

Modelos de análise do equilíbrio estático: revisão sistemática

FRANCISCO CAMOLESI IDE^I
IRAMAR BAPTISTELLA DO NASCIMENTO^{II}
HÉLIO ROESLER^{III}
RAQUEL FLEIG^{IV}
<http://dx.doi.org/10.22347/2175-2753v16i52.4254>

Resumo

O objetivo desta revisão é identificar critérios e diagnósticos direcionados à análise do equilíbrio estático. Utilizou-se as bases de dados *Pubmed/MEDLINE*, *Scopus*, *LILACS*, *SPORTDiscus* e *Embase* e o *checklist* PRISMA-2020, além da aplicação das escalas *Cochrane Handbook* e *Downs and Black* para os estudos experimentais e observacionais, respectivamente. Foram avaliados 32 estudos com relação à população, dados metodológicos, tipo de equipamento e procedimento de teste, sendo 26 estudos observacionais e seis experimentais. Uma abordagem quantitativa foi empregada em 81%; 9% avaliaram os níveis de atividade física e fadiga, enquanto 6% mediram o tamanho dos pés. Há uma tendência em realizar medições com os olhos abertos e fechados em apoio bipedal (66% e 59%, respectivamente), utilizando uma única tentativa (44%) e intervalos entre 21 e 30 segundos (43%). O estabelecimento de procedimentos mais robustos que considerem variáveis de influência, como sexo, fadiga, nível de atividade física e características dos pés, nos modelos de análise, juntamente com procedimentos que levem em conta a definição do posicionamento dos pés, o número de tentativas e intervalos de tempo mais confiáveis, especialmente em aplicações clínicas, pode aumentar a confiabilidade e a precisão dos resultados.

Palavras chave: Equilíbrio postural; Biomecânica; Modelos de análise; Dados morfológicos.

Submetido em: 31/03/2023
Aprovado em: 29/09/2024

^I Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis (SC), Brasil; <http://orcid.org/0000-0003-2825-4822>; e-mail: franciscoide.02@gmail.com.

^{II} Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis (SC), Brasil; <http://orcid.org/0000-0003-1268-2777>; e-mail: iramar.nascimento@udesc.br.

^{III} Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis (SC), Brasil; <http://orcid.org/0000-0002-1631-6961>; e-mail: helio.roesler@udesc.br.

^{IV} Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis (SC), Brasil; <http://orcid.org/0000-0003-1934-6936>; e-mail: raquel.fleig@udesc.br.

Static balance analysis models: a systematic review

Abstract

The aim of this review was to identify criteria and diagnoses for static balance analysis. The search was conducted through the following database: Pubmed/MEDLINE, Scopus, LILACS, SPORTDiscus and Embase. The PRISMA-2020 checklist was applied as well as Cochrane Handbook and Downs and Black scale for both experimental and observational studies, respectively. 32 studies were assessed regarding population, methodological data, equipment type, and testing procedure. 81% employed a quantitative approach; only 9% evaluated physical activity levels and fatigue, while 6% measured foot size. There is a tendency to measure balance with eyes open and closed in bipedal support (66% and 59%, respectively), utilizing a single attempt (44%) and intervals between 21 and 30 seconds (43%). Flexibility in measurement standards may lead to contradictory results. Establishing more robust procedures considering influencing variables such as gender, fatigue, physical activity level, and foot characteristics in analysis models, along with procedures accounting for foot positioning definition, number of attempts, and more reliable time intervals, particularly in clinical applications, may enhance result reliability and precision.

Keywords: Postural balance; Biomechanics; Analysis model; Morphologic data.

Modelos de análisis de equilibrio estático: una revisión sistemática

Resumen

El objetivo de la presente revisión es de identificar los criterios y diagnósticos destinados a analizar el equilibrio estático. La búsqueda se sucedió en las bases *Pubmed/MEDLINE*, *Scopus*, *LILACS*, *SPORTDiscus* y *Embase*. Se utilizó el *checklist* PRISMA-2020, además de las escalas *Cochrane Handbook* y *Downs and Black* para los estudios experimentales y observacionales, respectivamente. Se evaluaron 32 estudios en relación con la población, los datos metodológicos, el tipo de equipo y el procedimiento de prueba. El 81% empleó un enfoque cuantitativo; sólo el 9% evaluó los niveles de actividad física y la fatiga, mientras que el 6% midió el tamaño del pie. Existe una tendencia a medir el equilibrio con los ojos abiertos y cerrados en apoyo bípedo (66% y 59%, respectivamente), utilizando un único intento (44%) e intervalos de entre 21 y 30 segundos (43%). La flexibilidad en las normas de medición puede dar lugar a resultados contradictorios. El establecimiento de procedimientos más sólidos que tengan en cuenta variables influyentes como el sexo, la fatiga, el nivel de actividad física y las características del pie en los modelos de análisis, junto con procedimientos que tengan en cuenta la definición de la posición del pie, el número de intentos y unos intervalos de tiempo más fiables, especialmente en las aplicaciones clínicas, puede mejorar la fiabilidad y la precisión de los resultados.

Palabras clave: Control postural; Biomecánica; Modelo de análisis; Datos morfológicos.

INTRODUÇÃO

Seja qual for a atividade exercida por nosso corpo, as capacidades de equilíbrio estarão envolvidas. Desde áreas da educação física e da saúde, passando pelas exatas, como engenharia e física, e até a psicologia, em que o conhecimento sobre tal habilidade motiva o cenário científico. Equilíbrio é a base dos movimentos controlados e essencial para a realização independente e autônoma de atividades cotidianas (Rubega; Di Marco; Zampini; Formaggio; Menegatti; Bonato; Masiero; Felice, 2021; Zouita; Zouhal; Ferchichi; Paillard; Dziri; Hachney; Laher; Granacher; Zouita, 2020). Os déficits do controle postural estão associados a quedas e mortes em idosos, perda de performance em atletas e diminuição da qualidade de vida (Suzuki; Harada; Shimada; Hosoi; Kawata; Inoue; Saito, 2020; Hirata; Haddad; Camilo; Bertin; Costa; Vitória; Sudré; Oliveira; Oliveira, 2024; Lee; Sun, 2018).

No que diz respeito a formas de abordagem para avaliar a habilidade do controle postural, pesquisadores adotam basicamente dois tipos: métodos qualitativos e/ou quantitativos. No que tange os parâmetros biomecânicos a respeito da posturografia, podemos encontrar diversos modelos de análise e equipamentos, sendo os parâmetros do Centro de Pressão (COP), com uso de plataformas de força, os mais frequentemente escolhidos (Lee; Sun, 2018).

Mais especificamente em relação a equipamentos, os de Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC) são os mais modernos e complexos para mensurar o equilíbrio. Estas ferramentas fazem análises de informações visuais, vestibulares e proprioceptivas, e suas interações com o comportamento motor do corpo, além de captar a velocidade e deslocamento do COP, através de plataformas de força (Emara; Mahmoud; Emira, 2020; Shams; Vameghi; Dehkordi; Allafan; Bayati, 2020). Já as abordagens qualitativas são bem mais simples, pois dispensam o uso de *hardwares* e *softwares* complexos para a coleta e análise de dados e tem comprovação clínica da sua eficácia (King; Horak; Mancini; Pierce; Priest; Chesnutt; Sullivan; Chapman, 2014).

O que define a performance do controle corporal é a capacidade de manter o Centro de Massa (CM) sobre a base de suporte (Steinberg; Nemet; Pantanowitz; Zeev; Hallumi; Sindiani; Meckel; Eilakim, 2016). Tal habilidade pode ser influenciada por diversos fatores, internos e externos. No que tange características dos indivíduos que estão diretamente associadas ao controle postural, a literatura traz: idade; gênero; nível de atividade física; força dos membros inferiores; fadiga muscular;

morfologia corporal; sistema somatossensorial; visual; vestibular e cognitivo (Dayan; Cohen, 2011; Ichikawa *et al.*, 2024; Kozinc; Lofler; Hofer; Carraro; Šarabon, 2020; Steinberg; Nemet; Pantanowitz; Zeev; Hallumi; Sindiani; Meckel; Eilakim, 2016). Estas variáveis atuam durante a execução de posturas corporais ao redor do espaço em função do ambiente e circunstâncias a que o ser está submetido (Behm; Muehlbauer; Kibele; Granacher, 2015; Dayan; Cohen, 2011). Estudos sugerem que parâmetros morfológicos como estatura e massa, além do posicionamento dos pés em relação a sua distância e angulação, devem ser levados em consideração nas medições da estabilidade corporal (Eom; Kwon; Kim; Ko; Kim, 2022; Kolic; O'brien; Bowles; Iles; Williams, 2019).

