



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

JADER BARBOSA FONSECA

**EFICÁCIA DOS EXERCÍCIOS NEUROMOTORES NO EQUILÍBRIO DE
JOGADORES DE BASQUETE: REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE**

Recife
2022

JADER BARBOSA FONSECA

**EFICÁCIA DOS EXERCÍCIOS NEUROMOTORES NO EQUILÍBRIO DE
JOGADORES DE BASQUETE: REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em fisioterapia.

Área de Concentração: Fisioterapia na Atenção à Saúde, Linha de Pesquisa: Instrumentação e Intervenção Fisioterapêutica, Área de Atuação: Fisioterapia no esporte e paraesporte: avaliação, prevenção e intervenção nas diversas modalidades.

Orientador (a): Prof^a Dr^a Ana Paula de Lima Ferreira

Coorientador (a): Dr^a Ana Izabela Sobral de Oliveira Souza

Prof^a Dr^a Leila Maria Alvares Barbosa

Recife

2022

Catalogação na Fonte
Bibliotecário: Rodrigo Leopoldino Cavalcanti I, CRB4-1855

F676e Fonseca, Jader Barbosa.
Eficácia dos exercícios neuromotores no equilíbrio de jogadores de basquete :
revisão sistemática com metanálise / Jader Barbosa Fonseca. – 2022.
55 f. : il. ; tab. ; 30 cm.

Orientadora : Ana Paula de Lima Ferreira.
Coorientadora : Ana Izabela Sobral de Oliveira Souza.
Coorientadora : Leila Maria Alvares Barbosa.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de
Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia. Recife, 2022.

Inclui referências e apêndices.

1. Extremidade Inferior. 2. Exercício Pliométrico. 3. Equilíbrio Postural. 4.
Propriocepção. I. Ferreira, Ana Paula de Lima (Orientadora). II. Souza, Ana Izabela
Sobral de Oliveira (Coorientadora). III. Barbosa, Leila Maria Alvares (Coorientadora).
IV. Título.

615.8 CDD (23.ed.) UFPE (CCS2022-253)

JADER BARBOSA FONSECA

**EFICÁCIA DOS EXERCÍCIOS NEUROMOTORES NO EQUILÍBRIO DE
JOGADORES DE BASQUETE: REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em fisioterapia.

Área de Concentração: Fisioterapia na Atenção à Saúde, Linha de Pesquisa: Instrumentação e Intervenção Fisioterapêutica, Área de Atuação: Fisioterapia no esporte e paraesporte: avaliação, prevenção e intervenção nas diversas modalidades.

Aprovada em: 22/06/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Andrea Lemos Bezerra de Oliveira (Presidente)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Saulo Fernandes Melo de Oliveira (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Márcio Almeida Bezerra (Examinador Externo)

Universidade Federal do Ceará

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por iluminar as minhas escolhas. Agradeço à minha mãe Jeane, pelo apoio por me incentivar a seguir as minhas escolhas profissionais sempre acreditando no meu potencial. Pelos sacrifícios que ela se submeteu, pois ela sempre esteve presente na minha formação educacional de forma bastante ativa. Ao meu pai Jayme, pelo incentivo em estudar e crescer, espero continuar a ser merecedor do seu orgulho.

Aos meus amigos fisioterapeutas da turma 80 (Cláudia, Gabriel, Karyne, Livia, Mayara e Monique) pois foram grandes incentivadores para dar esse passo da pós graduação e me ajudaram desde o pré-projeto no processo seletivo com dicas, modelos de projeto, correções... Sempre bastante disponíveis.

Aos queridos amigos e colegas da turma 2019 do mestrado, em especial Luís, Pedro e Rúbia que sempre estiveram presentes tanto para dividir as vitórias e comemorar como se fosse uma vitória própria, quanto para ouvir as lamentações e as dificuldades no caminho (que não foram poucas). Obrigado por existirem, e tornar esse processo mais leve recheado de risadas.

Ao meu IC top das galáxias em linha reta Victor que foi meu braço direito e esquerdo também, tanto no projeto inicial quanto no projeto revisão sistemática. Sempre super disponível quando eu precisei e com bastante fome de conhecimento. Foi crucial ter a sua presença durante esse processo e a Fisioterapia está ganhando um excelente profissional.

Um agradecimento especial à professora Ana Paula, uma incrível pessoa que o destino reservou para ser minha orientadora. Fui recebido muito bem por ela no laboratório e sempre esteve bastante aberta para discussão e meus posicionamentos no projeto. Obrigado pela compreensão durante todo esse processo.

Um agradecimento especial também as minhas coorientadoras Belinha e Leila por terem aceito esse desafio que já estava em andamento da revisão. Sempre atentas aos mínimos detalhes do texto e formatação que engradeceu bastante o produto final deste trabalho.

RESUMO

O objetivo desta revisão sistemática foi avaliar a eficácia de exercícios neuromotores de membros inferiores no equilíbrio estático e dinâmico em jogadores de basquete. A estratégia de busca foi realizada nas seguintes bases de dados: Medline/Pubmed, LILACS, Scopus e PEDRO. A certeza da evidência foi avaliada pelo GRADE para as direções posteromedial, posterolateral e anterior e valor composto do *Star Excursion Balance Test*. A busca inicial identificou 520 estudos. Destes, seis estudos foram incluídos nesta revisão, e três deles foram incluídos na metanálise ($n = 64$). A avaliação através do GRADE indicou baixo nível de certeza da evidência para posteromedial (MD = 4,92%; IC 95% = -1,44 a 11,29; $P = 0,13$; $I^2 = 55\%$), posterolateral (MD = 6,08%; IC 95% = 2,76 a 9,40; $P = 0,0003$; $I^2 = 19\%$) e anterior (MD = 4,87%; IC 95%: 2,84 a 6,89; $p < 0,00001$; $I^2 = 0\%$). Muito baixo nível de certeza de evidência foi encontrado para o valor composto (MD = 6,42%; IC 95%: 5,03 a 7,82 $P < 0,00001$; $I^2 = 1\%$) favorecendo os exercícios em todas as direções. Embora a certeza da evidência ainda seja muito baixa, foi verificado que os exercícios neuromotores melhoram o equilíbrio dinâmico em jogadores de basquete. Portanto, esses achados devem ser interpretados com cautela.

Palavras-chave: extremidade inferior; exercício pliométrico; equilíbrio postural; propriocepção.

ABSTRACT

The purpose of this systematic review was to evaluate the efficacy of lower limb neuromotor exercises on static and dynamic balance in basketball players. The search strategy was carried out in the following databases: Medline/Pubmed, LILACS, Scopus, and PEDRO. Certainty of evidence was assessed by GRADE for posteromedial, posterolateral, and anterior directions, and composite score of the Star Excursion Balance Test. The initial search identified 520 studies. Of them, six studies were included in this review, and three of them were included in the meta-analysis ($n = 64$). GRADE evaluation indicated low level of certainty of evidence for posteromedial (MD = 4.92%; 95% CI = -1.44 to 11.29; $P = 0.13$; $I^2 = 55\%$), posterolateral (MD = 6.08%; 95% CI = 2.76 to 9.40; $P = 0.0003$; $I^2 = 19\%$) and anterior (MD = 4.87%; 95% CI: 2.84 to 6.89; $p < 0.00001$; $I^2 = 0\%$) directions. Very low level of certainty of evidence was found for composite score (MD = 6.42%; 95% CI: 5.03 to 7.82 $P < 0.00001$; $I^2 = 1\%$) favoring exercise in all directions. Although, the certainty of evidence is still very low. The neuromotor exercises improve dynamic balance in basketball players. So, our data should be cautiously interpreted

Keywords: lower extremity; plyometric Exercise; postural balance; proprioception.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Avaliação de equilíbrio estático unipodal com plataforma de força	15
Figura 2	Excursão do Star Excursion Balance Test modificado usando a perna direita como apoio. (A) direção anterior; (B) direção póstero-lateral; (C) direção póstero-medial	16
Figura 3 Fluxograma	Fluxograma das etapas de seleção de artigos de acordo com o Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)	21
Figura 4	Ferramenta de risco de viés (RoB 2)	23
Fig. 1 Fluxograma	Flowchart of selection steps of articles according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)	36
Fig. 2	Assessing the risk of bias of the studies included in the review using the Cochrane RoB 2 Collaborative Tool, 2013-2020	41
Fig. 3	Forest plot to identify whether neuromotor exercises alter the displacements of the Anterior, Postero-Lateral, Postero-Medial directions of basketball athletes, 2013-2016	42
Fig. 4	Level of certainty of evidence assessed by the GRADE system comparing motor control with tactical training in basketball players 2013-2020.	43
Fig. 5	Forest plot to identify whether neuromotor exercises alter the dynamic balance (composite score) of basketball athletes, 2013-2016.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Estratégias de busca em cada base de dados para identificar a eficácia dos exercícios neuromotores no equilíbrio em jogadores de basquete	20
Table 1	Search strategies in each database to identify the effectiveness of neuromotor exercises on balance in basketball players.	35
Table 2	Characteristics of the studies included in the systematic review addressing the effect of neuromotor exercises on the balance of adult basketball players, 2013-2020.	39

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	10
2	INTRODUÇÃO	13
2.1	BIOMECÂNICA E EPIDEMIOLOGIA DO BASQUETE	13
2.2	EQUILÍBRIO	13
2.3	AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO	14
2.3.1	Avaliação do equilíbrio estático	14
2.3.2	Avaliação do equilíbrio dinâmico	15
2.4	EXERCÍCIOS NEUROMOTORES	16
3	OBJETIVOS	18
3.1	OBJETIVO GERAL	18
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	18
4	METODOLOGIA	19
4.1	ESTRATÉGIA DE BUSCA	19
4.2	SELEÇÃO DOS ESTUDOS	20
4.3	ESTRATÉGIA PARA SÍNTESE DOS DADOS	22
4.4	EXTRAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	22
4.5	AVALIAÇÃO DO RISCO DE VIÉS	22
4.6	AVALIAÇÃO DA CERTEZA DE EVIDÊNCIA	23
4.7	METANÁLISE	24
5	RESULTADOS	26
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	28
	APÊNDICE A – Effect of neuromotor exercises on balance in basketball players: a systematic review with meta-analysis	31
	APÊNDICE B – Occurrence and severity of neck disability in individuals with different types of temporomandibular disorder	54
	APÊNDICE C – Prevalence and factors associated with injuries in recreational runners: a cross-sectional study	55

1 APRESENTAÇÃO

Dentro da área de desempenho físico-funcional e qualidade de vida, a proposta inicial para esse trabalho de dissertação foi de avaliar a prevalência e fatores associados à instabilidade crônica do tornozelo de atletas de basquete com um estudo transversal. Entretanto, devido à pandemia do covid-19 as coletas tiveram de ser interrompidas em março de 2020, pois, a população de estudo (atletas de basquete) não possuía previsão de retorno aos treinos, comprometendo desta forma um dos critérios de inclusão do estudo de treino no mínimo duas vezes por semana por no mínimo seis meses.

Diante do exposto, a presente dissertação precisou adaptar-se para um estudo de revisão sistemática, orientado pela Prof^a Dr^a Ana Paula de Lima Ferreira e coorientado por Dr^a Ana Izabela Sobral de Oliveira Souza e Prof^a Dr^a Leila Maria Alvares Barbosa. A pesquisa foi iniciada em outubro de 2019 e o interesse por esse tema surgiu durante a escrita da revisão de literatura do projeto inicial, quando foram observadas lacunas sobre essa temática como também, a constatação prática de que os times de basquete da região metropolitana de Recife implementavam na rotina de treinamento dos atletas os exercícios neuromotores sem uma justificativa fundamentada e consistente sobre os exercícios que eram realizados.

A pesquisa inicial sobre fatores associados à instabilidade crônica do tornozelo possibilitou dois projetos de iniciação científica coordenados pela Profa. Dra. Ana Paula de Lima Ferreira dentro do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/UFPE no período 2019-2020. (1) *Equilíbrio dinâmico, auto percepção de função e capacidade em jogadores de basquete: estudo transversal* e (2) *Avaliação da relação do tempo de reação muscular com a potência e simetria dos membros inferiores de jogadores de basquete: estudo transversal*

Durante o período do mestrado houve participação também em Projetos de Extensão vinculados a orientadora em Editais PIBEXC. (1) Atenção Interdisciplinar na socialização e funcionalidade de atletas e paratletas de basquete da cidade do Recife no período 2019-2020; (2) Acompanhamento interdisciplinar dos atletas paralímpicos da Universidade Federal de Pernambuco: contribuições para socialização, recreação, minimização de risco de lesões e melhora de desempenho esportivo no período 2021-2022; (3) Fisioterapia aquática no controle dos sinais e sintomas clínicos de pacientes com doenças crônico-degenerativas no período 2021-2022.

