 468–475, 2019. <https://doi.org/10.1111/josh.12758>.

DHALWANI, N. et al. Long terms trends of multimorbidity and association with physical activity in older English population. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, v. 13, n. 1, 2016. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0330-9>.



EKWARU, J.; ÖHINMAA, A.; VEUGELERS, P. An enhanced approach for economic evaluation of long-term benefits of school-based health promotion programs. *Nutrients*, v. 12, n. 4, p. 1101, 2020. <https://doi.org/10.3390/nu12041101>.

ESTAKI, M. et al. Physical activity shapes the intestinal microbiome and immunity of healthy mice but has no protective effects against colitis in *muc2^{-/-}* mice. 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.05.24.113290>.

FATOUROS, I. G.; KAMBAS, A. The role of strength in the occurrence of fatigue during running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 8, p. 227–233, 2004. doi:10.1249/01.MSS.0000136283.09041.F9.

FITZGERALD, J. R. et al. The effects of high school physical education on fitness, weight status, and self-esteem. *The Journal of School Health*, v. 90, n. 5, p. 350–358, 2020. doi:10.1111/josh.12875.

GAVARKOV, A. et al. Barriers to recruiting men into chronic disease prevention and management programs in rural areas. *American Journal of Men's Health*, v. 10, n. 6, p. NP155–NP157, 2016. <https://doi.org/10.1177/1557988315596226>.

GINIS, K.; SHARMA, R.; BREARS, S. Physical activity and chronic disease prevention: where is the research on people living with disabilities? *Canadian Medical Association Journal*, v. 194, n. 9, p. E338–E340, 2022. <https://doi.org/10.1503/cmaj.211699>.

KERKAR, M.; KESHARWANI, P. Feasibility of physiotherapy treatment on functional capacity in chronic kidney disease patients. *International Journal of Physiotherapy and Research*, v. 10, n. 5, p. 4349–4357, 2022. <https://doi.org/10.16965/ijpr.2022.153>.

KIM, S.; PARK, M.; SONG, R. Effects of self-management programs on behavioral modification among individuals with chronic disease: a systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, v. 16, n. 7, e0254995, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254995>.

LEE, H. J.; CHA, H. J. Relationship between body fat percentage and balance in older adults. *Clinical Interventions in Aging*, v. 11, p. 1079–1085, 2016. doi:10.2147/CIA.S102936.

MACINTYRE, T. E.; IGOU, E. R. Fatigue, injury, and performance: the role of muscle strength and control in static and dynamic balance. *Sports Medicine*, v. 47, n. 6, p. 1121–1135, 2017. doi:10.1007/s40279-016-0616-6.



MALLONEE, L.; BOYD, L.; STEGEMAN, C. A scoping review of skills and tools oral health professionals need to engage children and parents in dietary changes. *Journal of Public Health Dentistry*, v. 77, S1, 2017. <https://doi.org/10.1111/jphd.12237>.

MARQUES, A. et al. The association between physical activity and chronic diseases in European adults. *European Journal of Sport Science*, v. 18, n. 1, p. 140–149, 2017. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1400109>.

MARQUÉS-SULÉ, E. et al. Physical activity in health care professionals as a means of primary prevention of cardiovascular disease. *Medicine*, v. 100, n. 22, e26184, 2021. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000026184>.

MEDENI, V. et al. Chronic disease risk factors among hospital employees: a cross-sectional study in Türkiye. *PLOS ONE*, v. 20, n. 1, e0302910, 2025. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302910>.

MILLER, R. H. et al. Relationships between lower extremity biomechanics and stability. *Journal of Orthopaedic Research*, v. 25, n. 7, p. 980–987, 2007. doi:10.1002/jor.20210.

MOU, C.; WANG, Z.; KE, Z. Exploring the relationship between physical activity and multimorbidity: insights from the CHARLS database. 2024. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5277243/v1>.

NIGG, B. M.; WANG, H. The influence of footwear on the biomechanics of running. *Clinical Biomechanics*, v. 14, n. 5, p. 321–327, 1999. doi:10.1016/S0268-0033(99)00017-8.