Os modelos de análise, bem como as ferramentas e procedimentos para a mensuração do equilíbrio, evoluem a cada ano. Contudo, ainda é possível encontrar com facilidade na literatura uma grande diversidade de métodos nas avaliações. Com base nessas constatações, o objetivo deste estudo foi o de sintetizar achados disponibilizados na literatura sobre critérios diagnósticos direcionados à análise do equilíbrio estático.

MÉTODO

Desenvolveu-se uma revisão sistemática da literatura com uma fonte de busca literária através de um diagrama de fluxo baseado no *checklist* PRISMA-2020. Instituiu-se um protocolo estabelecendo-se um relatório de avaliação com diferentes estudos científicos. O protocolo desta revisão sistemática foi registrado no *Centre for Reviews and Dissemination (CRD)*, *International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO)*, sob o número de CRD 42023403561.

CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

De acordo com o protocolo, os estudos deveriam conter os aspectos relacionados as estratégias com o uso de ferramentas que geraram impacto no desempenho do equilíbrio estático. Não houve restrição ou limitação de ano de publicação e idioma.

Critérios de inclusão: para análise qualitativa, foi preconizado os estudos experimentais e estudos observacionais. Foram incluídos estudos com o propósito de avaliar através de métodos instrumentais o equilíbrio postural e a identificação das principais variáveis que podem influenciar seu desempenho. As pesquisas deveriam

conter os aspectos biomecânicos, fisiológicos e a influência de diferentes variáveis categóricas nos desfechos após a mensuração do equilíbrio estático.

Critérios de exclusão: não foram considerados estudos sem o propósito de investigação de estratégias e/ou ferramentas para verificação do equilíbrio estático e postura. Da mesma maneira, os estudos cujas estratégias para análise do equilíbrio foram aplicadas em pacientes com doenças neurológicas como Acidente Vascular Cerebral (AVC), Demência, Mal de Parkinson, Aneurisma e esclerose múltipla. Não foram considerados para esta pesquisa os estudos laboratoriais, editoriais, opiniões pessoais, comentários, jornais, cartas, cartilhas e resumos de congressos.

FONTES DE INFORMAÇÃO

Utilizou-se as bases de dados *PubMed/MEDLINE*, *Scopus*, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *SPORTDiscus* e *Embase*. A lista de referências dos estudos incluídos foi analisada manualmente para avaliar a importância de incluir referências adicionais.

ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A busca pelos descritores foi realizada em 7 de fevereiro de 2022. Utilizaram-se os descritores em Ciência da Saúde da Biblioteca Virtual em Saúde LILACS (DeCS) para obtenção das seguintes palavras-chave: *standing position*, *feet*, *postural balance* e *morphology*, associados aos operadores booleanos "OR" e "AND", de modo a obter artigos mais aderentes ao tema proposto. Para todos os sites correspondentes aos bancos de dados, utilizou-se a mesma estratégia de busca: "*standing position*" OR "*feet*" OR "*postural balance*" OR "*morphology*"; "*feet*" OR "*postural balance*" OR "*morphology*" OR "*standing position*"; "*postural balance*" OR "*morphology*" OR "*standing position*" OR "*feet*"; "*morphology*" OR "*feet*" OR "*postural balance*" OR "*standing position*"; "*standing position*" AND "*feet*" AND "*postural balance*" AND "*morphology*"; "*feet*" AND "*postural balance*" AND "*morphology*" AND "*standing position*" AND "*postural balance*" AND "*morphology*" AND "*standing position*" AND "*feet*"; "*morphology*" AND "*feet*" AND "*postural balance*" AND "*standing position*".

Esta pesquisa recebeu a assistência da estratégia PICOS mediada pela seguinte pergunta: quais as ferramentas de maior impacto metodológico no desempenho do equilíbrio estático? Desta forma, a população de interesse incluiu

indivíduos crianças, adultos (atletas e não atletas) e idosos. A intervenção refere-se à aplicabilidade de plataformas de força e de pressão e o uso de escalas de avaliação. O controle: não é aplicável e o S é o design dos estudos incluídos na presente pesquisa, sendo eles os de secção transversal, de coorte e os estudos experimentais, junto as bases de dados *PubMed/MEDLINE*, *Scopus*, *Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS)*, *SPORTDiscus* e *Embase*, de acordo com a estratégia de busca já mencionada. O resultado foi a busca contendo dados percentuais e sistemáticos após a aplicação das diferentes ferramentas que avaliaram o equilíbrio estático, força de membros, controle postural ortostático, oscilação e a velocidade referente ao centro de pressão.

PROCESSO DE SELEÇÃO

O processo de seleção foi desenvolvido por pares seguindo as recomendações do consenso PRISMA-2020. A busca foi desenvolvida por dois revisores independentes e, caso houvesse divergência, dois outros revisores faziam a mediação para o processo de inclusão. Vale ressaltar que um protocolo com critérios pré-estabelecido foi utilizado constantemente durante a verificação e, embora não houvesse limitação de ano para inclusão, o protocolo dava preferência para os estudos mais recentes e com maior força de evidência científica, preconizando os aspectos relacionados a validade interna dos estudos e as diretrizes do Centro de Medicina baseada em Evidência, Oxford, Reino Unido (www.cebm.net), que se assemelha às diretrizes da pirâmide de Murad, Asi, Alsawas e Alahdab (2016).

PROCESSO DE COLETA E LISTA DE DADOS

A partir da seleção inicial de publicações, somadas as bases escolhidas e os critérios propostos, foi aplicado o processo de seleção de referencial para revisões sistemáticas seguindo as diretrizes das etapas do fluxograma PRISMA-2020: identificação de trabalhos repetidos; leitura dos descritores; leitura dos títulos; leitura dos resumos; análise metodológica.

Após verificar novamente os critérios e adquirir os artigos a serem utilizados, reorganizou-se o número de estudos selecionados em tópicos com a inserção de dois temas pertinentes ao objetivo principal do estudo:

- Mensuração do equilíbrio e a abordagem biomecânica com o uso de estratégias metodológicas;

- Variáveis fisiológicas, morfológicas e sensoriais que influenciam no equilíbrio ortostático.

AValiação DO RISCO DE VIÉS NOS ESTUDOS SELECIONADOS

Dois autores nos estudos de ensaios clínicos seguiram as diretrizes do *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (Version 5.1.0)* (Higgins; Thomas; Chandler; Cumpston; Li; Page; Welch, 2008). Com uma adaptação da ferramenta para a verificação de viés da *Cochrane Handbook*, considerou-se satisfatório quando um determinado estudo atingiu “ ≥ 4 ” domínios da tabela 8.5.d (*handbook-5-1.cochrane*), com baixo nível de viés. Vale ressaltar que determinado estudo, para ser selecionado, deveria apresentar baixo risco de viés preferencialmente nos domínios seis e sete, ou seja, uma superioridade em baixo nível de viés em quatro domínios ou mais, desde que contemplado o sexto e o sétimo domínio. Considerou-se insatisfatório quando um estudo atingiu “baixo risco de viés” em apenas um, dois ou três domínios “ ≤ 3 ”.

Os estudos observacionais de coorte, caso controle e cortes transversais utilizou-se a escala de “*Downs e Black*” com a seguinte estratégia: para a pesquisa ser selecionada deveria atingir no mínimo 13 pontos, independente do tipo de estudo. No entanto, a pontuação máxima para os estudos de coorte e secção transversal foi 22 pontos, para os estudos de caso-controle 28 pontos de acordo com os critérios da escala (Downs; Black, 1998).