O mestrando apresentou e publicou dois resumos expandidos em anais no Congresso Brasileiro e Internacional da ABRAFITO (COBRAFITO) em 2019. (1) Utilização da termografia como guia de posicionamento de agulhamento seco e monitoramento do controle da dor em tendinopatias; (2) Abordagem fisioterapêutica com foco na melhora de rendimento esportivo de paratleta da modalidade track, classe t44c.

Ressalta-se a participação do mestrando na produção de pesquisas realizadas no laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) que resultaram na publicação de 02 capítulos de livros (e-books): (1) *Correlação entre dor, qualidade do sono e grau de catastrofização de indivíduos com disfunção temporomandibular após utilização da eletroestimulação analgésica*. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019, v. 03, p. 52-63; (2) *Fatores de risco para câibras musculares associadas ao exercício em maratonistas amadores: estudo piloto*. 1ed. Fisioterapia: princípios fundamentais, 2020, p. 307 e (3) *Abordagem Fisioterapêutica nas Escolioses Idiopáticas*. 10ed. Porto Alegre: Artmed/Panamericana Editora Ltda., 2020, v. 02, p. 11-35.

O aluno ao longo do curso do mestrado ministrou aulas de eletrotermofototerapia aplicada a traumato-ortopedia e recursos terapêuticos aplicados as afecções da coluna vertebral no curso de Pós graduação em Fisioterapia Traumato-ortopédica da Faculdade Novo Horizonte. Nos anos de 2019 e 2020 o mestrando foi membro do colegiado do programa de pós graduação representando os acadêmicos do curso e em 2020 fez parte da comissão organizadora do II Simpósio da pós Fisioterapia UFPE.

Atualmente o aluno ocupa o cargo de presidente da Associação Brasileira de Fisioterapia Traumato-Ortopedia (ABRAFITO) em Pernambuco. É sócio e proprietário da clínica Instituto Reabilitar com atendimento voltado para traumato-ortopedia e esportiva.

Durante o período do curso, o mestrando participou de 03 artigos científicos que fazem parte das linhas de pesquisa da sua orientadora. ARTIGO 1: *Effect of neuromotor exercises on balance in basketball players: a systematic review with meta-analysis*, publicado na revista *Research, Society and Development* (fator de impacto: 1,78; Qualis A3) que é o produto final da Dissertação do Mestrado; ARTIGO 2: *Occurrence and severity of neck disability in individuals with different types of temporomandibular disorder*, publicado em fevereiro de 2021 no *Journal of Oral and*

Maxillofacial Surgery (fator de impacto: 1,895; Qualis A3) e o ARTIGO 3: *Prevalence and factors associated with injuries in recreational runners: a cross-sectional study*, publicado em junho de 2020 na Revista Brasileira de Medicina do Esporte (fator de impacto: 0,589; Qualis B2).

2 INTRODUÇÃO

2.1 BIOMECÂNICA E EPIDEMIOLOGIA DO BASQUETE

O basquete é um esporte composto por vários movimentos que estão associados a princípios físicos como força de reação, aceleração e momento. sendo considerado um jogo com constantes mudanças de direção, que é capaz de promover diversas situações de risco e lesões durante o jogo (ADRIAN; COOPER, 1995).

O movimento de drible e mudança de direção são condições que fazem parte do basquete. Giros e torções acentuadas de articulações dos membros inferiores são cruciais para as estratégias ofensivas no esporte. Esses movimentos são frequentemente acompanhados de uma rápida mudança de velocidade e/ou direção (CLOAK; GALLOWAY; WYON, 2010).

O arremesso é o mais elaborado e mais importante movimento do basquete, com relatos aproximadamente de 45% dessas lesões ocorrendo na articulação do tornozelo como resultado do pouso após o salto (KLEM et al., 2017). O membro inferior é a região mais acometida por lesões no Basquete independente do sexo e da categoria do praticante. Foi observado numa revisão sistemática que entre as lesões que acometeram atletas profissionais 64,7% foram em membro inferiores. Entender sobre epidemiologia das lesões no basquete é o primeiro passo para implementar medidas preventivas para reduzir a incidência de lesões no esporte (ANDREOLI et al., 2018).

2.2 EQUILÍBRIO

O equilíbrio é um elemento importante tanto nas atividades diárias quanto nas atividades esportivas (NOTARNICOLA et al., 2015). Os conceitos de equilíbrio e controle postural parecem estar juntos. Sendo assim, uma das finalidades do controle postural é de controlar o centro de massa durante uma atividade quer seja essa estática ou dinâmica, essa competência é bastante complexa e requer uma integração dos sistemas vestibular, somatossensorial e informação visual (KOCHANOWICZ, A. et al., 2018).

O equilíbrio estático é definido como a capacidade de manter a estabilidade postural e orientação com centro de massa sobre a base de apoio e corpo em repouso (SELL, 2012). Já o equilíbrio dinâmico é caracterizado pela manutenção do centro de massa sobre a base de sustentação quando a base de suporte está em movimento

ou quando existe uma perturbação externa aplicada ao corpo (BROWN; MYNARK, 2007).

2.3 AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO

A avaliação é um momento fundamental na fisioterapia, ela necessita ser precisa e torna mais fácil traçar as metas e a conduta de tratamento para o atleta. Na literatura encontramos uma grande variedade de ferramentas validadas para avaliar equilíbrio. (LABANCA et al., 2021; MATTACOLA; DWYER, 2002).

2.3.1 Avaliação do equilíbrio estático

Ficar em pé não é uma tarefa tão fácil como imaginamos. Trata-se de manter várias articulações e grupos musculares distribuídos em uma relação geométrica em relação ao meio ambiente (BALASUBRAMANIAM; WING, 2002). Para avaliar equilíbrio estático alguns métodos de avaliação são encontrados com frequência na literatura: Avaliação clínica (*Unipodal Stance* e *Romberg Test*); avaliação por escala (*Berg Balance Scale*); avaliação por testes computadorizados (Plataformas de força, Plataformas de equilíbrio e *Equitest*) (ALONSO et al., 2014).

A plataforma de força é considerada padrão-ouro para a medição do desempenho do equilíbrio. Com esse equipamento é possível avaliar de forma quantitativa o equilíbrio pela variação do centro de massa (HUURNINK et al., 2013). Normalmente o teste é realizado três vezes com os voluntários em apoio unipodal mantido por no máximo 30 segundos em cima da plataforma, com período de descanso de 30 segundos entre cada tentativa. Os voluntários devem permanecer descalço, com olhos abertos olhando para um alvo colocado a frente com braços paralelos ao corpo (GIL et al., 2011).

Figura 1 - Avaliação de equilíbrio estático unipodal com plataforma de força



Fonte: Adaptado GIL et al, 2011.

2.3.2 Avaliação do equilíbrio dinâmico

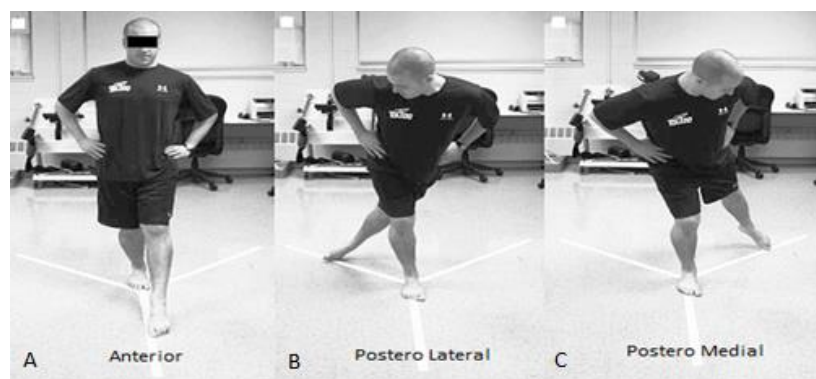
Assim como o equilíbrio estático, o equilíbrio dinâmico também pode ser avaliado de diversas formas, os mais comuns utilizados são: *Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment*, *Timed Up and Go*, *Functional Reach Test* e *Star Excursion Balance Test* (ALONSO et al., 2014; CHANDER; DABBS, 2016).

O *Star Excursion Balance Test* (modificado) ou *Y balance test* é um teste funcional utilizado para avaliar a estabilidade dos membros inferiores e requer coordenação motora, equilíbrio, flexibilidade e força (FILIPA et al., 2010). Esse teste apresenta confiabilidade intra-avaliador entre 0,85 a 0,91 e inter-avaliador entre 0,99 a 1,00 (PLISKY, P. J. et al., 2006). Sendo assim, o teste demonstra ser uma medida confiável e tem validade como teste dinâmico para prever o risco de lesão nos membros inferiores além de identificar déficits de equilíbrio dinâmico em pacientes com uma variedade de condições nos membros inferiores (GRIBBLE; HERTEL; PLISKY, P., 2012).

É considerado um teste não instrumental de fácil manuseio e com boa relação custo-benefício (PERES, 2013). Na avaliação de assimetrias entre os dois membros, foi visto que uma assimetria elevada na direção anterior do teste vem sendo associada ao aumento em mais de duas vezes do risco de lesão em membros inferiores (SMITH; CHIMERA; WARREN, 2015).

Para realização do teste normalmente são fornecidas instruções verbais para compreensão. É recomendado a realização de quatro ensaios práticos para familiarização do teste antes de medir a distância do alcance das direções. Em seguida, o atleta realiza três movimentos em cada sentido fazendo assim uma média aritmética das três tentativas em cada direção (anterior (A), póstero-medial (PM) e póstero-lateral (PL)). O teste é interrompido se: o participante falhar em manter o apoio unipodal, perder o contato entre o calcanhar da perna de apoio e o solo, descarregar o peso com pé que deve marcar a distância, ou ainda se não retornar o pé da distância a posição inicial (GRIBBLE; HERTEL; PLISKY, P., 2012).

Figura 2 - Excursão do Star Excursion Balance Test modificado usando a perna direita como apoio. (A) direção anterior; (B) direção póstero-lateral; (C) direção póstero-medial



Fonte: Adaptado Gribble et al., 2012.

Em seguida serão somadas as três distâncias, divididos por 3 vezes o valor do comprimento da perna de apoio (CPA) e multiplicado por 100 para obtenção do Valor Composto (VC) do SEBT modificado (PLISKY, P. J. et al., 2006).

$$VC = (A + PM + PL / 3 \times CPA) \times 100$$

2.4 EXERCÍCIOS NEUROMOTORES

Exercícios neuromotores foram descritos pelo *American College of Sports Medicine* (2011) como um treinamento que incorpora várias atividades motoras, como equilíbrio coordenação, marcha, agilidade e treinamento proprioceptivo. Esses exercícios resultam em melhora no equilíbrio, agilidade, força muscular e redução do risco de quedas em idosos (GARBER et al., 2011).

Entretanto, existem poucos estudos sobre os benefícios dos exercícios neuromotores em adultos jovens, embora alguns autores sugiram que o exercício de equilíbrio e agilidade podem resultar em redução de lesões em atletas (CHODZKO-ZAJKO et al., 1998; GARBER et al., 2011; NELSON et al., 2007).

A implementação de estratégias de aquecimento com exercícios neuromotores têm apresentado resultados positivos na redução da incidência de lesões nos membros inferiores em atletas de diversos esportes. Dentro dessa estratégia são incluídos exercícios de equilíbrio, alongamentos, fortalecimento e exercícios de agilidade específicos ao esporte (HERMAN et al., 2012; KINZEY; ARMSTRONG, 1998).

Outro aspecto relevante relacionado aos exercícios neuromotores é o equilíbrio corporal. Estudos com atletas de várias modalidades do sexo masculino correlacionam o equilíbrio corporal com a agilidade durante o gesto esportivo, demonstrando assim, que o controle do equilíbrio é fundamental para o desempenho esportivo (HAN et al., 2015; NOTARNICOLA et al., 2015; SEKULIC et al., 2013). Entretanto, ainda não se sabe se esses exercícios são eficazes para o desempenho de atletas de basquete.

Os gestos esportivos dos atletas de basquete envolvem rapidez e equilíbrio para desenvolvimento de movimentos com agilidade e mudanças bruscas de direções. Os exercícios neuromotores são frequentemente empregados como parte do treinamento para alcançar essas potencialidades. Contudo, não está claro qual seria a eficácia dos exercícios sobre o equilíbrio destes atletas.

