

Valgo dinâmico de joelho e desempenho de salto entre atletas jovens de voleibol: um estudo preliminar

Caroline Binow Moreira¹ Karine Jacon Sarro² Claudio André Barbosa de Lira³ Hudson Renato de Paula Oliveira¹ Weverton Rufo-Tavares¹ Marilia dos Santos Andrade⁴ Rodrilo Luiz Vancini¹ 

RESUMO

Objetivo: O valgo dinâmico de joelho é uma disfunção de movimento muito comum entre os atletas de vôlei, sendo fator de risco para lesões nessa articulação, o que poderia impactar negativamente a produção de potência muscular. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da lateralidade do valgo dinâmico de joelho (uni- vs. bi-lateral) no desempenho do salto horizontal de atletas jovens de vôlei. **Metodologia:** Para tanto, foram selecionados 22 atletas de voleibol competitivos (oito do sexo masculino e 14 do feminino) que foram divididos nos grupos: valgo de joelho unilateral [VU - n=10, idade (anos): 13,7±1,4; massa corporal (kg): 56,9±12,9; estatura (cm): 163,5±9,2] e bilateral [VB - n=12, idade (anos): 13,6±2,3; massa corporal (kg): 52,8±13,8; estatura (cm): 165,91±8,65]. Os atletas realizaram três saltos horizontais e as distâncias horizontais obtidas (a melhor de três tentativas em cm) foram submetidas ao teste t para amostras independentes para verificar diferenças entre os grupos VU e VB. **Resultados e discussão:** Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos VU vs. VB no teste de salto horizontal (VU: 166,2 ± 22,0 cm; VB: 162,6 ± 21,3 cm; p=0,703). **Conclusão:** Na casuística do presente estudo, a presença do valgo dinâmico de joelho/lateralidade não se mostrou um fator que pode influenciar no desempenho físico, particularmente da potência muscular de membros inferiores avaliada através de testes de salto horizontal, de atletas jovens de voleibol.

Palavras-chave: Treinamento esportivo. Desempenho atlético. Força muscular.

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Educação Física e Desportos, Vitória - ES, Brasil.

² Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física, Campinas - SP, Brasil.

³ Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Educação Física e Dança, Setor de Fisiologia Humana e do Exercício, Goiânia - GO, Brasil.

⁴ Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Fisiologia, São Paulo - SP, Brasil.

Correspondência:

Rodrigo Luiz Vancini. Centro de Educação Física e Desportos (CEFD), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Universitário, Av. Fernando Ferrari, 514, CEP 29075810, Goiabeiras, Vitória - ES, Email: rodrigoluizvancini@gmail.com

Recebido em: 23 abr. 2018

Aprovado em: 14 fev. 2019

Dynamic knee valgo and jumping performance among young volleyball athletes: a preliminary study

ABSTRACT

Objective: Dynamic knee valgus is a common movement disorder among volleyball athletes, being a risk factor for injuries of this joint, which could negatively impact the production of muscular power. Thus, the aim of this study was to evaluate the influence of dynamic knee valgus laterality (uni- vs. bi-lateral) on the performance of horizontal jumping of young volleyball players. **Method:** To that end, 22 competitive volleyball athletes (eight males and 14 females) were selected and divided into the following groups: unilateral knee valgus [VU - n = 10, age (years): 13.7 ± 1.4 ; body mass (kg): 56.9 ± 12.9 ; 163.5 ± 9.2] and bilateral [VB - n = 12, age (years): 13.6 ± 2.3 ; body mass (kg): 52.8 ± 13.8 ; stature (cm): 165.91 ± 8.65]. The athletes performed three horizontal jumps and the horizontal distances obtained (the best three attempts in cm) were submitted to statistical analysis (t-test for independent samples) to verify differences between the VU and VB groups. **Results and discussion:** There were no significant differences between VU vs. VU groups (VU: 166.2 ± 22.0 ; VB: 162.6 ± 21.3); $p = 0.703$). **Conclusion:** In the present study, the presence of dynamic knee valgus/laterality was not a factor that could influence the physical performance, particularly of the muscular power of lower limbs evaluated by jumping tests of young athletes of volleyball.