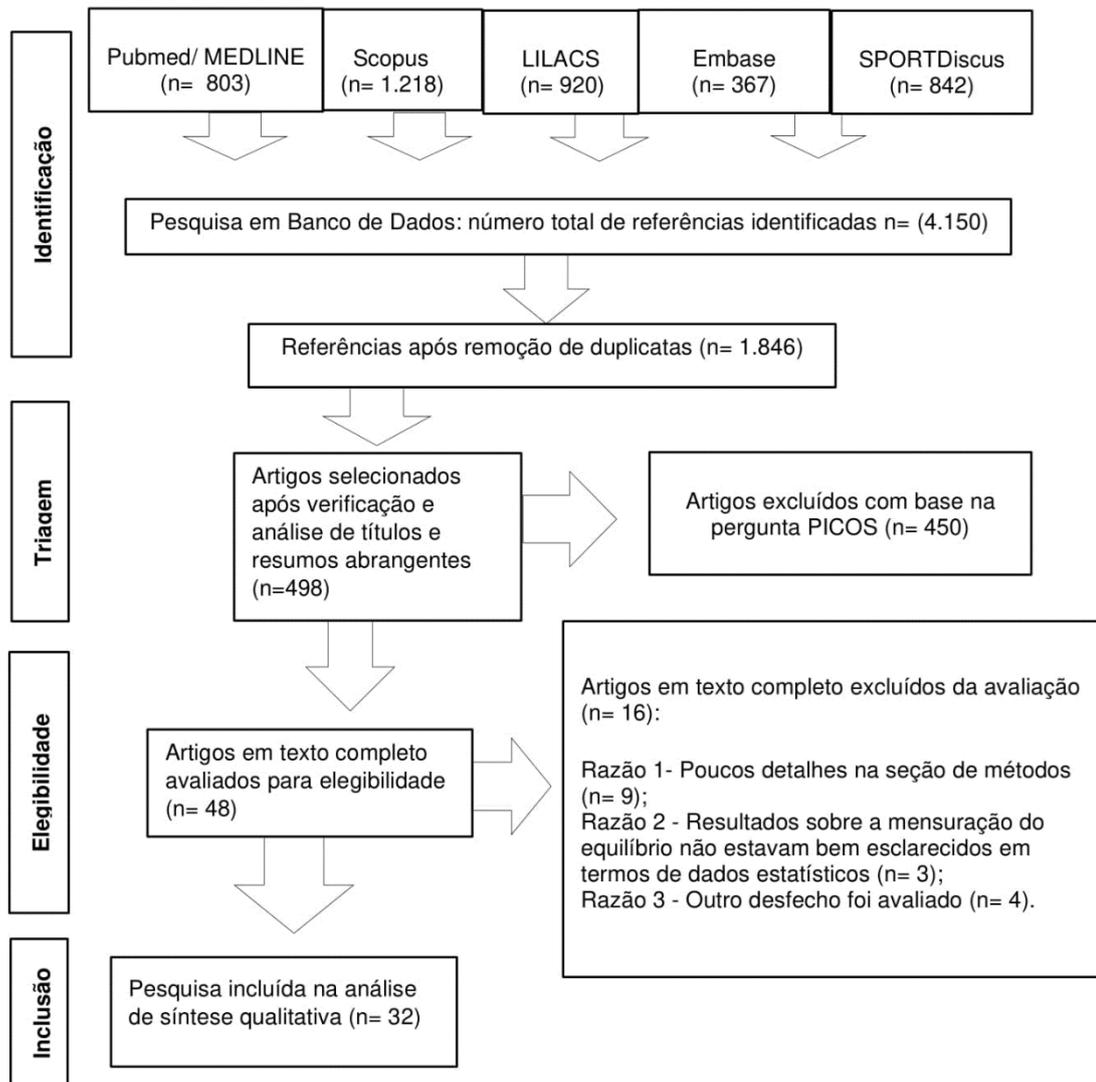
RESULTADOS

SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Nas bases de dados selecionadas para a busca de artigos, foram identificados 4.150 artigos relacionados ao tema de interesse. Após a retirada de 2.304 artigos duplicados, foram obtidos 1.846 artigos para análise nos idiomas português, inglês e espanhol. Uma análise abrangente do título e do resumo eliminou 1.348 artigos, resultando em 498 artigos. Posteriormente, artigos excluídos com base na questão PICOS ($n = 450$). Na segunda etapa, todos os 48 artigos que restaram foram lidos na íntegra e 16 foram excluídos da análise; nove estudos apresentaram poucos detalhes na seção de métodos, três estudos apresentaram os resultados sobre mensuração do equilíbrio não bem esclarecidos em termos de dados estatísticos e quatro pesquisas tiveram outros desfechos avaliados não compatíveis ao propósito da presente

pesquisa. Foram incluídos 32 estudos para síntese qualitativa. O fluxograma que mostra o processo de identificação, inclusão e exclusão com maiores detalhes consta na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção para a busca bibliográfica



Fonte: Page *et al.* (2021).

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ESTUDOS INCLUÍDOS PARA SÍNTESE QUALITATIVA

Quadro 1 - Características gerais dos estudos observacionais incluídos na síntese qualitativa

Autor/Ano/País	Amostra/ Gênero	Dados metodológicos	Equipamento /Método	Procedimento	Tipo de estudo/Grupos
Albertsen; Ghédira; Gracies; Hutin (2017)/França	Indivíduos 18 -43 anos (n=96)/F	Idade; Gênero	PF (1000 Hz)/COP (D; V; 95%, ASE)	AB; OAF; PP; RV (300) T/T (3/60); TD (60)	ST/GO (n= 96)
Aleksic- Velijkovic; Maic; Velickovic; Herodeck; Popovic (2014)/Sérvia	Atletas 8 - 12 anos (n=48)/F	Idade; Gênero; Estatura; MC	BESS	ABU; OA T/T (3/10); TF (2/X)	ST/G1 (n=22); G2 (n=26)
Baracks; Casa; Covassin; Sacko; Scarnep; Scheneyr; Yeargib; Neville (2018)/Estados Unidos	Atletas média 20 anos (n=93)/MF	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC	SI/COP (RMS, 95% ASE)	AUB; OF; PP T/T (3/30)	ST/GE (n=48); GC (n=45)
Barbosa; Brugnera; Mamam; Scherer; Silva; Costa; Dias; Tiggemann (2017)/Brasil	Indivíduos 60-78 anos (n=15)/F	Idade; Gênero; Estatura; MC	Baropodôme tro/COP (ASE)	AB; OAF; PP T/T (1/50)	ST/GSED (n=8); GATI (n=7)
Beelen; Kingma; Nolte; Dieën (2020)/Holanda	Indivíduos 19-41 anos (n=43)/MF	Idade; Gênero; Estatura; MC	PF (1000 Hz)/COP (V, FRSH)	AU; OAF T/T (4/10); TD(30)	ST/GP (n=7); GN (n=35); GS (n=44)
Chun; Kim; Park; Shim; Park (2021)/Coréia	Indivíduos 18-26 anos (n=40)/M	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC; % Gordura; MP	PDC/IGE, IEAP, IEML	AU; OAF T/T (3/20); TD (10); TF (1/60)	ST/GN (n=20); GP (n=20)
Dorneles; Pranke; Ribeiro; Mota (2019)/Brasil	Indivíduos 18-75 anos (n=60)/F	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC	PF (100 Hz)/COP (D, V, ASE)	AB; OAF; PP; RV (200) T/T (3/30)	ST/GJ (n=20); GA (n=20); GI (n=20)
Genc; Kizar (2020)/Turquia	Indivíduos 7-10 anos (n=31)/MF	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC	Teste de Fleming	AU; OA; PP T/T (1/60)	EC/GEM (n=9); GCM (n=8); GEF (n=7); GCF (n=7)
Ghram; Young; Soori; Behm (2019)/Irã	Atletas média 20 anos (n=19)/M	Idade; Estatura; MC	PF (40 Hz)/COP (D, V, 95% ASE)	AB; OAF; PP; RV (150) T/T (1/60)	ST/GJO (n=10); GT (n=9)
Hansen; Wei; Shieh; Fourcade; Isableu; Majed (2017)/Quatar	Indivíduos média 26 anos (n=11)	Idade; MC	PF (250 Hz)/COP (D, V, RMS, 95% ASE)	AB; OAF; PP T/T (3/30); TD (60)	ST/GO (n=11)

Continua

Autor/Ano/País	Amostra/ Gênero	Dados metodológicos	Equipamento /Método	Procedimento	Tipo de estudo/Grupos
Kolasangiani; Mantashloo; Salehi; Moradi (2019)/Irã	Indivíduos média 23 anos (n=54)/M	Idade; Gênero; Estatura; MC; TP	PF (500 Hz)/COP (Aceleração)	AU, OA T/T (5/X); TD (120)	EE/GN (n=27); GP (n=27)
Kolic; O'brien; Bowles; Iles; Williams (2019)/Austrália	Indivíduos 4-12 anos (n=91)/MF	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC	PF/COP (V)	AU, OAF; PP T/T (3/10)	ST/G4 (n=10); G5 (n=10); G6 (n=10); G7 (n=10); G8 (n=11); G9 (n=10); G10 (n=10); G11 (n=10); G12 (n=10)
Lee; Sun (2018)/China	Indivíduos 21-25 anos (n=15)/ MF	Idade; Gênero; Estatura; MC	PF (100 Hz); SI/COP (D, V, RMS, 95% ASE, Aceleração)	AUB; OAF T/T (1/30)	ST/GO (n=15)
Michalak; Przekoracha- Krawczyk; Naskrecki (2019)/Polônia	Indivíduos 59-70 anos (n=384)	x	PF (50 Hz)/COP (V, 90% ASE; Aceleração)	AB; OAF; RV (200)	ST/GO (n=384)
Mohammed; Basha; Jungade (2020)/Índia	Indivíduos acima de 65 anos (n=100)	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC	Escala de Equilíbrio de Berg	AU; OF	ST/GPN (n=47); GSP (n=28); GOB (n=25)
Oliver; Viseu; Vignais; Vuillerme (2019)/França	Atletas (n=22)/F	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC	PF (40 Hz)/COP (V, 95% ASE, RAV, QR)	AB; OAF; PP T/T (1/32)	ST/GA (n=10); GC (n=12)
Palmer; Hawkey; Thiele; Conchola; Adams; Akehi; Smith; Thompson (2015)/Estados Unidos	Atletas 18- 21 anos (n=20)/F	Idade; Gênero; Estatura; MC	PF/COP (Índice de Oscilação)	AB; OA; PP T/T (1/20)	ST/GA (n=10); GC (n=10)
Pereira; Silva; Oliveira; Souza; Borges; Vieira (2018)/Brasil	Indivíduos acima de 60 anos (=257)/MF	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC; % Gordura; NAF	PF (100 Hz)/COP (V, 95% ASE, Frequência)	AU; OA; PP; RV (200) T/T (3/30); TD (30)	ST/GAP (n=42); GPN (n=113); GSP (n=35); GOB (n=67)
Plandowska; Lichota; Gorniak (2019)/Polônia	Indivíduos 5 anos (n=435)/M F	Idade; Gênero; Estatura	PF (120 Hz)/COP (D, V, 95% ASE, CEAP, CEML)	AB; OA; PP T/T (1/30)	ST/GAL (n=163); GN (n=263); GB (n=10)