Esse estudo busca esclarecer o cenário sobre as evidências científicas nessa temática e proporcionar uma melhor compreensão para o processo de tomada de decisão de fisioterapeutas sobre a realização de exercícios neuromotores em atletas de basquete adulto.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL:

Avaliar a eficácia dos exercícios neuromotores em membros inferiores no equilíbrio estático e dinâmico de jogadores de basquete quando comparado a qualquer outro tipo de tratamento ou não-intervenção.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO:

Verificar a presença de efeitos adversos aos exercícios neuromotores em membros inferiores nos jogadores de basquete.

4 METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão sistemática, foi registrada na base de protocolos de revisões sistemáticas PROSPERO (CRD42020177783) e descrita de acordo com os itens do PRISMA checklist (LIBERATI et al., 2009). A pergunta norteadora do estudo foi “Os exercícios neuromotores melhoram o equilíbrio em atletas de basquete adultos quando comparado a outra intervenção ou grupo controle?”. Os critérios de inclusão e exclusão da presente revisão seguiram os critérios de acordo com o formato PICO (população, intervenção, comparação, desfecho e tipo de estudo), conforme descrito a seguir:

População: estudos que investigaram jogadores de basquete adultos profissionais ou amadores de ambos os sexos, com idade entre 18 a 50 anos (estudos que integraram indivíduos de várias modalidades esportivas).

Intervenção: estudos que utilizaram intervenção com exercícios neuromotores voltados para membros inferiores. Foi considerado como exercícios neuromotores: exercícios pliométricos; exercícios neuromusculares; treinos realizados em superfície estável e instável; treinos proprioceptivos; treino funcional e treino de equilíbrio.

Comparação: qualquer outro tratamento diferente dos exercícios neuromotores ou sem intervenção (controle).

Desfechos: o desfecho primário foi o equilíbrio dinâmico e estático avaliados por meio de testes clínicos (exemplo: Romberg, *single-leg stance test*, *star excursion balance test*) ou por medição instrumental de equilíbrio (exemplo: plataforma de força, plataforma de equilíbrio, estabilometria). O desfecho secundário foi a presença de efeitos adversos aos exercícios neuromotores

Tipos de estudo: ensaios clínicos randomizados e controlados ou quase experimental.

4.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A estratégia de busca utilizada foi baseada nas normas do *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (HIGGINS, J. P. et al., 2019). Foi realizada por dois pesquisadores (J.F. e V.O.) de forma independente, nas bases de dados eletrônicos Medline/Pubmed, LILACS, Scopus e PEDro, foi utilizado o operador booleano *AND* para compor a estratégia de busca em dezembro de 2022.

A busca foi realizada usando *Medical Subject Headings* (MeSH), Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e palavras-chave. A estratégia de busca está descrita em detalhes na tabela 1. Ainda foi realizado uma busca nas referências dos artigos

que entraram na revisão e não houve restrição quanto ao ano de publicação nem de idioma.

Tabela 1 - Estratégias de busca em cada base de dados para identificar a eficácia dos exercícios neuromotores no equilíbrio em jogadores de basquete.

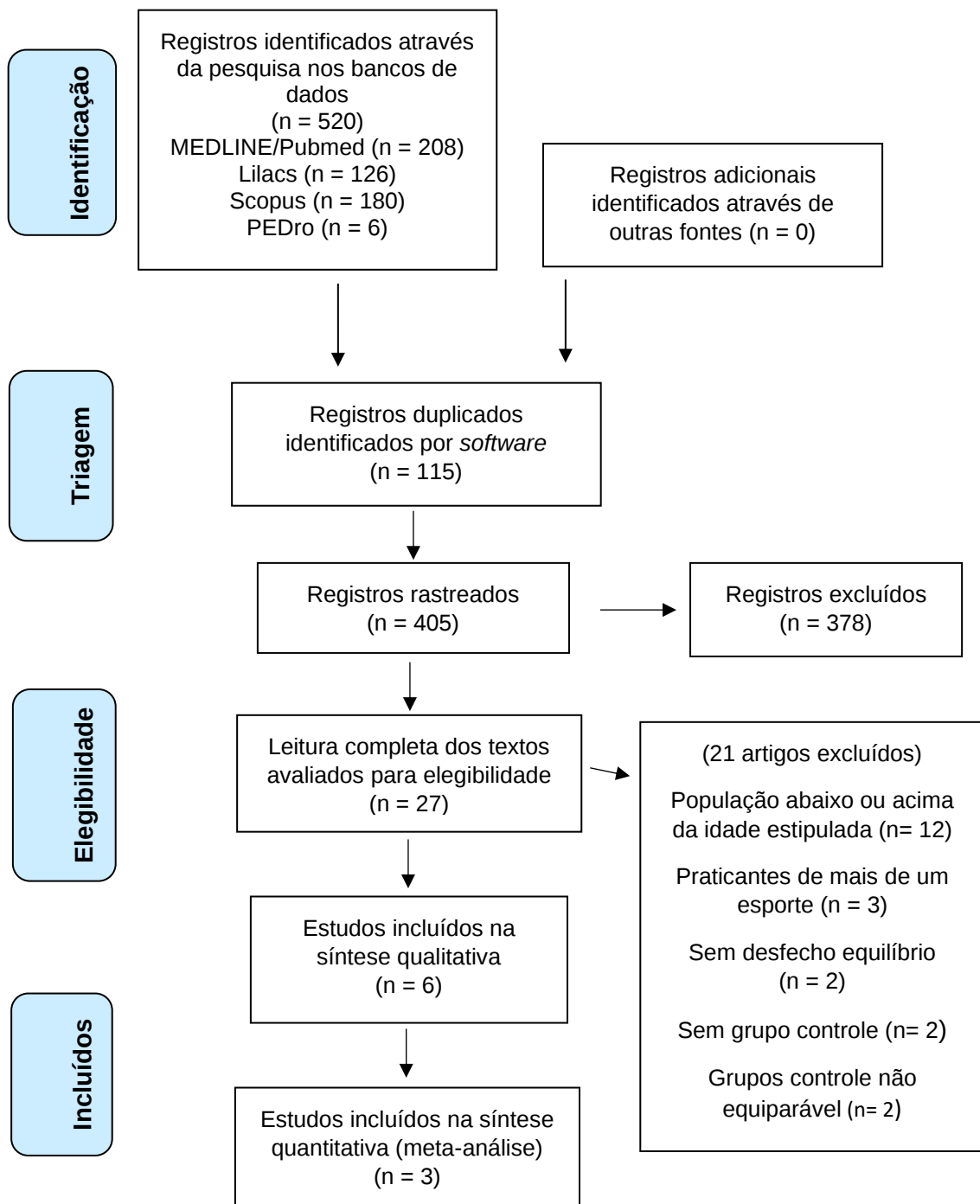
Base de dados	Descritores utilizados	Descobertas
MEDLINE/Pubmed	#1 Basketball AND Postural Balance #2 Basketball AND Postural Balance AND lower limb stability #3 Basketball AND Postural Balance AND Proprioception	104 15 89 Total= 208
Lilacs	#1 Basketball AND Postural Balance #2 Basketball AND Postural Balance AND lower limb stability #3 Basketball AND Postural Balance AND Proprioception	108 5 13 Total= 126
Scopus	#1 Basketball AND Postural Balance #2 Basketball AND Postural Balance AND lower limb stability #3 Basketball AND Postural Balance AND Proprioception	116 46 18 Total= 180
PEDro	#1 Basketball* Postural Balance #2 Basketball* lower limb stability #3 Basketball AND Proprioception	2 3 1 Total= 6

Fonte: o autor, 2022

4.2 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Os artigos selecionados foram organizados no software Mendeley® e as duplicatas foram removidas. Inicialmente, títulos e resumos foram avaliados de forma independente por dois autores (J.F. e V.O.). Quando os mesmos cumpriam os requisitos para inclusão e exclusão na presente revisão, ou os quais as informações não estivessem claramente apresentadas nos resumos, foram incluídas para leitura detalhada do texto completo. A seleção final foi decidida por consenso entre os dois autores (J.F. e V.O.). O processo de seleção dos estudos incluídos é descrito no fluxograma 1 baseado no *Preferred Reporting tems for Systematic Reviews and Meta-Analyses* – PRISMA.

Figura 3. Fluxograma das etapas de seleção de artigos de acordo com o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)



Fonte: o autor, 2022

4.3 ESTRATÉGIA PARA SÍNTESE DOS DADOS

Uma planilha eletrônica dividida por abas foi criada de acordo com a fase do estudo. A primeira aba foi composta por todos os estudos cujos títulos e resumos foram lidos, indicando quais foram lidos na íntegra e os que foram excluídos e o motivo. A segunda aba compreendeu os dados dos artigos incluídos como guia para a extração dos dados relevantes: autoria, ano, tipo do estudo, sexo, idade, número de participantes, tempo de duração da intervenção, frequência do treinamento semanal, quantidade de semanas total de intervenção, métodos de avaliação, medida dos resultados, média e desvio padrão do deslocamento unipodal (anterior, ântero-medial, ântero-lateral, medial, lateral, posterior, pósterio-medial e pósterio-lateral), valor composto, velocidade de deslocamento ântero-posterior e médio-lateral de olhos abertos e fechados em milímetros por segundo. A terceira aba compreendeu os tipos de intervenção e comparação, medidas de desfecho com dados numéricos (média e desvio padrão) e principais achados descritos na íntegra dos artigos incluídos.

4.4 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A planilha eletrônica padronizada foi utilizada pelos pesquisadores (J.F. e V.O.) para extração de dados dos artigos de forma independente. Pequenas divergências foram resolvidas por um terceiro avaliador (A.L.). Em seguida, uma reunião de consenso entre os avaliadores foi realizada. Os dados quantitativos (média e desvio padrão) também foram incluídos na planilha de dados.

4.5 AVALIAÇÃO DO RISCO DE VIÉS

Para avaliação da qualidade metodológica dos estudos, foi utilizada a ferramenta Risk of Bias Tool (*RoB 2*) (figura 4) desenvolvida em colaboração com a Cochrane para avaliação de risco de viés em ensaios randomizados (HIGGINS, J. P. T. et al., 2011). Essa ferramenta é composta por seis domínios: processo de randomização, desvios das intervenções pretendidas, dados dos resultados perdidos, medição dos desfechos, seleção dos resultados relatados e viés global. Dois avaliadores realizaram a avaliação metodológica de forma independentes (J.F. e A.S.) preenchendo as perguntas de cada domínio assinalando “sim”, “provavelmente sim”, “provavelmente não”, “não” ou “não informa”.

Figura 4 - Ferramenta de risco de viés (RoB 2)

RoB 2 assessment for individual randomized, parallel group trials

Unique ID (e.g. A1 or 1) Asadi_2013 Assessor AISOS 22/6/11 08.31

Study ID Asadi et al 2013 Ref. or label Asadi et al 2013

Experimental Plyometric Comparator Control

Specify which outcome Specify the numerical result

Balance

Is the review team's aim for this results to assess...? Weight for analysis

assignment to intervention (the 'intention-to-treat' effect) 1

If the aim is to assess the effect of adhering to intervention...(select one at least)

☒ NA

Which of the following sources were obtained to help inform the risk-of-bias assessment? (tick as many as apply; for editing, please double-click the list)

☒ Journal article(s) with results of the trial

Domain 1 | Domain 2 | Domain 3 | Domain 4 | Domain 5 | Overall bias

Randomisation process

Signalling questions	Response	Description
1.1 Was the allocation sequence random?	Y	NI about the concealment
1.2 Was the allocation sequence concealed until participants were enrolled and assigned to interventions?	NI	
1.3 Did baseline differences between intervention groups suggest a problem with the randomization process?	PN	The athletes looks like the same

Risk of bias judgement

Algorithm result Assessor's judgement

Some concerns Some concerns

Optional: What is the predicted direction of bias arising from the randomization process?

Fonte: o autor, 2022

Um algoritmo foi gerado e os autores classificaram o risco de viés como “alto”, “baixo” ou “incerto”. O RoB 2 classifica como alto risco de viés quando pelo menos um dos domínios é identificado como alto risco ou quando múltiplos domínios são classificados como incerto. Para ser identificado como risco de viés incerto, o ensaio clínico deve ser classificado dessa forma em pelo menos um dos domínios e não apresentar alto risco de viés nos outros domínios. E para ser considerado baixo risco de viés o estudo deve ser classificado dessa forma em todos os domínios (HIGGINS, J. P. T. et al., 2019). As classificações de risco de viés foram resolvidas por consenso (J.F. e A.S.).