NOSKO, M. et al. Untitled. *Journal of Physical Education and Sport*, 2016(03). <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.03156>.

NUNAN, D. et al. Physical activity for the prevention and treatment of major chronic disease: an overview of systematic reviews. *Systematic Reviews*, v. 2, n. 1, 2013. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-2-56>.

PATRÍCIO, D. et al. Physical activities and contributions to the prevention of chronic non-communicable diseases. 2024. <https://doi.org/10.56238/sevned2024.007-087>.

POWELL, C. et al. An examination of the influence of lower limb muscle activation on balance. *Gait & Posture*, v. 33, n. 4, p. 539–547, 2011. doi:10.1016/j.gaitpost.2011.02.024.



RIEMANN, B. L.; LEPHART, S. M. The sensorimotor system, Part I: The physiology of proprioception. *Journal of Athletic Training*, v. 37, n. 2, p. 160–175, 2002.

SABARATNAM, R.; WOJTASZEWSKI, J.; HØJLUND, K. Factors mediating exercise-induced organ crosstalk. *Acta Physiologica*, v. 234, n. 2, 2022. <https://doi.org/10.1111/apha.13766>.

SAITOH, M.; ISHIDA, J.; SPRINGER, J. Physical activity for the prevention and treatment of sarcopenic obesity. *Journal of Cachexia Sarcopenia and Muscle*, v. 8, n. 3, p. 518–519, 2017. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12216>.

SALLIS, J. et al. Role of built environments in physical activity, obesity, and cardiovascular disease. *Circulation*, v. 125, n. 5, p. 729–737, 2012. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.110.969022>.

SAMUEL, B. et al. Role of exercise and physical activity in prevention and management of chronic diseases. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, v. 12, n. 3, p. 90–97, 2020. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2020.12.3.0277>.

SCHMITT, D.; HASE, T. The effect of gait characteristics on dynamic stability in normal and pathological gait. *Journal of Biomechanics*, v. 42, n. 14, p. 2236–2240, 2009. [doi:10.1016/j.jbiomech.2009.06.021](https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.06.021).

SCHOBERSBERGER, W. Regular physical exercise: evidence for health benefits in OSA patients? *Sleep and Breathing*, v. 17, n. 3, p. 903–904, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11325-013-0808-5>.

SLADE, S.; SHABAN, N. Exercise as medicine: are primary care professionals equipped to prevent chronic disease through physical activity prescription? *Health Science Inquiry*, v. 5, n. 1, 2019. <https://doi.org/10.29173/hsi156>.

SLUKA, K. et al. Regular physical activity prevents development of chronic pain and activation of central neurons. *Journal of Applied Physiology*, v. 114, n. 6, p. 725–733, 2013. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01317.2012>.

SOHN, E. et al. Geography, race/ethnicity, and physical activity among men in the United States. *American Journal of Men's Health*, v. 11, n. 4, p. 1019–1027, 2017. <https://doi.org/10.1177/1557988316689498>.



TAMA, T.; ASTUTIK, E. Physical inactivity and chronic diseases among disabled adults in Indonesia. *Journal of Public Health in Africa*, v. 13, n. 2, 2022. <https://doi.org/10.4081/jphia.2022.2421>.

THORNTON, J. et al. The ‘miracle cure’: how do primary care physicians prescribe physical activity with the aim of improving clinical outcomes of chronic disease? *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, v. 8, n. 3, e001373, 2022. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2022-001373>.

TROOSTERS, T. Should European Respiratory Society meetings come with a health warning? *Breathe*, v. 11, n. 4, p. 279–281, 2015. <https://doi.org/10.1183/20734735.009615>.

WANG, B. et al. Cost-effectiveness of support for health professionals to implement physical activity promotion. *BMJ Open*, v. 15, n. 4, e098452, 2025. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-098452>.

YELIZAROVA, O. et al. The effect of two COVID-19 lockdowns on physical activity of school-age children. *Sports Medicine and Health Science*, v. 4, n. 2, p. 119–126, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2022.01.002>.