Continua

Conclusão

Autor/Ano/País	Amostra/ Gênero	Dados metodológicos	Equipamento /Método	Procedimento	Tipo de estudo/Grupos
Purkayastha; Adair; Woodruff; Ryan; Williams; James; Bell (2019)/Estados Unidos	Atletas universitários (n=60)/MF	Gênero	PF 1000 Hz/COP (D, V, Índice Complexidade)	AB; OAF; PP T/T (4/60); TD (60)	EC/G3 (n=31); G21 (n=28); G90 (n=21); GC (n=29)
Sadowska; Sacewicz; Lichota; Krzepota; Ladiga (2019)/Polônia	Atletas média 18 anos (n=53)/MF	Idade; Gênero; Estatura; MC	PF (120 Hz)/COP (V, 95% ASE, P, Largura Elipse, Altura Elipse)	AB; OAF T/T (1/40)	ST/GA (n=27); GC (n=26)
Sloanhoffer; Harrison; Mccrory (2018)/Estados Unidos	Indivíduos média 21 anos (n=30)/F	Idade; Gênero; MC	PF (100 Hz)/COP (D, V, Oscilação ML, Oscilação AP)	AB; OAF; PP T/T (3/20)	ST/GG (n=10); GA (n=10); GC (n=10)
Steinberg; Nemet; Pantanowitz; Zeev; Hallumi; Sindiani; Meckel; Eilakim (2016)/Israel	Indivíduos 10-15 anos (n=40)/MF	Idade; Gênero; MC	PF (X)/COP (Índice Estabilidade)	AB; OAF T/T (1/30)	ST/GE (n=20); GC (n=20)
Turkeri; Ozturk; Buyuktas; Ozturk (2019)/Turquia	Atletas média 13 anos (n=136)/M F	Idade; Estatura; MC IMC	Bass Stick Lengthwise Test Method	AU; OA T/T (2/X)	ST/GEI (n=78); GEC (n=58)
Szczepanowska- Wolowiec; Sztandera; Kotela; Zak (2019)/Polônia	Indivíduos 10-15 anos (n=200)/M F	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC; CP; LP; MF	PF (350 Hz)/COP (D, ASE, P)	AB; OA; PP T/T (1/30)	ST/GM (n=99); GF (n=101)
Wisniowska- Szurlej; Cwirlej- Sozanska; Wilmowska- Pietruszynska; Woloszyn; Sozanski (2019)/Polônia	Indivíduos 65-85 anos (n=123)/M F	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC	PF (X)/COP (D, V, ASE, P)	AB; OAF; RV (100) T/T (2/30)	ST/GM (n=61); GF (n=62)
Zhu; Li; Wang; Zhao; Wu; Liu; Sun (2021)/China	Indivíduos 18-26 anos (n=86)/MF	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC	PF (750 Hz)/COP (V, 95% ASE, P)	AB; OAF; RV (200) T/T (3/20); TD (60)	ST/GM (n=43); GF (n=43)

Abreviações: AB = Apoio Bipodal; AP = Anteroposterior; ASE = Área da Superfície Elíptica; AU = Apoio Unipodal; AUB = Apoio Unipodal e Bipodal; CEAP = Comprimento da Elipse Anteroposterior; CEML = Comprimento da Elipse Médio Lateral; COP = Centro de Pressão; CP = Comprimento dos pés; D = Deslocamento; EC = Estudo de Coorte; EE = Estudo Experimental; F = Feminino; GA = Grupo Atletas; GAL = Grupo Altos; GAP = Grupo Abaixo do Peso; GB = Grupo Baixos; GC = Grupo Controle; GE =

Grupo Experimento; GFO = Grupo *Football*; GG = Grupo Ginastas; GN = Grupo Normais; GO = Grupo observado; GOB = Grupo Obesos; GOE = Grupo Outros Esportes; GP = Grupo Pronados; GPN = Grupo Peso Normal; GSP = Grupo Sobre Peso; IMC = Índice de Massa Corporal; M = Masculino; MC = Massa Corporal; MF = Masculino e Feminino; ML = Médio Lateral; NAF = Nível de Atividade Física; OA = Olhos Abertos; OAF = Olhos Abertos e Fechados; OF = Olhos fechados; P = Perímetro; PF = Plataforma de Força; PP = Posição dos pés; QR = Quociente de Romberg; RAV = Reflexo de Alta Velocidade; RMS = Raiz Quadrada Média; RV = Referência Visual (distância em cm); ST = Secção Transversal; TD = Tempo de descanso (s); T/T = número de tentativas/tempo de cada tentativa (s); V = Velocidade média; X = Dado não apresentado.
Fonte: Os autores (2022).

Quadro 2 - Características gerais dos estudos experimentais incluídos na síntese qualitativa

Autor/Ano/País	Amostra/ Gênero	Dados metodológicos	Equipamento /Método	Procedimento	Tipo de estudo/Grupos
Jastrzebska (2020)/Polônia	Indivíduos média 13 anos (n=19)/MF	Idade; Gênero; Estatura; MC; IMC; % Gordura	PF (100 Hz)/COP (D, V, ASE, P)	AB; OAF; PP; RV (300) T/T (1/32); TD (30)	ST/GM (n=9); GF (n=10)
Luo; Wang; Fan; Deng; Jian; Wei; Luo (2018)/China	Indivíduos 20-24 anos (n=16)/MF	Idade; Gênero	PF (1000 Hz)/COP (V, Entropia)	AB; OAF T/T (2/90); TD (60)	EE/GO (n=16)
Piotrowska; Guszkowska; Rutkowska (2020)/Polônia	Indivíduos 64-93 anos (n=61)/F	Idade; Gênero	Teste de Romberg	AU; OAF; RV (60) T/T (1/60)	EE/GCNC (n=20); GCN (n=20); GC (n=21)
Ruescas- Nicolau; Sánchez- Sánchez; Marques-Sule; Espí-López (2018)/Espanha	Indivíduos média 21 anos (n=98)/MF	Idade; Estatura; MC; IMC; CP	Teste Apoio Unipodal	AU; OF T/T (3/45); TD (60)	EE/GE (n=50) GC (n=48)

Abreviações: AB = Apoio Bipodal; AU = Apoio Unipodal; COP = Centro de Pressão; D = Deslocamento; EC = Estudo de Coorte; EE = Estudo Experimental; F = Feminino; G3 = Grupo 3 dias; G21 = Grupo 21 dias; G90 = Grupo 90 dias; GA = Grupo Atletas; GC = Grupo Controle; GCF = Grupo Controle Feminino; GCM = Grupo Controle Masculino; GE = Grupo Experimento; GN = Grupo Normais; GCNC = Grupo Caminhada Nórdica mais Cognição; GCN = Grupo Caminhada Nórdica; GE = Grupo Experimental; GEF = Grupo Experimental Feminino; GEM = Grupo Experimental Masculino; GP = Grupo Pronados; GO = Grupo Observado; M = Masculino; MF = Masculino e Feminino; OA = Olhos Abertos; OAF = Olhos Abertos e Fechados; OF = Olhos fechados; PF = Plataforma de Força; RV = Referência Visual (distância em cm); TD = Tempo de descanso (s); T/T = número de tentativas/tempo de cada tentativa (s); V = Velocidade média; X = Dado não apresentado.
Fonte: Os autores (2022).