4.6 AVALIAÇÃO DA CERTEZA DE EVIDÊNCIA

Para a avaliação da certeza da evidência foi utilizado o *Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation* (GRADE). Trata-se de um sistema para graduar a certeza da evidência e as implicações para a prática do profissional. Os avaliadores (J.F. e A.S.) utilizaram a ferramenta através do site <https://gradepro.org>, preenchendo as perguntas de forma independente em relação aos cinco domínios: limitações do desenho do estudo; direcionamento da evidência; imprecisão dos resultados; inconsistência dos resultados e viés de publicação.

A certeza da evidência foi classificada como “alta”, “moderada”, “baixa” ou “muito baixa”. Um alto nível de certeza na evidência significa que os pesquisadores estão bastante confiantes que o efeito encontrado está próximo do efeito verdadeiro. O nível de certeza moderado indica que o verdadeiro efeito é provável que esteja perto da estimativa do efeito. O nível de certeza baixo indica que a confiança na estimativa do efeito é limitada e muito baixo significa que o estudo apresenta pouca confiança no efeito (BALSHEM et al., 2011).

4.7 METANÁLISE

A metanálise foi realizada com os estudos que apresentaram protocolos de intervenção semelhantes e tiveram avaliações similares do desfecho equilíbrio. Nesse caso, selecionamos os artigos que avaliaram equilíbrio dinâmico pelo *Star Excursion Balance Test* (SEBT) tanto na sua forma convencional quanto na modificada. O teste demonstra ser uma medida confiável capaz de identificar déficits de equilíbrio dinâmico em pacientes com uma variedade de condições em membros inferiores (GRIBBLE; HERTEL; PLISKY, P., 2012).

No SEBT convencional o atleta realiza o maior deslocamento possível do membro inferior em apoio unipodial em oito direções. Já o SEBT modificado utiliza apenas três direções (anterior, pósteromedial e pósterolateral). Além das direções, é possível calcular um escore chamado Valor Composto (VC). Para o SEBT convencional esse escore é calculado a média das oito direções (GODDARD; DICKEY, 2019). No modificado esse escore é calculado pela soma das distâncias de alcance das três direções, dividindo por três vezes o comprimento do membro e multiplicando por 100 (PLISKY, P. J. et al., 2006, 2009). Foi efetuado uma análise do escore Valor Composto e subgrupo para cada direção do SEBT modificado.

Caso o autor não exibisse todos os resultados necessários para essa análise, foi enviado um e-mail solicitando os mesmos. Uma alternativa a ausência de dados, foi o cálculo do valor composto realizado pelos autores da presente revisão, caso o artigo fornecesse todos os dados necessários para computar o escore.

O software utilizado para condução da metanálise foi o *Review Manager* (RevMan) (versão 5.3; The Nordic Cochrane Centre, Copenhagen, Dinamarca). Na metanálise foi calculado a diferença de média e adotamos o nível de significância de $p \leq 0,05$. A homogeneidade do presente estudo foi investigada aplicando o teste do índice de heterogeneidade (I^2). Baixa heterogeneidade foi considerada quando o valor de $p \leq 0,05$ e valores de I^2 de até 30%. Valores de I^2 próximo a 50% indica

heterogeneidade moderada e próximo a 75% alta heterogeneidade (HIGGINS, J. P. et al., 2019; HIGGINS, J. P. T. et al., 2019). Nos casos de heterogeneidade entre os estudos, foi realizado uma análise do efeito de interesse utilizando o modelo de efeitos randômicos.

5 RESULTADOS

A presente dissertação apresenta como resultados, o seguinte artigo:

ARTIGO – *Effect of neuromotor exercises on balance in basketball players: a systematic review with meta-analysis* (Apêndice A).

Revista: *Research, Society and Development*,

Qualis: A3

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal achado desta revisão foi que a adição dos exercícios neuromotores em membros inferiores durante a prática de basquete em atletas adultos quando comparado a qualquer outro tipo de tratamento, apresentou melhora do equilíbrio dinâmico com nível de certeza da evidência classificado como muito baixo. Deve-se ter cautela ao interpretar essa informação visto que importantes problemas metodológicos foram verificados e, portanto, os resultados podem apresentar vieses.

Deve ser considerado que os exercícios neuromotores podem ser facilmente inseridos na rotina dos atletas e também deve-se ressaltar a importância da avaliação do equilíbrio nos atletas para ter como parâmetro a evolução dos mesmos, sendo o SEBT um teste de baixo custo e fácil reprodução que pode ser inserido facilmente na prática clínica.

Como limitação desta revisão sistemática podemos mencionar o processo de randomização, pois, os estudos incluídos foram classificados como risco moderado e alto. Outro fator limitante foi a falta de clareza ao reportar possíveis efeitos adversos aos exercícios em alguns estudos selecionados.

Posto isto, mais estudos com alto rigor metodológico são necessários para determinar com maior certeza se a implementação dos exercícios neuromotores melhoram o equilíbrio dinâmico dos atletas de basquete. Também seria interessante que os pesquisadores avaliassem a presença ou não de lesões nos atletas a fim de correlacionar se os exercícios são capazes de reduzir lesões. Outra questão em aberto que seria importante investigar em futuros estudos é relação dos parâmetros como frequência por semana, quantidade de semanas necessárias para efeito e tempo de duração dos exercícios.

REFERÊNCIAS

- ADRIAN, M.; COOPER, J. Biomechanics of selected team sports. [S.l.]: The Biomechanics of Human Movement, 1995.
- ALONSO, A. C. *et al.* Functional Balance Assessment: review. **Medical Express**, 2014. v. 1, n. 6, p. 298–301.
- ANDREOLI, C. V. *et al.* Epidemiology of sports injuries in basketball: Integrative systematic review. **BMJ Open Sport and Exercise Medicine**, 2018. v. 4, n. 1.
- BALASUBRAMANIAM, R.; WING, A. M. **The dynamics of standing balance. Trends in Cognitive Sciences.**
- BALSHEM, H. *et al.* GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. **Journal of clinical epidemiology**, 2011. v. 64, n. 4, p. 401–406.
- BROWN, C. N.; MYNARK, R. Balance deficits in recreational athletes with chronic ankle instability. **Journal of athletic training**, 2007. v. 42, n. 3, p. 367–373.
- CHANDER, H.; DABBS, N. C. **Balance Performance and Training among Female Athletes. Strength and Conditioning Journal.** Lippincott Williams and Wilkins.
- CHODZKO-ZAJKO, W. J. *et al.* **American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. Medicine and science in sports and exercise.** Med Sci Sports Exerc.
- CLOAK, R.; GALLOWAY, S.; WYON, M. The Effect of Ankle Bracing on Peak Mediolateral Ground Reaction Force During Cutting Maneuvers in Collegiate Male Basketball Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Sep. 2010. v. 24, n. 9, p. 2429–2433.
- FILIPA, A. *et al.* Neuromuscular Training Improves Performance on the Star Excursion Balance Test in Young Female Athletes. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, 1 Sep. 2010. v. 40, n. 9, p. 551–558.
- GARBER, C. E. *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Jul. 2011. v. 43, n. 7, p. 1334–1359.
- GIL, A. W. O. *et al.* Relationship between force platform and two functional tests for measuring balance in the elderly. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, Nov. 2011. v. 15, n. 6, p. 429–435.

- GODDARD, E. C.; DICKEY, J. P. Exercise Acutely Improves Dynamic Balance in Individuals with Unilateral Knee Osteoarthritis. **International Journal of Human Movement and Sports Sciences**, 1 Mar. 2019. v. 7, n. 1, p. 5–11.
- GRIBBLE, P. A.; HERTEL, J.; PLISKY, P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. **Journal of Athletic Training**, 31 May. 2012. v. 47, n. 3, p. 339–357.
- GUSKIEWICZ, K. M.; PERRIN, D. H. Research and clinical applications of assessing balance. [S.l.]: [s.n.], 1996. V. 5.
- HAN, J. *et al.* The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. **BioMed research international**, 2015. v. 2015, p. 842804.
- HERMAN, K. *et al.* The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. **BMC Medicine**, 2012. v. 10.
- HIGGINS, J. P. *et al.* **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. 2. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2019.
- HIGGINS, J. P. T. *et al.* The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. **BMJ (Online)**, 29 Oct. 2011. v. 343, n. 7829.
- _____ *et al.* Assessing risk of bias in a randomized trial. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. [S.l.]: wiley, 2019, p. 205–228.
- HUURNINK, A. *et al.* Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. **Journal of Biomechanics**, 26 Apr. 2013. v. 46, n. 7, p. 1392–1395.
- KINZEY, S. J.; ARMSTRONG, C. W. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, 1998. v. 27, n. 5, p. 356–360.
- KLEM, N.-R. *et al.* Effect of External Ankle Support on Ankle and Knee Biomechanics During the Cutting Maneuver in Basketball Players. **The American Journal of Sports Medicine**, 24 Mar. 2017. v. 45, n. 3, p. 685–691.
- KOCHANOWICZ, A. *et al.* Relationship between postural control and muscle activity during a handstand in young and adult gymnasts. **Human Movement Science**, 1 Apr. 2018. v. 58, p. 195–204.

- LABANCA, L. *et al.* Balance and proprioception impairment, assessment tools, and rehabilitation training in patients with total hip arthroplasty: a systematic review. **BMC Musculoskeletal Disorders**, 2021. v. 22, n. 1.
- LEANDERSON, J.; WYKMAN, A.; ERIKSSON, E. Ankle sprain and postural sway in basketball players. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, Sep. 1993. v. 1, n. 3–4, p. 203–205.
- LIBERATI, A. *et al.* **The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. PLoS Medicine.**
- MATTACOLA, C. G.; DWYER, M. K. Rehabilitation of the Ankle After Acute Sprain or Chronic Instability. **Journal of athletic training**, Dec. 2002. v. 37, n. 4, p. 413–429.
- NELSON, M. E. *et al.* **Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Medicine and Science in Sports and Exercise.** Med Sci Sports Exerc.
- NOTARNICOLA, A. *et al.* Effects of training on postural stability in young basketball players. **Muscles, ligaments and tendons journal**, 1 Oct. 2015. v. 5, n. 4, p. 310–5.
- PERES, M. M. Avaliação do efeito do treinamento proprioceptivo na estabilidade articular do tornozelo em atletas de voleibol. 2013.
- PLISKY, P. J. *et al.* Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, Dec. 2006. v. 36, n. 12, p. 911–919.
- PLISKY, P. J. *et al.* The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. **North American journal of sports physical therapy : NAJSPT**, May. 2009. v. 4, n. 2, p. 92–9.
- SEKULIC, D. *et al.* Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Mar. 2013. v. 27, n. 3, p. 802–811.
- SELL, T. C. An examination, correlation, and comparison of static and dynamic measures of postural stability in healthy, physically active adults. **Physical Therapy in Sport**, 2012. v. 13, n. 2.
- SMITH, C. A.; CHIMERA, N. J.; WARREN, M. Association of Y Balance Test Reach Asymmetry and Injury in Division I Athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Jan. 2015. v. 47, n. 1, p. 136–141.

APÊNDICE A – Effect of neuromotor exercises on balance in basketball players: a systematic review with meta-analysis

Publicado na revista *Research, Society and Development* (fator de impacto: 1,78; Qualis A3)

Efeito de exercícios neuromotores no equilíbrio em jogadores de basquete: uma revisão sistemática com metanálise

Efecto de los ejercicios neuromotores sobre el equilibrio en jugadores de baloncesto: una revisión sistemática con metanálisis

Jader Barbosa Fonseca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5661-3883>

Federal University of Pernambuco, Brazil

E-mail: jader.barbosa@ufpe.br

Ana Izabela Sobral de Oliveira Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7825-2676>

University of Applied Sciences, Germany

E-mail: anaizabela.oliveira@hotmail.com

Victor Franklyn de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1174-2053>

Federal University of Pernambuco, Brazil

E-mail: victor.franklyn@ufpe.br

Horianna Cristina Silva de Mendonça

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1786-7976>

Federal University of Pernambuco, Brazil

E-mail: horiana.mendonca@ufpe.br

Maryllian de Albuquerque Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3310-8651>

Federal University of Pernambuco, Brazil

E-mail: maryllian.vieira@ufpe.br

Maria das Graças Rodrigues de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9980-6172>

Federal University of Pernambuco, Brazil

E-mail: maria.raraujo@ufpe.br

Leila Maria Alvares Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2105-5049>

Federal University of Pernambuco, Brazil

E-mail: leila.barbosa@ufpe.br

Ana Paula de Lima Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0925-0183>

Federal University of Pernambuco, Brazil

E-mail: ana.lferreira@ufpe.br

Abstract

Aim: the purpose of this review is to evaluate the effect of lower limb neuromotor exercises on static and dynamic balance in basketball players. **Methods:** the search strategy was carried out in the following databases: Medline/Pubmed, LILACS, Scopus, and PEDRO. Certainty of evidence was assessed by GRADE for posteromedial, posterolateral, and anterior directions, and composite score of the Star Excursion Balance Test. **Results:** the initial search identified 520 studies. Of them, six studies were included in this review, and three of them were included in the meta-analysis (n = 64). GRADE evaluation indicated low

level of certainty of evidence for posteromedial (MD = 4.92%; 95% CI = -1.44 to 11.29; $P = 0.13$; $I^2 = 55\%$), posterolateral (MD = 6.08%; 95% CI = 2.76 to 9.40; $P = 0.0003$; $I^2 = 19\%$) and anterior (MD = 4.87%; 95% CI: 2.84 to 6.89; $p < 0.00001$; $I^2 = 0\%$) directions. Very low level of certainty of evidence was found for composite score (MD = 6.42%; 95% CI: 5.03 to 7.82 $P < 0.00001$; $I^2 = 1\%$). **Conclusions:** neuromotor exercises improve dynamic balance in basketball players. Although, the certainty of evidence is still very low. So, our data should be cautiously interpreted.

Keywords: Lower extremity; Plyometric Exercise; Postural balance; Proprioception.

Resumo

Objetivo: o objetivo desta revisão é avaliar o efeito de exercícios neuromotores de membros inferiores no equilíbrio estático e dinâmico em jogadores de basquete. **Métodos:** a estratégia de busca foi realizada nas seguintes bases de dados: Medline/Pubmed, LILACS, Scopus e PEDRO. O nível de certeza da evidência foi avaliado pelo GRADE para as direções posteromedial, posterolateral e anterior e valor composto do Star Excursion Balance Test. **Resultados:** a busca inicial identificou 520 estudos. Destes, seis estudos foram incluídos nesta revisão, e três deles foram incluídos na meta-análise ($n = 64$). A avaliação através do GRADE indicou baixo nível de certeza da evidência para posteromedial (MD = 4,92%; IC 95% = -1,44 a 11,29; $P = 0,13$; $I^2 = 55\%$), posterolateral (MD = 6,08%; IC 95% = 2,76 a 9,40; $P = 0,0003$; $I^2 = 19\%$) e anterior (MD = 4,87%; IC 95%: 2,84 a 6,89; $p < 0,00001$; $I^2 = 0\%$). Muito baixo nível de certeza de evidência foi encontrado para o valor composto (MD = 6,42%; IC 95%: 5,03 a 7,82 $P < 0,00001$; $I^2 = 1\%$). **Conclusões:** Exercícios neuromotores melhoram o equilíbrio dinâmico em jogadores de basquete. Embora, a certeza da evidência ainda seja muito baixa. Portanto, nossos dados devem ser interpretados com cautela.

Palavras chave: Extremidade inferior; Exercício pliométrico; Equilíbrio postural; Propriocepção.

Resumen

Objetivo: el propósito de esta revisión es evaluar el efecto de los ejercicios neuromotores de miembros inferiores sobre el equilibrio estático y dinámico en jugadores de baloncesto. **Métodos:** la estrategia de búsqueda se realizó en las siguientes bases de datos: Medline/Pubmed, LILACS, Scopus y PEDRO. La certeza de la evidencia se evaluó mediante GRADE para las direcciones posteromedial, posterolateral, anterior y valor compuesto del Star Excursion Balance Test. **Resultados:** la búsqueda inicial identificó 520 estudios. De ellos, seis estudios se incluyeron en esta revisión y tres de ellos se incluyeron en el metanálisis ($n = 64$). La evaluación GRADE indicó un nivel bajo de certeza de la evidencia para posteromedial (DM = 4,92 %; IC 95 % = -1,44 hasta 11,29; $P = 0,13$; $I^2 = 55\%$), posterolateral (DM = 6,08 %; IC 95 % = 2,76 hasta 9,40); $P = 0,0003$; $I^2 = 19\%$) y anterior (DM = 4,87%; IC 95%: 2,84 hasta 6,89; $p < 0,00001$; $I^2 = 0\%$) direcciones. Se encontró un nivel muy bajo de certeza de la evidencia para valor compuesto (DM = 6,42 %; IC 95 %: 5,03 hasta 7,82 $P < 0,00001$; $I^2 = 1\%$). **Conclusiones:** Ejercicios neuromotores mejoran o equilíbrio

dinâmico em jogadores de basquete. Embora, a certeza da evidência ainda seja muito baixa. Portanto, nossos dados devem ser interpretados com cautela.

Palabras clave: Extremidad inferior; Ejercicio pliométrico; Equilibrio postural; Propiocepción.

1. Introduction

Basketball is one of the most popular sports worldwide. Around 11% of the world population practices this modality (Harmer, 2005), and approximately seven to ten out of 1000 basketball athletes report injuries (Taylor et al., 2015). Evidence supports the inclusion of balance exercises to regular training of professional and amateur basketball players to improve motor skills and reduce injury frequency (Hrysomallis, 2007; T. A. McGuine et al., 2000; TA. McGuine & Keene, 2017).

Neuromotor exercises have been performed more frequently in basketball (Brachman et al., 2017). Neuromotor exercises are described by the American College of Sports Medicine as training that incorporates various motor activities, such as balance, coordination, gait, agility, and proprioceptive training. These exercises improve balance, agility, muscle strength, and reduce fall risk in older adults (Garber et al., 2011). However, few studies have investigated the benefits of neuromotor exercises in young adults, although some authors suggest that they may reduce injuries in athletes (Chodzko-Zajko et al., 1998).

Studies with male athletes of various sport modalities correlated balance with agility during sports gestures and demonstrated that balance control is essential for performance (Han et al., 2015; Notarnicola et al., 2015; Sekulic et al., 2013). In addition, a study with adolescent basketball players observed that the addition of neuromotor exercises (balance and plyometric training combined) to regular training was found to be a safe, feasible intervention and also was able to improve the athletes' balance and agility (Bouteraa et al., 2020). However, the effectiveness of neuromotor exercises in basketball is still unknown in adults.

Besides improving sports performance, neuromotor exercises have also been adopted to prevent lower limb injuries (Hrysomallis, 2007). Although some studies show gains in postural control and risk of injury for athletes who implement these exercises, most studies fail to analyze different sports modalities (Caldemeyer et al., 2020; Fitzgerald et al., 2000; Williams et al., 2016). Also, a study that focused on basketball players showed that a neuromotor exercise program with bodyweight

effectively improved awareness of static and dynamic joint positioning and postural control (Benis et al., 2016).

Although some evidence suggests the use of neuromotor exercises for athletes, literature lacks systematic reviews with meta-analysis regarding the effects of lower limb neuromotor exercises on balance in basketball athletes. Therefore, this systematic review aimed to review the available evidence regarding the effect of lower limb neuromotor exercises on static and dynamic balance in basketball players compared to other types of exercises.

2. Methodology

This systematic review was registered on PROSPERO (CRD42020177783) and described according to the Preferred Reporting terms for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) checklist (Liberati et al., 2009). Our guiding question was "Do neuromotor exercises improve balance in adult basketball players compared to other interventions or control group?". Inclusion and exclusion criteria followed the PICO framework (population, intervention, comparison, outcome, and type of study), as described below:

Population: studies investigating professional or amateur basketball players of both genders, aged between 18 and 50 years (studies that compared athletes with non-athletes and studies with athletes from various sport modalities were excluded).

Intervention: studies that used neuromotor exercises focused on lower limbs were included. We considered neuromotor: plyometric exercises, neuromuscular exercises, training performed on stable and unstable surfaces, proprioceptive training, functional training, and balance training.

Comparison: any treatment other than neuromotor exercise or no intervention (control).

Outcomes: the primary outcome was dynamic and static balance assessed using clinical tests (e.g., Romberg, one-leg balance test, star excursion balance test) or instrumental measurements of balance (e.g., force platform, balance platform, and stabilometry). The secondary outcome was the presence of adverse effects to neuromotor exercises (studies that did not assess balance as primary or secondary outcome were excluded).

Study design: randomized controlled trials or quasi-randomized trials.

2.1 SEARCH STRATEGY

The search strategy was based on the Cochrane handbook for systematic reviews of interventions (J. P. Higgins et al., 2019). Two authors (J.F. and V.O.)

performed the search strategy independently. Medline/Pubmed, LILACS, Scopus, and PEDro electronic databases were searched using the boolean operator AND on December 2021. The search was conducted using Medical Subject Headings (MeSH) and Health Sciences Descriptors (DeCS) and keywords. Details of the search strategy are shown in Table 1. The list of references from the selected articles were inspected for additional eligible studies. No limits on year of publication or language were used.

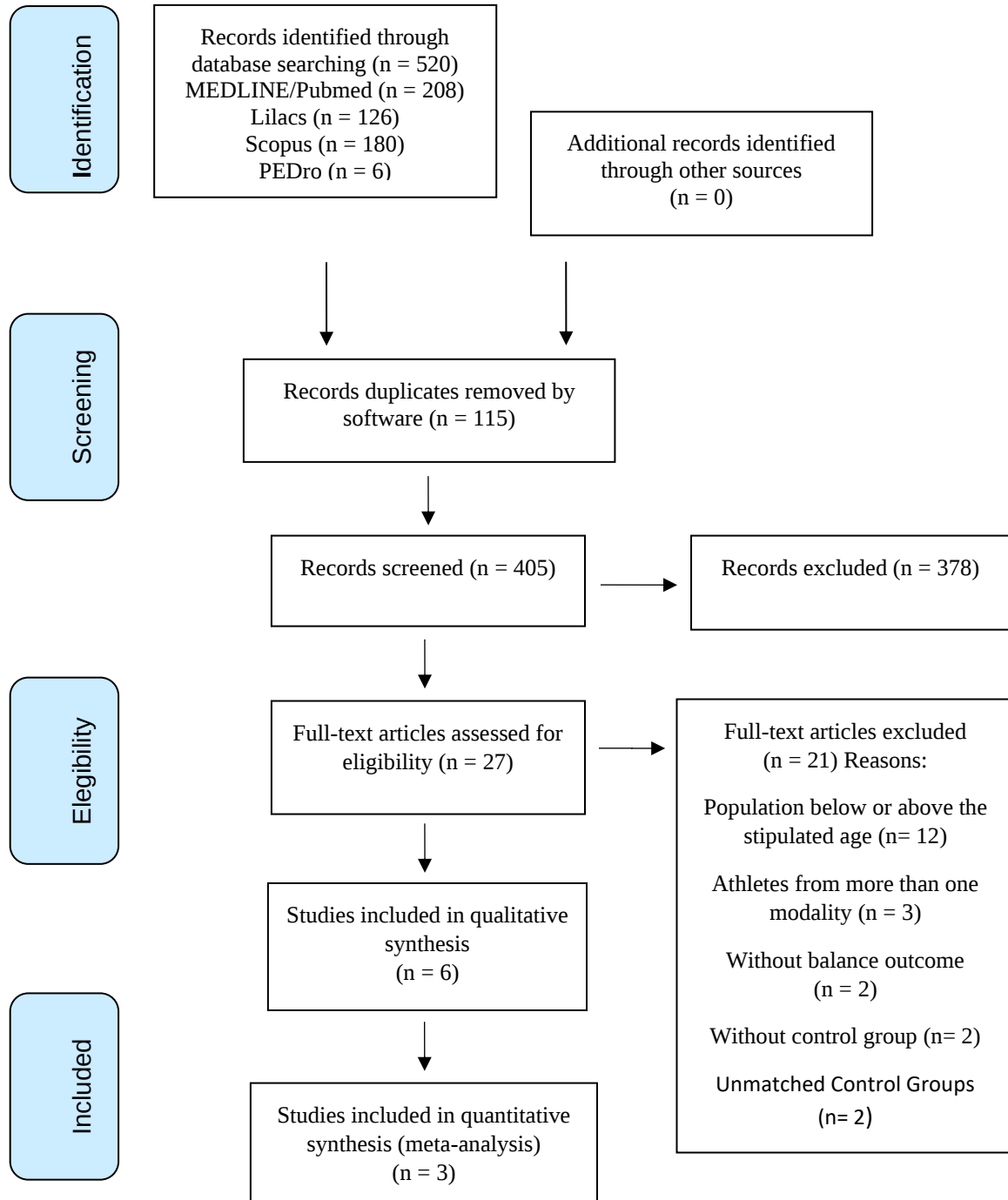
Table 1. Search strategies in each database to identify the effectiveness of neuromotor exercises on balance in basketball players.