A estatística descritiva dos estudos observacionais (Quadro 1) mostra que a maioria dos estudos optou por uma abordagem biomecânica quantitativa (88%), contra 50% dos experimentais (Quadro 2). Já em relação aos dados metodológicos como: idade; gênero; estatura e; MC, (96%, 88%, 81% e 92%) foram os mais coletados, respectivamente, analisando os estudos observacionais. Nos estudos experimentais (Quadro 2), essa mesma distribuição apresentou percentuais de 83%, 100%, 50% e

50%. O IMC apareceu em 46% nos estudos observacionais e 33% nos experimentais. Em relação aos procedimentos, 54% dos estudos observacionais definiram a posição dos pés, 31% utilizaram referência visual, 92% discriminou a quantidade e tempo dos testes, 27% o intervalo de descanso e 1% tentativas de familiarização com o procedimento de teste. Nos experimentais essa mesma distribuição foi: 33%; 17%; 83%; 67%; e 0%, respectivamente.

Com base nessa análise, é possível a verificação de algumas tendências dos estudos de forma mais abrangente, em relação não somente ao tipo de abordagem, mas também a procedimentos adotados pelos pesquisadores para avaliar o equilíbrio conforme o público e objetivos clínicos.

SOMA ABSOLUTA DOS DADOS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE PESQUISAS E PONTUAÇÕES ALCANÇADAS

Em relação às pontuações da escala de *Downs and Black*, adaptada para avaliação dos estudos observacionais, um estudo alcançou 17 pontos, um estudo alcançou 15 pontos, sete estudos alcançaram 14 pontos e 18 estudos alcançaram 13 pontos (Tabela 1).

Tabela 1 - Estudos observacionais a partir da adaptação da escala de Downs and Black

Autores	Type of study	Downs and Black SO/MS	Frequência Relativa (%)
Albertsen; Ghédira; Gracies; Hutin (2017)	Secção transversal	14/22	63.6
Aleksic-Veljkovic; Maic; Velickovic; Herodeck; Popovic (2014)	Secção transversal	13/22	59.1
Baracks; Casa; Covassin; Sacko; Scarnep; Scheneyr; Yeargib; Neville (2018)	Secção transversal	13/22	59.1
Barbosa; Brugnera; Mamam; Scherer; Silva; Costa; Dias; Tiggemann (2017)	Secção transversal	13/22	59.1
Beelen; Kingma; Nolte; Dieën (2020)	Secção transversal	13/22	59.1
Chun; Kim; Park; Shim; Park (2021)	Secção transversal	15/22	68.2
Dorneles; Pranke; Ribeiro; Mota (2019)	Secção transversal	14/22	63.6
Genc; Kizar (2020)	Estudo de Coorte Prospectiva	13/22	59.1

Continua

Conclusão

Autores	Type of study	Downs and Black SO/MS	Frequência Relativa (%)
Ghram; Young; Soori; Behm (2019)	Secção transversal	14/22	63.6
Hansen; Wei; Shieh; Fourcade; Isableu; Majed (2017)	Secção transversal	13/22	59.1
Jastrzebska (2020)	Secção Transversal	14/22	63.6
Kolasangiani; Mantashloo; Salehi; Moradi (2019)	Secção transversal	13/22	59.1
Kolic; O'brien; Bowles; Iles; Williams (2019)	Secção transversal	13/22	59.1
Lee; Sun (2018)	Secção transversal	14/22	63.6
Michalak; Przekoracha-Krawczyk; Naskrecki (2019)	Secção transversal	17/22	72.3
Mohammed; Basha; Jungade (2020)	Secção transversal	13/22	59.1
Oliver; Viseu; Vignais; Vuillerme (2019)	Secção transversal	14/22	63.6
Palmer; Hawkey; Thiele; Conchola; Adams; Akehi; Smith; Thompson (2015)	Secção transversal	13/22	59.1
Pereira; Silva; Oliveira; Souza; Borges; Vieira (2018)	Secção transversal	13/22	59.1
Plandowska; Lichota; Gorniak (2019)	Secção transversal	13/22	59.1
Purkayastha; Adair; Woodruff; Ryan; Williams; James; Bell (2019)	Estudo de Coorte	14/22	63.6
Sadowska; Sacewicz; Lichota; Krzepota; Ladiga (2019)	Secção transversal	13/22	59.1
Sloanhoffer; Harrison; Mccrory (2018)	Secção transversal	13/22	59.1
Steinberg; Nemet; Pantanowitz; Zeev; Hallumi; Sindiani; Meckel; Eilakim (2016)	Secção transversal	14/22	63.6
Turkeri; Ozturk; Buyuktas; Ozturk (2019)	Secção transversal	13/22	59.1
Szczepanowska-Wolowiec; Sztandera; Kotela; Zak (2019)	Secção transversal	13/22	59.1
Wisniowska-Szurlej; Cwirlej-Sozanska; Wilmowska-Pietruszynska; Woloszyn; Sozanski (2019)	Secção transversal	13/22	59.1
Zhu; Li; Wang; Zhao; Wu; Liu; Sun (2021)	Secção transversal	13/22	59.1

SO: Score obtained; MS: Maximal score.

Fonte: Os autores (2022).

Com relação aos escores da escala ao uso da ferramenta *Cochrane Handbook*, um estudo experimental obteve baixo risco de viés em cinco domínios, que foi a proporção mais significativa do baixo risco de viés; três pesquisas científicas alcançaram baixo risco de viés em quatro domínios (Tabela 2).

Tabela 2 – Estudos experimentais a partir da adaptação da escala *Cochrane Handbook*

Autores	Type of study	Cochrane Handbook SO/MS	Frequência Relativa (%)
Jastrzebska (2020)	Estudo experimental	4/7	57.1
Luo; Wang; Fan; Deng; Jian; Wei; Luo (2018)	Estudo experimental	4/7	57.1
Piotrowska; Guskowska; Rutkowska (2020)	Estudo experimental	4/7	57.1
Ruescas-Nicolau; Sánchez-Sánchez; Marques-Sule; Espí-López (2018)	Estudo experimental	5/7	71.4

SO: Score obtained; MS: Maximal score.

Fonte: Os autores (2022).

DISCUSSÃO

MENSURAÇÃO DO EQUILÍBRIO E A ABORDAGEM BIOMECÂNICA

Dentre as abordagens para a avaliação do controle postural, pode-se destacar o método biomecânico de posturografia, com uso de plataformas de força, como um dos mais comuns utilizados nas avaliações clínicas (Hansen; Wei; Shieh; Fourcade; Isableu; Majed, 2017). As análises tradicionais medem fatores do COP como: deslocamento nos planos médio lateral (ML) e anteroposterior (AP); velocidade média (Vm); perímetro (P); área da superfície elíptica (ASE); e raiz quadrada média (RMS). Denota-se que a variável ASE é normalmente calculada com intervalos de confiança de 90% ou 95%.

Já na abordagem qualitativa, sua validade e confiabilidade respaldam sua utilização, inclusive sendo apresentadas como padrão ouro para determinados diagnósticos, como a Escala de Equilíbrio de Berg (Mohammed; Basha; Jungade, 2020). Estes métodos não exigem equipamentos complexos para avaliação do equilíbrio, normalmente apenas um cronômetro e a escala são necessários, o que os torna mais simples e econômicos, mesmo com o avanço tecnológico para tornar os equipamentos de medição do COP mais viáveis em termos práticos e financeiros (Baracks; Casa; Covassin; Sacko; Scarnep; Scheneyr; Yeargib; Neville, 2018).

Comparando os resultados de duas abordagens distintas, no qual pesquisadores que utilizaram um baropodômetro em estudo com idosos não constataram diferenças significativas entre os grupos para testes com olhos abertos e fechados, respectivamente (Barbosa; Brugnera; Mamam; Scherer; Silva; Costa; Dias; Tiggemann, 2017), e outro que utilizou o método de Romberg em idosos, atribuindo o melhor desempenho do equilíbrio a intervenção com caminhada nórdica (Piotrowska; Guskowska; Rutkowska, 2020), percebe-se que métodos diferentes podem ser utilizados para medir populações que, a princípio, podem ter aspectos similares.

Os dois estudos apresentaram homogeneidade entre grupos e buscaram verificar a influência da atividade física sobre o controle postural, sendo que a distinção entre métodos pode ser uma hipótese para os diferentes achados. Cabe destacar que medições através de escala, como *BESS* e *Sensory Organization Test* (SOT), podem ser menos sensíveis para determinar a falta de estabilidade postural em casos como traumatismo, durante a fase subaguda da lesão (Purkayastha; Adair; Woodruff; Ryan; Williams; James; Bell, 2019).

Outros autores também identificaram a maior sensibilidade de abordagens determinísticas não lineares quando confrontaram parâmetros clássicos da oscilação postural com os de entropia multiescalar (EME), concluindo que técnicas de análise de medidas de entropia podem fornecer informações valiosas para o estudo do controle postural (Hansen; Wei; Shieh; Fourcade; Isableu; Majed, 2017).