Databases	Descriptors used	Findings
MEDLINE/Pubmed	#1 Basketball AND Postural Balance #2 Basketball AND Postural Balance AND lower limb stability #3 Basketball AND Postural Balance AND Proprioception	104 15 89 Total= 208
Lilacs	#1 Basketball AND Postural Balance #2 Basketball AND Postural Balance AND lower limb stability #3 Basketball AND Postural Balance AND Proprioception	108 5 13 Total= 126
Scopus	#1 Basketball AND Postural Balance #2 Basketball AND Postural Balance AND lower limb stability #3 Basketball AND Postural Balance AND Proprioception	116 46 18 Total= 180
PEDro	#1 Basketball* Postural Balance #2 Basketball* lower limb stability #3 Basketball AND Proprioception	2 3 1 Total= 6

2.2 STUDY SELECTION

Selected articles were organized in Mendeley® software, and duplicates were removed. Initially, titles and abstracts were independently evaluated by two authors (J.F. and V.O.). Articles that met inclusion criteria or eligibility was not clear based on the abstract, were selected for full-text reading. The final selection was decided by consensus between both authors (J.F. and V.O.). Study selection process is described in a flowchart based on PRISMA (Figure 1).

Fig. 1 Flowchart of selection steps of articles according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)



2.3 RISK OF BIAS ASSESSMENT

The Cochrane risk of bias (RoB 2) tool was used to assess the methodological quality of studies (J. P. T. Higgins et al., 2011). This tool covers six domains of bias in randomized trials: randomization process, deviations from intended interventions,

missing outcome data, measurement of the outcome, selection of the reported result, and overall. Two authors (J.F. and A.S.) independently filled out the questions for each domain by checking “yes”, “probably yes”, “probably not”, “no”, or “not reported”.

An algorithm was generated, and authors classified the risk of bias as high, low, or uncertain. RoB 2 considers a high risk of bias when at least one of the domains is identified as high risk or when multiple domains are classified as uncertain. To be considered uncertain, at least one domain must be identified as uncertain and no domain must be identified as high risk. To be considered low risk of bias, all domains must be identified as low risk (J. P. T. Higgins et al., 2019).

2.4 ASSESSMENT OF CERTAINTY OF EVIDENCE

The Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation (GRADE) was used to assess the certainty of evidence and implications for professional practice. Two authors (J.F. and A.S.) independently filled out questions regarding five domains: study design, risk of bias, inconsistency, indirectness and imprecision.

Certainty of evidence was classified as high, moderate, low, or very low. High level indicates that researchers are quite confident that the effect found in their study is close to the true effect. Moderate level indicates that the actual effect is likely to be close to the estimated effect. Low level of certainty indicates that confidence in the estimated effect is limited. Finally, very low level indicates little confidence in the effect (Balslem et al., 2011).

2.5 META-ANALYSIS

Meta-analysis was performed using studies that presented similar intervention protocols and balance assessments. Articles that assessed dynamic balance using the traditional or modified Star Excursion Balance Test (SEBT) were selected. SEBT is a reliable measure for identifying deficits in dynamic balance in patients with a variety of lower limb conditions (Gribble et al., 2012).

In traditional SEBT, athlete performs the greatest possible displacement of the lower limb in one-leg support in eight directions. The modified SEBT uses only three directions (anterior, posteromedial, and posterolateral). In addition to directions, it is possible to calculate a composite score (CS). In traditional SEBT, CS is calculated as the average of the eight directions (Goddard & Dickey, 2019). In modified SEBT, CS is calculated by adding the range distances of the three directions, dividing by three times the length of the lower limb, and multiplying by 100 (Plisky et al., 2006, 2009).

CS and subgroup analysis were performed for each direction of the modified SEBT. If included articles did not display all the necessary results for this analysis, we contacted the authors. Alternatively, we calculated CS when articles provided the required information to compute it.

Meta-analysis was performed using the Review Manager (RevMan) software (version 5.3; The Nordic Cochrane Centre, Copenhagen, Denmark). The mean difference of displacements was calculated, and a significance level of $P \leq 0.05$ was adopted. Heterogeneity was investigated using the heterogeneity index test (I²). Low heterogeneity was considered when $P \leq 0.05$ and I² values were up to 30%. I² values close to 50% indicate moderate heterogeneity, and close to 75% indicate high heterogeneity (J. P. Higgins et al., 2019; J. P. T. Higgins et al., 2019). In cases of heterogeneity between studies, an analysis of the effect of interest was performed using the random-effects model.

3. Results

As shown in Figure 1, the initial search identified 520 studies; however, 115 duplicates were removed. The remaining 405 studies were evaluated by title and abstract, of which 27 were selected for full-text reading. Of the 27 selected articles, six original articles (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016; Bonato et al., 2018; Cherni et al., 2019; Domeika et al., 2020) published between 2013 and 2020 met the eligibility criteria.

Of these six selected articles, five of them used the SEBT to assess dynamic balance and were initially identified as eligible for meta-analysis (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016; Bonato et al., 2018; Domeika et al., 2020). However, two did not present all the necessary data to perform the analysis (Benis et al., 2016; Domeika et al., 2020). One presented an intervention protocol that differed significantly from the other articles; it lasted 24 weeks (four times a week) (Bonato et al., 2018), while the other articles lasted between six and eight weeks (two to three times a week). We could contact the authors of one of the two articles with incomplete data (Benis et al., 2016). Therefore, the meta-analysis included three articles (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016). The characterization of the studies included in this review is described in Table 2.

Table 2. Characteristics of the studies included in the systematic review addressing the effect of neuromotor exercises on the balance of adult basketball players, 2013-2020.

Author, year (country)	Participants (gender, group, number and age)	Intervention Group	Comparison Group	Outcomes (assessment tool)	Results	Adverse effects
Asadi, 2013 (Irã)	Male					
	IG (n=10): 20.2 (SD 1.0) years CG (n=10): 20.1 (SD 1.5) years	<u>Plyometric training</u> (in-season): 55 min, 2x/week, for 6 weeks.	Standard technical and tactical training during the season: 90 min, 3x/week, for 6 weeks.	Dynamic balance (SEBT)	No significant improvement in IG ($p>0.05$) MD: A = -5.48, AM = 0.22, AL = -6.69, M = 5.31, L = -6.37, P = -4.2, PM = -0.66 and PL = -2.22	There were no adverse effects during the study period in IG or CG
Asadi; Villarreal; Arazi, 2015 (Irã)	Male					
	IG (n=8): 20.1 (SD 0.8) years CG(n=8): 20.5 (SD 0.3) years	<u>Plyometric training</u> (pre-season): 60 min, 2x/week, for 6 weeks.	Pre-season technical and tactical standard training (does not inform time, frequency and duration).	Dynamic balance (SEBT)	↑ significant in all directions of IG compared to CG ($p>0.05$), except PM and PL. MD: A = -5.48, AM = 0.22, AL = -6.69, M = 5.31, L = -6.37, P = -4.2, PM = -0.66 and PL = -2.22.	There were no adverse effects during the study period in IG or CG
Benis; Bonato; Torre, 2016 (Itália)	Female					
	IG (n=14): 20 (SD 2) years CG (n=14): 20 (SD 1) years	<u>Neuromuscular training</u> (during season): 30 min, 2x/week, for 8 weeks.	Standard technical and tactical training during the season (does not inform time, frequency and duration).	Dynamic balance (modified SEBT)	↑ significant was found in IG compared to CG ($p<0.05$) in the PM D direction (+4.1%), PM L (+10%), CS R (+7.1%) and CS L (+7.3%).	There were no adverse effects during the study period in IG or CG
Bonato; Benis; Torre, 2018 (Itália)	Female					
	IG (n=86): 20 (SD 2) years CG (n=74): 20	<u>Neuromuscular training</u> (during season): 30 min, 4x/week, for 24 weeks.	Standard technical and tactical training during the season (does not inform time, frequency and duration).	Dynamic balance (modified SEBT)	↑ significant was found in IG compared to CG ($p<0.05$) CS R (+3.7%) and CS L (+2.3%).	93 lower limb injuries were reported during the season: IG = 25; CG = 68

	(SD 1) years					
	Female					
Cherni et al, 2019 (Tunisia)	IG (n=13): 20.9 (SD 2.6) years CG (n=12): 21 (SD 3) years	<u>Plyometric training</u> (in-season): 2x/week for 8 weeks (does not inform training time).	Standard technical and tactical training during the season: 5x/week.	Static and dynamic balance (force platform)	Static balance: ↓ length of EO path ($p<0.05$), with no significant differences in the anteroposterior plane ($p>0.05$). Dynamic balance (mid-lateral plane): ↓ length of EO path ($p<0.05$); ↓ surface area and CE velocity ($p<0.05$)	A quadriceps muscle tearing injury during training (CG) has been reported
	Male					
Domeika et al, 2020 (Lituania)	IG (n=17) e CG (n=14): 21.3 (SD 0.6) years	<u>Proprioceptive training</u> (does not inform season): 140 min, 3x/week, for 8 weeks.	Standard technical and tactical training (does not inform time, frequency and duration).	Static and dynamic balance (balance platform and modified SEBT)	Static balance: no significant improvement ($p>0.05$). Dynamic balance: ↑ significant ($p<0.05$) IG compared to CG for CS R (+6.42%). No significant difference ($p>0.05$) in CS L	not investigated

n= Number of participants; **IG**= Intervention Group; **CG**= Comparison Group; **SD** = standard deviation; **min**= minutes; **SEBT**= Star Excursion Balance Test; ↑ = Increase; ↓= Reduction; **A**= Anterior; **AM**= Anteromedial; **AL**= Anterolateral; **M**= Medial; **L**= Lateral; **P**= Posterior; **PM**= Posteromedial; **PL**= Posterolateral; **R**= Right; **L**= Left; **CS** = composite score; **EO**= Eyes open; **CE**= Closed eyes; **LLL**= left lower limb; **RLL**= right lower limb; **MD**= Mean difference.

3.1 RISK OF BIAS ASSESSMENT

Of the six articles included in this review, two were at high risk of bias (Asadi, 2013; Domeika et al., 2020) and four were at moderate risk of bias (Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016; Bonato et al., 2018; Cherni et al., 2019). All studies showed flaws in the randomization process, either due to lack of information or because they did not follow good randomization standards (Benis et al., 2016). Methodological limitations of each study and its evaluated components are shown in Figure 2.

Fig. 2 Assessing the risk of bias of the studies included in the review using the Cochrane RoB 2 Collaborative Tool, 2013-2020.



YBT = Y Balance Test; **CMJ** = Counter Movement Jump; **SEBT** = Star Excursion Balance Test.

3.2 BALANCE

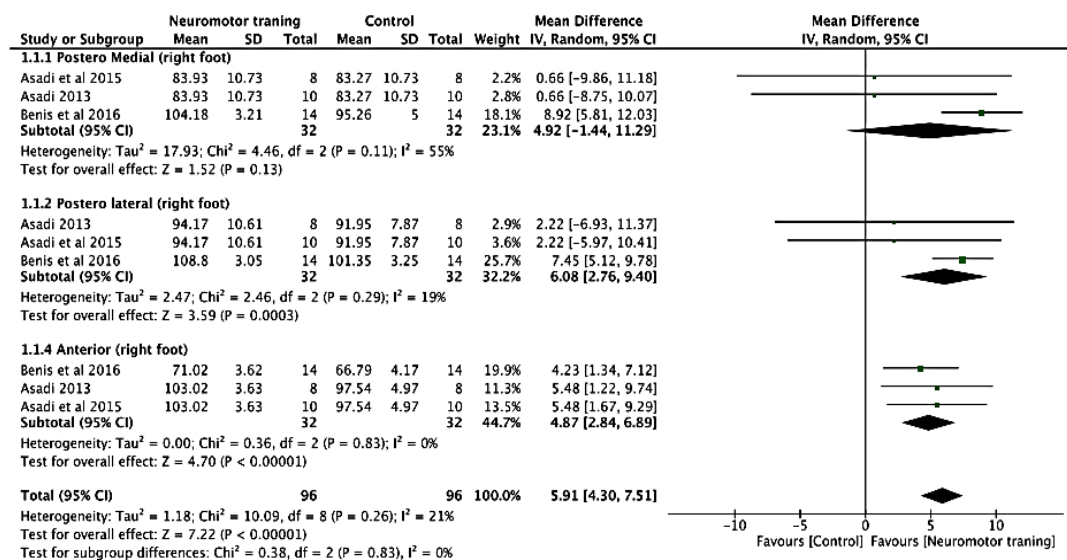
The main outcome for this review was balance and its possible changes immediately after the end of neuromotor exercises. Included articles performed plyometric, neuromuscular, and proprioceptive training protocols. This review included 280 adult basketball players, about 76.07% of the total population were female. Balance was assessment using the traditional SEBT (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015), modified SEBT (Benis et al., 2016; Bonato et al., 2018; Domeika et al., 2020), or force platform (Cherni et al., 2019; Domeika et al., 2020).