Este estudo comparou os parâmetros convencionais do COP com um índice de complexidade considerando uma EME e uma entropia multivariada de multiescala. As variáveis avaliadas foram: o *RMS*; *Vm*; *P*; frequência média; área da superfície e o deslocamento do COP nas direções médio lateral (ML) e anteroposterior (AP). Em três das cinco variáveis medidas houve diferença significativa, porém, a medição por entropia multivariada foi considerada a mais confiável em função da magnitude da mudança expressa pelo delta de *Cliff*. Outros autores propuseram que os parâmetros mais relevantes para mensuração do equilíbrio seriam a *Vm* e a aceleração da diferença entre COP e CM, denominado de COPM, calculadas a partir de um ponto zero de interseção, e mostraram que valores de aceleração negativa do CM representam, com alto grau de precisão, os valores positivos estimados para o COPM (Michalak; Przekoracha-Krawczyk; Naskrecki, 2019).

Mesmo com resultados que podem ser controversos, a mensuração da estabilidade corporal, através do uso de plataformas de força e parâmetros do COP, ainda parece ser a abordagem que apresenta resultados mais confiáveis quando da necessidade de um grau de precisão mais elevado.

Além da abordagem e modelos matemáticos, dados metodológicos de características referentes aos sujeitos e o procedimento de teste devem ser avaliados. Coletar dados morfológicos, a fim de garantir homogeneidade entre grupos ou considerar as diferenças nos modelos de análise podem impactar nos resultados. Desta forma, definir procedimentos mais detalhados em relação a número de tentativas, tempo de descanso, tentativas para familiarização com teste, posição exata dos pés e utilização de uma referência visual, reduzem margens de distorção e proporcionam maior robustez e segurança aos resultados para os estudos contemporâneos.

VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS, MORFOLÓGICAS E SENSORIAIS QUE INFLUENCIAM O EQUILÍBRIO

Dentre as variáveis que podem influenciar no desempenho do equilíbrio, o gênero foi mencionado pela maioria dos estudos da base investigada (84%). Pesquisas apontam que o melhor controle postural das mulheres pode ser atribuído a uma maior alteração involuntária das estruturas neurais de homens entre 65 e 85 anos e as diferentes estratégias de equilíbrio adotadas pelas mulheres (Wisniowska-Szurlej; Cwirlej-Sozanska; Wilmowska-Pietruszynska; Woloszyn; Sozanski, 2019). Em medições sobre plataformas de força, avaliando ASE, Vm e frequência média (Fm), homens acima de 60 anos apresentaram oscilações maiores (Pereira; Silva; Oliveira; Souza; Borges; Vieira, 2018). Um único trabalho que utilizou a escala de Berg concluiu que idosos do sexo masculino tem melhor performance, porém com valores muito próximos a referência adotada (Mohammed; Basha; Jungade, 2020). Já em crianças de quatro a 12 anos, o melhor desempenho do sexo feminino foi atribuído ao desenvolvimento precoce da integração dos sentidos vestibular, visual e proprioceptivo (Kolic; O'Brien; Bowles; Iles; Williams, 2019; Plandowska; Lichota; Gorniak, 2019).

Um experimento com adolescentes de 13 anos mostrou que a diferença da estabilidade entre gêneros só foi encontrada após teste de fadiga aguda (*Wingate test*) medida no plano médio lateral, sendo o desempenho feminino superior

(Jastrzebska, 2020). Neste sentido, é importante garantir a homogeneidade do gênero entre grupos, salvo quando a diferença é considerada no modelo de análise.

Cinco estudos dimensionaram o equilíbrio em atletas, sendo que três deles chegaram a conclusões convergentes, onde atletas desempenharam melhor nos testes, um não encontrou diferença e um comparou grupos de atletas de esportes individuais e coletivos, fazendo uso de um método qualitativo. Atletas de equitação mostraram performances equivalentes comparados a um GC nas medições da Vm, ASE, reflexo de alta velocidade e Quociente de Romberg (Oliver; Viseu; Vignais; Vuillerme, 2019). Três estudos comparam atletas jovens a grupos controle e identificaram diferenças significativas entre fatores do COP e os grupos de atletas (Palmer; Hawkey; Thiele; Conchola; Adams; Akehi; Smith; Thompson, 2015; Sadowska; Sacewicz; Lichota; Krzepota; Ladiga, 2019; Sloanhoffer; Harrison; Mccrory, 2018). Outro estudo que utilizou o *BSLTM* identificou que atletas de esportes individuais tem melhor controle postural comparado a esportes coletivos ($7,1 \pm 4,49$ s) contra ($5,68 \pm 2,67$ s) (Turkeri; Ozturk; Buyuktas; Ozturk, 2019). O trabalho que avaliou atletas pós concussão, revelou que o grupo controle (GC) teve menor oscilação do COP ($F_{1,91}=11.75$, $p=0,001$) para RMS e para ASE ($p<0,05$), medido através de sensores inerciais (Baracks; Casa; Covassin; Sacko; Scarnep; Scheneyr; Yeargib; Neville, 2018).

A prática de esportes está diretamente relacionada ao nível de atividade física (NAF). Dois estudos avaliaram o impacto de uma intervenção a base de atividades físicas no controle postural, utilizando o teste de Romberg em idosas e o de Flamingo em crianças, e concluíram que a intervenção favoreceu o controle postural (Piotrowska; Guskowska; Rutkowska, 2020; Genc; Kizar, 2020). A mesma conclusão foi verificada num estudo de corte transversal para variável ASE em jovens entre 18 e 26 anos que praticavam atividades físicas comparados a sedentários (Zhu; Li; Wang; Zhao; Wu; Liu; Sun, 2021).

Como consequência de atividades físicas, a fadiga muscular é considerada um fator preditor e tem correlação negativa com o controle da estabilidade. Testes realizados entre grupos de atletas de diferentes modalidades, antes da fadiga, retornaram valores significativamente diferentes aos pós, num modelo de análise multivariada das variáveis do COP: D; Vm; ASE; e P (Soslu, 2019). Outro trabalho identificou o impacto do *stress* anaeróbico em intervenção com grupo de atletas e não atletas de 12 anos, onde a performance pós *stress* aumentou os valores do índice de estabilidade significativamente (Steinberg; Nemet; Pantanowitz; Zeev; Hallumi;

Sindiani; Meckel; Eilakim, 2016). O mesmo resultado foi encontrado em medições com atletas do Judô, avaliando o deslocamento ML e AP, Vm e ASE, comparando efeitos da fadiga em tornozelo e joelho (Ghram; Young; Soori; Behm, 2019).

Referente a base de suporte, cinco estudos avaliaram características como morfologia (forma do arco plantar e tamanho dos pés) e tipo de pisada. Pesquisadores identificaram diferenças significativas entre indivíduos com pisada pronada e normal, porém somente no sentido ML. O modelo de análise considerou a MC e estatura dos sujeitos no cálculo da aceleração do CM (Kolasangiani; Mantashloo; Salehi; Moradi, 2019). Em contrapartida, dois estudos não identificaram correlação entre tipos de pisada quando mediram índices de estabilidade, Vm e a força de reação horizontal do solo (Chun; Kim; Park; Shim; Park, 2021; Beelen; Kingma; Nolte; Dieën, 2020).

Quanto a morfologia do arco plantar, uma pesquisa realizada com jovens, adultos e idosos do sexo feminino mostrou que este fator não interfere no desempenho do equilíbrio (Dorneles; Pranke; Ribeiro; Mota, 2019). Porém, quando medido em crianças e adolescentes entre 10 e 15 anos, tal aspecto apresentou diferenças significativas, onde o arco plantar, em ambos os pés, tem correlação positiva com o perímetro do COP ($p < 0,001$) (Szczepanowska-Wolowiec; Sztandera; Kotela; Zak, 2019). Estes autores também encontraram correlação negativa entre o comprimento do pé direito e as variáveis P e deslocamento no eixo y e a largura de ambos os pés com todas as variáveis mensuradas.

O IMC foi verificado em 47% dos estudos, sendo que três grupos de pesquisadores buscaram avaliar a influência deste parâmetro sobre o equilíbrio, e apenas um encontrou diferença significativa entre o IMC e a Vm do COP (Kolic; O'Brien; Bowles; Iles; Williams, 2019). Já para informações sensoriais, dois experimentos avaliaram a estabilidade em jovens sob condições limitadas de visão e alterações no campo visual através de realidade virtual. Ambos verificaram uma diminuição do controle postural (Albertsen; Ghédira; Gracies; Hutin, 2017; Luo; Wang; Fan; Deng; Jian; Wei; Luo, 2018).