Only one study assessed static balance (Cherni et al., 2019). Of the variables analyzed from the force platform (surface area, path length, and speed), only the “path length with open eyes” variable showed significant change ($P = 0.038$, $d = 0.937$), favoring the experimental group when compared to control.

All articles showed dynamic balance improvement in basketball players after neuromotor exercises compared to control group (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016; Bonato et al., 2018; Cherni et al., 2019; Domeika et al., 2020).

However, one of the articles did not show significant balance improvement ($P > 0.05$) (Asadi et al., 2013). Neuromotor training varied regarding intervention duration (between 30 and 140 minutes) (Bonato et al., 2018; Domeika et al., 2020), frequency (two to four times a week) (Asadi, 2013; Bonato et al., 2018), and training exposure time (six to 24 weeks) (Asadi, 2013; Bonato et al., 2018). Further details are described in Table 2. A meta-analysis was performed with the main displacements of the modified SEBT: anterior, posterolateral, and posteromedial (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016) (Figure 3).

Fig 3. Forest plot to identify whether neuromotor exercises alter the displacements of the Anterior, Postero-Lateral, Postero-Medial directions of basketball athletes, 2013-2016.



3.2.1 POSTEROMEDIAL DISPLACEMENT

The mean difference for posteromedial displacement was 4.92%, with no statistical difference between groups (64 participants; MD = 4.92%; 95% CI = -1.44 to 11.29; random effect; $P = 0.13$; $I^2 = 55\%$) (Figure 3). GRADE evaluation indicated low level of certainty of evidence for posteromedial displacement (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016). Risk of bias, inconsistency and imprecision presented serious limitations (Figure 4).

Fig 4. Level of certainty of evidence assessed by the GRADE system comparing motor control with tactical training in basketball players, 2013-2020.

Certainty assessment							Nº of patients		Effect		Certainty
Nº of studies	Study design	Risk of bias	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Other considerations	Motor control	Tactical training	Relative (95% CI)	Absolute (95% CI)	

Motor control (assessed with: Posteromedial (right foot))

3	Randomised trials	Serious (a)	Serious (b)	Not serious	Serious (c)	All plausible residual confounding would reduce the demonstrated effect	32	32	-	MD = 4.92%; 95% CI = -1.44 to 11.29	⊕⊕○ ○ Low
---	-------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---	----	----	---	-------------------------------------	-----------------

Motor Control (assessed with: Posterolateral (right foot))

3	Randomised trials	Serious (a)	Serious (b)	Not serious	Serious (c)	All plausible residual confounding would reduce the demonstrated effect	32	32	-	MD = 6.08%; 95% CI = 2.76 to 9.40	⊕⊕○ ○ Low
---	-------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---	----	----	---	-----------------------------------	-----------------

Motor control (assessed with: Anterior (right foot))

3	Randomised trials	Serious (a)	Serious (b)	Not serious	Serious (c)	All plausible residual confounding would reduce the demonstrated effect	32	32	-	MD = 4.87%; 95% CI: 2.84 to 6.89	⊕⊕○ ○ Low
---	-------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---	----	----	---	----------------------------------	-----------------

Motor control (assessed with: composite score)

5	Randomised trials	Very serious (a)	Serious (d)	Not serious	Serious (e)	None	135	120	-	MD = 6.42%; 95% CI: 5.03 to 7.82 (f)	⊕○○ ○ Very low
---	-------------------	------------------	-------------	-------------	-------------	------	-----	-----	---	--------------------------------------	----------------------

CI: confidence interval; MD: mean difference

Explanations: (a) One study (Asadi 2013) presented high risk of bias. (b) One study (Benis et al 2016) presented difference between groups, while the others studies didn't present. (c) $I^2 = 50\%$. (d) One Study (Domeika et al) presented results higher than the others studies. (e) There is a heterogeneity across studies. (f) Mean difference calculated from the following studies: Asadi 2013; Asadi et al. 2015; Benis et al. 2016.

3.2.2 POSTEROLATERAL DISPLACEMENT

Meta-analysis showed that basketball players who performed neuromotor exercises improved posterolateral displacement with a mean difference of 6.08% (64 participants; MD = 6.08%; 95% CI = 2.76 to 9.40; random effect; $P = 0.0003$; $I^2 = 19\%$) (Figure 3). GRADE evaluation showed low level of certainty of evidence for posterolateral displacement (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016). Risk of bias, inconsistency and imprecision presented serious limitations (Figure 4).

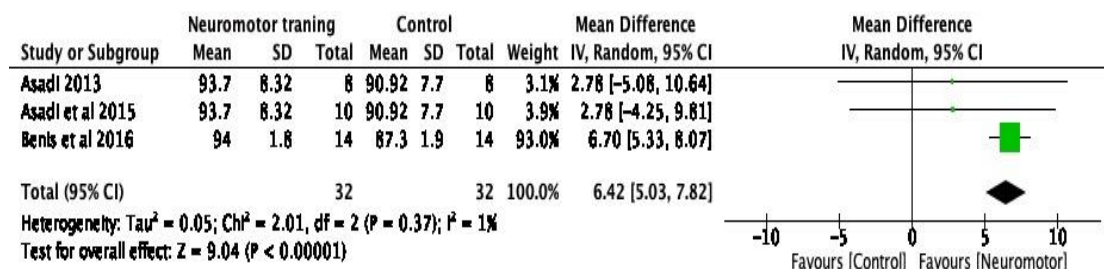
3.2.3 ANTERIOR DISPLACEMENT

The mean difference for anterior displacement was 4.87% (64 participants; MD = 4.87%; 95% CI: 2.84 to 6.89; random effect; $P < 0.00001$; $I^2 = 0\%$) (Figure 3). GRADE evaluation showed a low level of certainty of evidence for anterior displacement (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016). Risk of bias, inconsistency and imprecision presented serious limitations (Figure 4).

3.2.4 COMPOSITE SCORE

The meta-analysis of CS showed that neuromotor exercises improved 6.42% (64 participants; MD = 6.42%; 95% CI: 5.03 to 7.82; random effect; $P < 0.00001$; $I^2 = 1\%$) of dynamic balance in basketball players compared to control group (Figure 5). Three studies assessed CS (Benis et al., 2016; Bonato et al., 2018; Domeika et al., 2020). However, two presented data from which the author of this review was able to calculate (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015). Therefore, the assessment of the quality of evidence of CS was performed in five studies using GRADE (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016; Bonato et al., 2018; Domeika et al., 2020). Certainty of evidence of CS was classified as very low. Risk of bias had very serious limitations. Inconsistency and imprecision domains had serious limitations (Figure 4).

Fig 5. Forest plot to identify whether neuromotor exercises alter the dynamic balance (composite score) of basketball athletes, 2013-2016.



3.3 STATIC BALANCE

Two studies assessed static balance (Cherni et al., 2019; Domeika et al., 2020). In Cherni et al. (2019), intervention reduced the path length when athletes were with eyes open. However, postural control of the anterior plane did not differ between groups. Risk of bias of this study was uncertain according to RoB 2 tool. Domeika et al. (2020) found no significant improvement in static balance using a force platform and the risk of bias was high.

3.4 ADVERSE EFFECTS

Neuromotor exercises and tests seemed to be well tolerated by athletes in three studies (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016). Bonato, Benis, and Torre (2018) observed a total of 93 injuries during basketball season (25 in the intervention group and 98 in the control group). Cherni et al. (2019) excluded one athlete from the control group due to a quadriceps muscle tearing injury. Domeika et al. (2020) did not report any type of adverse effects (Table 2).

4. Discussion

The main finding of this review was that neuromotor exercises during basketball practice improved dynamic balance in basketball players. However, the level of certainty is still very low. Therefore, results must be interpreted with caution.

In the meta-analysis, the posteromedial, posterolateral, and anterior directions had a mean difference of 4.92%, 6.08%, and 4.87%, respectively. The minimum detectable change (MDC), the smallest amount of change outside the instrument's measurement error in a study performed with healthy adults (van Lieshout et al., 2016) for the posteromedial, posterolateral, and anterior directions, was 10.3%, 12.3%, 4.4%, respectively. Thus, only the anterior direction presented results above the MDC among the three directions. This result distinguishes the values obtained from the SEBT test from possible measurement errors. A study conducted on college athletes emphasizes the importance of evaluating asymmetries in the anterior distance reach of SEBT because it may help identify athletes at risk of suffering non-contact knee or ankle injuries (Stiffler et al., 2017).

Meta-analysis showed a mean difference of CS of 6.42% for three studies (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016). Certainty of evidence of CS covered more studies (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016; Bonato et al., 2018; Domeika et al., 2020) and was very low. Risk of bias had very serious

limitations due to a study that had a high risk of bias (Asadi, 2013); inconsistency had serious limitations due to a study that showed higher results than the other studies (Domeika et al., 2020); and imprecision presented serious limitations, as there is heterogeneity between studies, thus requiring careful analysis of the CS.

MDC for CS found by van Lieshout et al (2016) is 6.9%, a value slightly above the one found in our review, but within the confidence interval (95% CI: 5.03, 7.82). Thus, dynamic balance of basketball players improved, but not enough to reach MDC. It is worth mentioning that the risk of bias assessed by the RoB 2 tool was high for Asadi (2013) and Domeika et al. (2020). Participants from both studies were aware of their assigned intervention group, and authors did not clearly report information about missing data.

Two studies (Cherni et al., 2019; Domeika et al., 2020) evaluated static balance, and their results do not support the implementation of neuromotor exercises. One of the possible explanations is that exercises used in these studies were focused on dynamic balance training, such as the plyometric exercises (jumping) (Cherni et al., 2019), and exercises on an unstable platform (Domeika et al., 2020). Another factor that may have interfered with the result is that one study did not provide information about the randomization process or allocation (Domeika et al., 2020). Failures in randomization and allocation strategy can generate incomparable groups regarding known and unknown baseline risk factors (Downs et al., 2010).

Plyometric training was used in three studies (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Cherni et al., 2019). Although variables commonly studied in response to periodized training programs are strength, speed, and muscle power, plyometric training has also been shown to improve postural control and balance. Plyometric exercises may increase neuromuscular coordination by training the nervous system, thus building automated movements during the activity. Therefore, increase in neural efficiency and neuromuscular performance justify the choice of this type of training (Davies et al., 2015; Petushek Luke R.; Ebben William P., 2010).

Neuromuscular and proprioceptive exercises were also observed in this review. These exercises have been frequently used to reduce the risk of lower limb injuries. Neuromuscular exercise mainly focuses on intrinsic risk factors such as previous injuries, reduced strength, flexibility, and balance. Proprioceptive exercise focuses on improving or restoring sensorimotor function (Aman et al., 2015; Emery et al., 2015;

Mohammadi, 2007).

No adverse effects of neuromotor exercises were found. However, Benis, Bonato, and Torre (2016) observed a total of 93 injuries in lower limbs during the season (24 weeks), mainly in the control group. This may suggest a possible reduction in the risk of injury in athletes who received neuromotor training since poor balance has been associated with increased risk of ankle injury in some sports (e.g., soccer, basketball, and football).

To the best of our knowledge, there is no systematic review of the effects of neuromotor exercise on basketball players. The available studies include diversified sport modalities, and players are not from the same group age, which limit the generalization to basketball players.

This systematic review has some limitations that must be considered. Training protocols were heterogeneous among studies, some studies were missing data, or the available data was unclear. To minimize these limitations, we grouped similar treatment protocols and contacted authors of articles with missing data to obtain more information. However, we only received response from one author (Benis et al., 2016). Consequently, our meta-analysis was restricted to a few studies (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016).

This strength of this review is the meta-analysis statistical technique, assessment of confounding factors, assessment of certainty of evidence (GRADE), isolation of a sport and age group, and low risk of bias in measuring results. All studies presented efficient outcome measurement to assess dynamic balance, except Domeika et al. (2020), which results might be influenced by the fact that evaluators were aware of the group participants were assigned (Asadi, 2013; Asadi et al., 2015; Benis et al., 2016; Bonato et al., 2018; Cherni et al., 2019; Domeika et al., 2020). The inclusion of studies that used the SEBT, a reliable and easy to reproduce test, is also a strength (Plisky et al., 2006). Force platform is also a reliable method. However, it needs experienced evaluators and has a high cost (Alonso et al., 2014).