CONCLUSÃO

A investigação a respeito de estudos sobre a mensuração do equilíbrio estático mostra que a forma de avaliar tal habilidade está relacionada principalmente ao objetivo que se busca no resultado. Observou-se que tanto

métodos qualitativos quanto quantitativos tem sua validação no meio clínico. Não obstante, ferramentas e modelos de análise aumentam o nível de complexidade das avaliações assim como os custos, porém podem ser capazes de identificar diferenças cruciais em deficiências mais específicas.

REFERÊNCIAS

ALBERTSEN, I. M.; GHÉDIRA, M.; GRACIES, J.-M.; HUTIN, É. Postural stability in young healthy subjects: impact of reduced base of support, visual deprivation, dual tasking. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Nova York, v. 33, p. 27-33, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.01.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050641117300135?via%3DiHub>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ALEKSIC-VELIJKOVIC, A.; MADIC, D. M.; VELICKOVIC, S.; HERODECK, K.; POPOVIC, B. Balance in young gymnasts: age-group differences. *Facta Universitatis Series Physical Education and Sport*, Lovcenska, v. 12, n. 3, p. 289-296, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271130837_BALANCE_IN_YOUNG_GYMNASTS_AGE-GROUP_DIFFERENCES. Acesso em: 21 fev. 2022.

BARACKS, J.; CASA, D. J.; COVASSIN, T.; SACKO, R.; SCARNEP, S. E.; SCHNEYR, D.; YEARGIB, S. W.; NEVILLE, C. Acute sport-related concussion screening for collegiate athletes using an instrumented balance assessment. *Journal of Athletic Training*, Dallas, v. 53, n. 6, p. 597-605, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-174-17>. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/jat/article-abstract/53/6/597/112257>. Acesso em: 20 fev. 2022.

BARBOSA, F. A.; BRUGNERA, A.; MAMAM, B.; SCHERER, R. A.; SILVA, D. B.; COSTA, J. L. D.; DIAS, C. P.; TIGGEMANN, C. L. A influência do nível de atividade física no equilíbrio em mulheres idosas. *Destques Acadêmicos*, Lajeado, v. 9, n. 3, p. 197-205, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v9i3a2017.1491>. Disponível em: <http://univates.br/revistas/index.php/destques/article/view/1491>. Acesso em: 20 fev. 2022.

BEELEN, P. E.; KINGMA, I.; NOLTE, P.A.; DIEËN, J. H. The effect of foot type, body length and mass on postural stability. *Gait & Posture*, Oxford, v. 81, p. 241-246, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.07.148>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636220304951?via%3DiHub>. Acesso em: 20 fev. 2022.

BEHM, D. G.; MUEHLBAUER, T.; KIBELE, A.; GRANACHER, U. Effects of strength training using unstable surfaces on strength, power and balance performance across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, Auckland, v. 45, p. 1645-1669, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0384-x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40279-015-0384-x>. Acesso em: 20 fev. 2022.

CHUN, W.; KIM, H.-S.; PARK, S.; PARK, J.; SHIM, S.; PARK, S. The influence of pronated foot posture on knee isokinetic strength, static and dynamic postural stability in healthy young individuals. *Physical Therapy Korea*, Seul, v. 28, n. 3, p. 168-176, 2021. DOI: <https://doi.org/10.12674/ptk.2021.28.3.168>. Disponível em: <https://www.ptkorea.org/journal/view.html?doi=10.12674/ptk.2021.28.3.168>. Acesso em: 20 fev. 2022.

DAYAN, E.; COHEN, L. G. Neuroplasticity subserving motor skill learning. *Neuron*, Maryland Heights, v. 72, n. 3, p. 443-454, 2011. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.10.008>. Disponível em:
[https://www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273\(11\)00918-4?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0896627311009184%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273(11)00918-4?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0896627311009184%3Fshowall%3Dtrue). Acesso em: 18 fev. 2022.

DORNELES, P. P.; PRANKE, G.; RIBEIRO, J. S.; MOTA, C. B. Relationship of deformities of the medial Longitudinal arch with postural balance in woman of different age groups. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 18-25, 2019. DOI: 10.18511/rbcm.v27i1.7397. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/333633768>. Acesso em: 20 fev. 2022.

DOWNS, S. H.; BLACK, N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of epidemiology & community health*, Londres, v. 52, n. 6, p. 377-384, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377>. Disponível em:
<https://jech.bmj.com/content/52/6/377.short>. Acesso em: 20 fev. 2023.

EMARA, A.; MAHMOUD, S.; EMIRA, M. Effect of body weight on static and dynamic posturography. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, [S. l.], v. 36, p. 1-8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43163-020-00012-6>. Disponível em:
<https://link.springer.com/article/10.1186/s43163-020-00012-6>. Acesso em: 17 set. 2024.

EOM, G.-M.; KWON, Y.-R.; KIM, D.-Y.; KO, J.; KIM, J.-W. The influence of height on test-retest reliability of postural balance measures in healthy young adults. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, [S. l.], v. 22, n. 9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1142/S0219519422400474>. Disponível em:
<https://www.worldscientific.com/doi/full/10.1142/S0219519422400474>. Acesso em: 19 set. 2024.

GENC, H.; KIZAR, O. Effects of gymnastics on static and dynamic balance in children. *Journal of Education and Learning*, [S. l.], v. 9, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5539/jel.v9n2p211>. Disponível em:
<https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jel/article/view/0/42200>. Acesso em: 21 fev. 2022.

GHRAM, A.; YOUNG, J. D.; SOORI, R.; BEHM, D. G. Unilateral knee and ankle joint fatigue induce similar impairment to bipedal balance in judo athletes. *Journal of Human Kinetics*, Mikolowska, v. 66, p. 7-18, 2019. DOI: 10.2478/hukin-2018-0063. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30988836>. Acesso em: 21 fev. 2022.

HANSEN, C.; WEI, Q.; SHIEH, J.-S.; FOURCADE, P.; ISABLEU, B.; MAJED, L. Sample entropy, univariate, and multivariate multi-scale entropy in comparison with classical postural sway parameters in young healthy adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, Lausanne, v. 11, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00206>. Disponível em:
<https://www.frontiersin.org/journals/human-neuroscience/articles/10.3389/fnhum.2017.00206/full>. Acesso em: 21 fev. 2022.

HIGGINS, J. P.; THOMAS, J.; CHANDLER, J.; CUMPSTON, M.; LI, T.; PAGE, M.; WELCH, V. (ed.). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Chichester: John Wiley & Sons, 2008.

HIRATA, A. C. S.; HADDAD, J. M.; CAMILO, V. F.; BERTIN, L. D.; COSTA, M. A. R.; VITÓRIA, E. U.; SUDRÉ, T. M. F.; OLIVEIRA, B. A. P. F.; OLIVEIRA, R. F. Influência do treinamento proprioceptivo no controle postural de atletas de ginástica rítmica. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, [S. l.], v. 16, n. 7, 2024. DOI: 10.55905/cuadv16n7-015. Disponível em: <https://ojs.europubpublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/4710>. Acesso em: 17 set. 2024.

ICHIKAWA, S. *et al.* Relationship between dynamic balance and physical characteristics and functions in elite lifesaving athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, [S. l.], v. 9, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfkmk9030134>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2411-5142/9/3/134>. Acesso em: 20 set. 2024.

JASTRZEBSKA, A. D. Gender differences in postural stability among 13-year-old alpine skiers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [S. l.], v. 17, n. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17113859>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/11/3859>. Acesso em: 21 fev. 2022.

KING, L. A.; HORAK, F. B.; MANCINI, M.; PIERCE, D.; PRIEST, K. C.; CHESNUTT, J.; SULLIVAN, P.; CHAPMAN, J. C. Instrumenting the balance error scoring system for use with patients reporting persistent balance problems after mild traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Filadélfia, v. 95, n. 2, p. 353–359, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.10.015>. Disponível em: [https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(13\)01111-8/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(13)01111-8/fulltext). Acesso em: 18 fev. 2022.

KOLASANGIANI, A.; MANTASHLOO, Z.; SALEHI, S.; MORADI, M. Examination of postural control of body and the onset time of electrical activity of selected ankle muscles during single-leg landing in subjects with pronated and normal foot. *Journal of Modern Rehabilitation*, Teerã, v. 13, n. 2, p. 79-86, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.32598/JMR.13.2.79>. Disponível em: <https://jmr.tums.ac.ir/index.php/jmr/article/view/204>. Acesso em: 22 fev. 2022.

KOLIC, J.; O'BRIEN, K.; BOWLES, K-A.; ILES, R.; WILLIAMS, C. M. Understanding the impact of age, gender, height and body mass index on children's balance. *Acta Paediatrica*, Oxford, v. 109, n. 1, p. 175-182, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/apa.14933>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/apa.14933>. Acesso em: 21 fev. 2022.