Future studies on neuromotor exercises in basketball players should control selection bias respecting randomization and allocation into groups processes. Also, reporting bias should be controlled to reduce selective reporting of outcomes and results. In addition, it would be important to monitor players after the intervention period to evaluate the long-term effect of neuromotor exercises.

Neuromotor exercises seem to improve dynamic balance in basketball athletes, and they can be easily introduced into the athletes' training routine. It is important to highlight that balance should be assessed as an evolution parameter in basketball players. SEBT is an easy-to-reproduce test that can be easily introduced into clinical practice.

5. Conclusion

Our main finding was that neuromotor exercises for lower limbs improve dynamic balance in basketball players. Given the results found, we suggest to our readers/researchers the implementation of this type of exercise in the practice of basketball players. The improvement of the dynamic balance may result in better performance during changes in directions required by the sport and may reduce the risk of non-contact injuries to the lower limbs. However, the certainty of evidence is still very low. Therefore, our data should be cautiously interpreted.

References

- Alonso, A. C., Luna, N. M., Dionísio, F. N., Speciali, D. S., Leme, L. E. G., & Greve, J. M. D. (2014). Functional Balance Assessment: review. *Medical Express*, 1(6), 298–301. <https://doi.org/10.5935/medicalexpress.2014.06.03>
- Aman, J. E., Elangovan, N., Yeh, I.-L. L., & Konczak, J. J. (2015). The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(JAN), 1075. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.01075>
- Asadi, A. (2013). Effects of in-season plyometric training on sprint and balance performance in basketball players. *Sport Science*, 6(1), 24–27.
- Asadi, A., Saez De Villarreal, E., & Arazi, H. (2015). The Effects of Plyometric Type Neuromuscular Training on Postural Control Performance of Male Team Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000832>
- Balshem, H., Helfand, M., J Schünemann, H., D Oxman, A., Kunz, R., Brozek, J., E Vist, G., Falck-Ytter, Y., Meerpohl, J., Norris, S., & H Guyatt, G. (2011). GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(4), 401–406. <https://doi.org/10.1016/J.JCLINEPI.2010.07.015>
- Benis, R., Bonato, M., & la Torre, A. la. (2016). Elite Female Basketball Players' Body-Weight Neuromuscular Training and Performance on the Y-Balance Test. *Journal of Athletic Training*, 51(9), 688–695. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.12.03>
- Bonato, M., Benis, R., & la Torre, A. (2018). Neuromuscular training reduces lower limb injuries in elite female basketball players. A cluster randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(4), 1451–1460. <https://doi.org/10.1111/sms.13034>
- Bouteraa, I., Negra, Y., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2020). Effects of Combined Balance and Plyometric Training on Athletic Performance in Female Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(7), 1967–1973. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002546>
- Brachman, A., Kamieniarz, A., Michalska, J., Pawłowski, M., Słomka, K. J., & Juras, G. (2017). Balance Training Programs in Athletes-A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 45–64. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0088>
- Caldemeyer, L. E., Brown, S. M., & Mulcahey, M. K. (2020). Neuromuscular training for the prevention of ankle sprains in female athletes: a systematic review. *Physician*

- and Sportsmedicine, 48(4), 363–369.
<https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1732246>
- Cherni, Y., Jlid, M. C., Mehrez, H., Shephard, R. J., Paillard, T., Chelly, M. S., & Hermassi, S. (2019). Eight weeks of plyometric training improves ability to change direction and dynamic postural control in female basketball players. *Frontiers in Physiology*, 10(JUN). <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00726>
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. In *Medicine and science in sports and exercise* (Vol. 30, Issue 6, pp. 992–1008). Med Sci Sports Exerc. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c>
- Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760–786.
- Domeika, A., Slapšinskaitė, A., Razon, S., Šiupšinskas, L., Klizienė, I., & Dubosienė, M. (2020). Effects of an 8-week basketball-specific proprioceptive training with a single-plane instability balance platform. *Technology and Health Care*, 1–11. <https://doi.org/10.3233/thc-208002>
- Downs, M., Tucker, K., Christ-Schmidt, H., & Wittes, J. (2010). Some practical problems in implementing randomization. *Clinical Trials*, 7(3), 235–245. <https://doi.org/10.1177/1740774510368300>
- Emery, C. A., Roy, T. O., Whittaker, J. L., Nettel-Aguirre, A., & van Mechelen, W. (2015). Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 865–870. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094639>
- Fitzgerald, G. K., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2000). The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physical active individuals. 128–140. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.2.128>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213febf>

- Goddard, E. C., & Dickey, J. P. (2019). Exercise Acutely Improves Dynamic Balance in Individuals with Unilateral Knee Osteoarthritis. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 7(1), 5–11.
- Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 339–357. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>
- Han, J., Anson, J., Waddington, G., Adams, R., & Liu, Y. (2015). The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. *BioMed Research International*, 2015, 842804. <https://doi.org/10.1155/2015/842804>
- Harmer, P. A. (2005). Basketball Injuries. In *Epidemiology of Pediatric Sports Injuries* (Vol. 49, pp. 31–61). KARGER. <https://doi.org/10.1159/000085341>
- Higgins, J. P. T., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Jüni, P., Moher, D., Oxman, A. D., Savović, J., Schulz, K. F., Weeks, L., & Sterne, J. A. C. (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ (Online)*, 343(7829). <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>
- Higgins, J. P. T., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., & Sterne, J. A. C. (2019). Assessing risk of bias in a randomized trial. In *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (pp. 205–228). wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119536604.ch8>
- Higgins, J. P., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (2019). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Hrysomallis, C. (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine*, 37(6), 547–556.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. In *PLoS Medicine* (Vol. 6, Issue 7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- McGuine, T. A., Greene, J. J., Best, T., & Leverson, G. (2000). Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(4), 239–244. <https://doi.org/10.1097/00042752-200010000-00003>

- McGuine, TA., & Keene, JS. (2017). The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes: *Am J Sports Med*, 34(7), 1103–1111.
- Mohammadi, F. (2007). Comparison of 3 preventive methods to reduce the recurrence of ankle inversion sprains in male soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 35(6), 922–926. <https://doi.org/10.1177/0363546507299259>
- Notarnicola, A., Maccagnano, G., Tafuri, S., Pesce, V., Digiglio, D., & Moretti, B. (2015). Effects of training on postural stability in young basketball players. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 5(4), 310–315. <https://doi.org/10.11138/mltj/2015.5.4.310>
- Petushek Luke R.; Ebben William P., E. J.; G. (2010). Force, velocity, and power adaptations in response to a periodized plyometric training program. 28 International Conference on Biomechanics in Sports.
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT*, 4(2), 92–99.
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911–919. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 802–811. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2cb0>
- Stiffler, M. R., Bell, D. R., Sanfilippo, J. L., Hetzel, S. J., Pickett, K. A., & Heidarscheit, B. C. (2017). Star Excursion Balance Test Anterior Asymmetry Is Associated With Injury Status in Division I Collegiate Athletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(5), 339–346.
- Taylor, J. B., Ford, K. R., Nguyen, A.-D., Terry, L. N., & Hegedus, E. J. (2015). Prevention of Lower Extremity Injuries in Basketball. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 7(5), 392–398. <https://doi.org/10.1177/1941738115593441>
- van Lieshout, R., Reijneveld, E. A. E., van den Berg, S. M., Haerkens, G. M., Koenders, N. H., de Leeuw, A. J., van Oorsouw, R. G., Paap, D., Scheffer, E., Weterings, S., &

Stukstette, M. J. (2016). Reproducibility of the modified star excursion balance test composite and specific reach direction scores. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(3), 356–365.

Williams, D. S. B. B., Murray, N. G., & Powell, D. W. (2016). Athletes who train on unstable compared to stable surfaces exhibit unique postural control strategies in response to balance perturbations. 5(1), 70–76.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.01.010>

APÊNDICE B – Occurrence and severity of neck disability in individuals with different types of temporomandibular disorder

Publicado em fevereiro de 2021 no *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* (fator de impacto: 1,895; Qualis A3)

Oral and Maxillofacial Surgery
<https://doi.org/10.1007/s10006-021-00943-1>

ORIGINAL ARTICLE



Occurrence and severity of neck disability in individuals with different types of temporomandibular disorder

Isaac Newton de Abreu Figueirêdo¹ • Maria das Graças de Araújo¹ • Jader Barbosa Fonseca¹ • Carolina Natália Lima Vieira¹ • Juliana Avelino Santiago¹ • Catarina Nicácio dos Santos¹ • Carla Raquel de Melo Daher¹ • Ana Paula Lima Ferreira^{1,2}

Received: 1 June 2020 / Accepted: 17 January 2021

© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH, DE part of Springer Nature 2021

Abstract

Background Healthcare professionals need to know the degree of disability and severity of their patients to determine actions and therapy needed to minimize potential harm, improve their patient condition, and maximize clinical outcomes.

Objectives To evaluate the occurrence and severity of neck disability in individuals with muscular, joint, and mixed temporomandibular disorder (TMD).

Materials and methods Cross-sectional study with individuals divided into four groups: muscular TMD ($n=20$), joint TMD ($n=20$), mixed TMD ($n=20$) and control ($n=20$). For diagnosis and classification of TMD, it was used the Research Diagnostic Criteria (RDC) and to assess the severity of neck dysfunction the Neck Disability Index (NDI).

Results Moderate neck disability was frequent in all individuals with TMD; high scores of neck disability index were evidenced in the mixed and joint TMD groups; there was a moderate positive correlation between the severity of neck disability and TMD severity ($r=0.7$; $CI=0.32-0.78$; $p<0.03$).

Conclusion The gravity of neck disability and the severity of TMD are directly proportional in the group of individuals with mixed TMD.

APÊNDICE C – Prevalence and factors associated with injuries in recreational runners: a cross-sectional study

Publicado em junho de 2020 (fator de impacto: 0,589; Qualis B2)

PREVALENCE AND FACTORS ASSOCIATED WITH INJURIES IN RECREATIONAL RUNNERS: A CROSS-SECTIONAL STUDY

PREVALÊNCIA E FATORES ASSOCIADOS ÀS LESÕES EM CORREDORES AMADORES:
UM ESTUDO TRANSVERSAL

PREVALENCIA Y FACTORES ASOCIADOS A LESIONES EN CORREDORES AFICIONADOS:
UN ESTUDIO TRANSVERSAL



ORIGINAL ARTICLE
ARTIGO ORIGINAL
ARTÍCULO ORIGINAL

Maria Eduarda Ferreira Costa¹
(Physiotherapist)
Jader Barbosa Fonseca²
(Physiotherapist)
Ana Izabela Sobral de Oliveira³
(Physiotherapist)
Kryslly Danielle de Amorim Cabral¹
(Physiotherapist)
Maria das Graças Rodrigues de Araújo⁴ (Physiotherapist)
Ana Paula de Lima Ferreira⁴
(Physiotherapist)

1. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brazil.
2. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Postgraduate Program in Physiotherapy, Recife, PE, Brazil.
3. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Postgraduate Program in Physiotherapy, Recife, PE, Brazil.
4. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Postgraduate Program in Physiotherapy, Recife, PE, Brazil.

ABSTRACT

Introduction: The increased number of people who choose running as a form of exercise has been associated with a higher prevalence of musculoskeletal injuries. **Objectives:** To determine the prevalence and the factors that could be correlated with injuries among amateur runners in Recife, in the State of Pernambuco (PE), Brazil. **Methods:** An observational, cross-sectional study, in which 300 (three hundred) amateur runners answered a social demographic questionnaire, as well as questions about training characteristics, footstrike and landing pattern, and history of running injuries. The data were analyzed by descriptive statistics, the student-t test to compare means, and the Chi-squared to compare prevalences. **Results:** The prevalence of injuries amongst runners in Recife-PE was 58.5% (n= 175), the knee being the most commonly injured site (37.3%). In both groups - runners with and without injuries - there was a higher number of male runners, with 72.4% and 72.6% respectively. There was no difference in relation to the weekly frequency of running between the groups (p<0.63). However, runners with a history of injuries ran around 7 kmh a week more than the runners without injuries (p<0.03). A neutral footstrike (F=0.87; p=0.99) and hindfoot landing (F=4.13; p=0.90) were the most reported running patterns in both groups. It was found that wear was the main criterion used for changing running shoes in both groups (F = 8.35, p = 0.4). **Conclusion:** There was a high prevalence of musculoskeletal injuries among amateur runners in Recife-PE. Among the factors associated with the injuries, one variable was significant: a higher weekly volume of training. **Level of evidence II; Study type: Cross-sectional study.**

Keywords: Running; Epidemiology; Injuries.