KOZINC, Ž.; LOFLER, S.; HOFER, C.; CARRARO, U.; ŠARABON, N. Diagnostic balance tests for assessing risk of falls and distinguishing older adult fallers and non-fallers: a systematic review with meta-analysis. *Diagnostics*, [S. l.], v. 10, n. 9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics10090667>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-4418/10/9/667>. Acesso em: 18 set. 2024.

LEE, C.-H.; SUN, T.-L. Evaluation of postural stability based on a force plate and inertial sensor during static balance measurements. *Journal of Physiological Anthropology*,

[S. l.], v. 37, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40101-018-0187-5>. Acesso em: 21 fev. 2022.

LUO, H.; WANG, X.; FAN, M.; DENG, L.; JIAN, C.; WEI, M.; LUO, J. The effect of visual stimuli on stability and complexity of postural control. *Frontiers in Neurology*, [S. l.], v. 9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00048>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2018.00048/full>. Acesso em: 18 fev. 2022.

MICHALAK, K. P.; PRZEKORACHA-KRAWCZYK, A.; NASKRECKI, R. Parameters of the crossing points between center of pressure and center of mass signals are potential markers of postural control efficiency. *PLoS ONE*, São Francisco, v. 14, n. 7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219460>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0219460>. Acesso em: 21 fev. 2022.

MOHAMMED, R.; BASHA, A. S. K.; JUNGADE, S. Influence of age, gender, and body mass index on balance and mobility performance in indian community-dwelling older people. *Physical & Occupational Therapy In Geriatrics*, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 144-156, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/02703181.2020.1818909>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02703181.2020.1818909>. Acesso em: 22 fev. 2022.

MURAD, M. H.; ASI, N.; ALSAWAS, M.; ALAHDAB, F. New evidence pyramid. *BMJ Evidence-Based Medicine*, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 125-127, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1136/ebmed-2016-110401>. Disponível em: <https://ebm.bmj.com/content/21/4/125.short>. Acesso: 20 fev. 2023.

OLIVER, A.; VISEU, J-P.; VIGNAIS, N.; VUILLERME, N. Balance control during stance - A comparison between horseback riding athletes and non-athletes. *PLoS ONE*, São Francisco, v. 14, n. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211834>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0211834>. Acesso em: 21 fev. 2022.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, [S. l.], v. 372, n. 71, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71.short>. Acesso em: 20 fev. 2023.

PALMER, T. B.; HAWKEY, M. J.; THIELE, R. M.; CONCHOLA, E. C.; ADAMS, B. M.; AKEHI, K.; SMITH, D. B.; THOMPSON, B. J. The influence of athletic status on maximal and rapid isometric torque characteristics and postural balance performance in division I female soccer athletes and non-athlete controls. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, [S. l.], v. 35, n. 4, p. 314-322, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/cpf.12167>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cpf.12167>. Acesso em: 20 fev. 2022.

PEREIRA, C.; SILVA, R. A.; OLIVEIRA, M. R.; SOUZA, R. D. N.; BORGES, R. J.; VIEIRA, E. R. Effect of body mass index and fat mass on balance force platform measurements

during a one-legged stance in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, [S. l.], v. 30, p. 441–447, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40520-017-0796-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40520-017-0796-6>. Acesso em: 22 fev. 2022.

PIOTROWSKA, J.; GUSZKOWSKA, M.; LES, A.; RUTKOWSKA, I. Changes in the static balance of older women participating in regular nordic-walking sessions and nordic-walking combined with cognitive training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [S. l.], v. 17, n. 15, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17155617>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/15/5617>. Acesso em: 21 fev. 2022.

PLANDOWSKA, M.; LICHOTA, M.; GORNIK, K. Postural stability of 5-year-old girls and boys with different body heights. *PLoS ONE*, São Francisco, v. 14, n. 12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227119>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0227119>. Acesso em: 20 fev. 2022.

PURKAYASTHA, S.; ADAIR, H.; WOODRUFF, A.; RYAN, L. J.; WILLIAMS, B.; JAMES, E.; BELL, K. Balance testing following concussion: postural sway versus complexity index. *PM&R*, [S. l.], v. 11, n. 11, p. 1184-1192, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/pmrj.12129>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pmrj.12129>. Acesso em: 20 fev. 2022.

RUBEGA, M.; DI MARCO, R.; ZAMPINI, M.; FORMAGGIO, E.; MENEGATTI, E.; BONATO, P.; MASIERO, S.; FELICE, A. Muscular and cortical activation during dynamic and static balance in the elderly: a scoping review. *Aging Brain*, [S. l.], v. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbas.2021.100013>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589958921000098>. Acesso em: 17 set. 2024.

RUESCAS-NICOLAU, M. A.; SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M. L.; MARQUES-SULE, E.; ESPÍ-LÓPEZ, G. V. The immediate effect of plantar stimulation on dynamic and static balance: a randomized controlled trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 453-461, 2018. DOI: 10.3233/BMR-181145. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30507562/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SADOWSKA, D.; SACEWICZ, T.; LICHOTA, M.; KRZEPOTA, J.; LADIGA, M. Static postural balance in modern pentathletes: a pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [S. l.], v. 16, n. 10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16101760>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/10/1760>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SHAMS, A.; VAMEGHI, R.; DEHKORDI, P. S.; ALLAFAN, N.; BAYATI, M. The development of postural control among children: Repeatability and normative data for computerized dynamic posturography system. *Gait & Posture*, Oxford, v. 78, p. 40-47, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.03.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636220300898>. Acesso em: 17 set. 2024.

SLOANHOFFER, H. L.; HARRISON, K. D.; MCCRORY, J. L. Dynamic stability in gymnasts, non-balance athletes, and active controls. *International Journal of Exercise Science*, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 1-12, 2018. Disponível em: <https://digitalcommons.wku.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2075&context=ijes>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SOSLU, R. Does the fatigue index induced in athlete's affect static balance? *Journal of Education and Learning*, [S. l.], v. 8, n. 5, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jel.v8n5p81>. Disponível em: <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jel/article/view/0/40770>. Acesso em: 18 fev. 2022.

STEINBERG, N.; NEMET, D.; PANTANOWITZ, M.; ZEEV, A.; HALLUMI, M.; SINDIANI, M.; MECKEL, Y.; EILAKIM, A. Longitudinal study evaluating postural balance of young athletes. *Perceptual and Motor Skills*, Thousand Oaks, v. 122, n. 1, p. 256-279, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1177/0031512516628989>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0031512516628989>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SUZUKI, T.; HARADA, A.; SHIMADA, H.; HOSOI, T.; KAWATA, Y.; INOUE, T.; SAITO, H. Assessment of eldecalcitol and alendronate effect on postural balance control in aged women with osteoporosis. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, [S. l.], v. 38, p. 859-867, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00774-020-01118-w>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00774-020-01118-w>. Acesso em: 17 set. 2024.

SZCZEPANOWSKA-WOLOWIEC, B.; SZTANDERA, P.; KOTELA, I.; ZAK, M. Feet deformities and their close association with postural stability deficits in children aged 10–15 years. *BMC musculoskeletal disorders*, [S. l.], v. 20, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2923-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12891-019-2923-3>. Acesso em: 20 set. 2022.

TURKERI, C.; OZTURK, B.; BUYUKTAS, B.; OZTURK, D. Comparison of balance, reaction time, attention and bmi values in individual and team sports. *Journal of Education and Learning*, [S. l.], v. 8, n. 6, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jel.v8n6p119>. Disponível em: <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jel/article/view/0/41120>. Acesso em: 20 fev. 2022.

WISNIOWSKA-SZURLEJ, A.; CWIRLEJ-SOZANSKA, A. B.; WILMOWSKA-PIETRUSZYNSKA, A.; WOLOSZYN, N.; SOZANSKI, B. Gender differences in postural stability in elderly people under institutional care. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, Breslávia, v. 21, n. 2, p. 45-53, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31741484/>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ZHU, W.; LI, Y.; WANG, B.; ZHAO, C.; WU, T.; LIU, T.; SUN, F. Objectively measured physical activity is associated with static balance in young adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [S. l.], v. 18, n. 20, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph182010787>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/20/10787>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ZOUITA, S.; ZOUHAL, H.; FERCHICHI, H.; PAILLARD, T.; DZIRI, C.; HACHNEY, A. C.; LAHER, I.; GRANACHER, U.; ZOUITA, A. B. M. Effects of combined balance and strength training on measures of balance and muscle strength in older women with a history of falls. *Frontiers in physiology*, [S. l.], v. 11, 2020. DOI: 10.3389/fphys.2020.619016.

Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2020.619016/full>

. Acesso em: 17 set. 2024.