Keywords: Sports Training. Athletic Performance. Muscle strength.

Valgo dinámico de rodilla y rendimiento de salto entre atletas jóvenes de voleibol: un estudio preliminar

RESUMEN

Objetivo: El valgo dinámico de rodilla es una disfunción de movimiento muy común entre los atletas de voleibol, siendo factor de riesgo para lesiones en esta articulación, lo que podría impactar negativamente la producción de potencia muscular. De esta forma, el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la lateralidad del valgo dinámico de rodilla (uni- frente bi-lateral) en el desempeño de lo salto horizontal de atletas jóvenes de voleibol. **Metodología:** Para ello, se seleccionaron 22 atletas de voleibol competitivos (ocho del sexo masculino y 14 del femenino) que fueron divididos en los grupos: valgo de rodilla unilateral [VU - n = 10, edad (años): $13,7 \pm 1,4$; masa corporal (kg): $56,9 \pm 12,9$; (cm): $163,5 \pm 9,2$] y bilateral [VB - n = 12, edad (años): $13,6 \pm 2,3$; masa corporal (kg): $52,8 \pm 13,8$; (cm): $165,91 \pm 8,65$]. Los atletas realizaron tres saltos horizontales y las distancias horizontales obtenidas (la mejor tres tentativas en cm) fueron sometidas al análisis estadístico (prueba t para muestras independientes) para comprobar las diferencias entre los grupos VU y VB. **Resultados y Discusión:** No se observaron diferencias significativas entre los grupos VU vs. VB (VU: $166,2 \pm 22,0$; VB: $162,6 \pm 21,3$; $p = 0,703$). **Conclusión:** En la casuística presente estudio, la presencia del valgo dinámico de rodilla/lateralidad no se mostró un factor que puede influenciar en el desempeño físico, particularmente de la potencia muscular de miembros inferiores evaluada a través de pruebas de salto, de atletas jóvenes de voleibol.

Palabras Clave: Entrenamiento Deportivo. Rendimiento Atlético. Fuerza muscular.

INTRODUÇÃO

Lesões que acometem a articulação do joelho no contexto do esporte entre atletas recreativos e competitivos, em geral, não são decorrentes de contato físico (ALENTORN-GELI et al., 2009; KROSSHAUG et al., 2007; RENSTROM et al., 2008). Por exemplo, entre atletas de voleibol, 81,6% de todas as lesões afetam essa articulação (BARBER-FOSS, 2014). Além disso, no voleibol as lesões de joelhos são resultado do número excessivo de saltos (60% das ações de defesa e ataque envolvem esta habilidade) executados durante treinos, jogos e competições (MYER et al., 2015; SANTOS et al., 2007). Porém, a competência para a realização de movimentos específicos realizados como, por exemplo, a habilidade para saltar no voleibol, é essencial para o desempenho físico e mitigar o risco de lesões (MYER et al., 2014).

No entanto, a presença de disfunções de movimento como o valgo dinâmico de joelho (VDJ) associa-se com lesões de membros inferiores (particularmente de joelho) entre esportistas (HEWETT et al., 2005; POWERS, 2010; UTTURKAR et al., 2013; VAN DER WERP et al., 2014; BARBER-FOSS et al., 2014; SWENSON et al., 2014). Para modalidades esportivas caracterizadas por saltos e marcada desaceleração de movimentos, como o voleibol, o VDJ tem sido apontado como fator de risco para a alta incidência de lesões, especialmente a ruptura do ligamento cruzado anterior - LCA (SINSURIN et al., 2013; BITTENCOURT, 2010; KROSSHAUG et al., 2007; SMITH et al., 2007). No voleibol, a incidência de lesão de LCA é de dois casos a cada 100.000 atletas/horas de prática, sendo mais presente naqueles com VDJ (SINSURIN et al., 2013; KROSSHAUG et al., 2007; SMITH et al., 2007; DE LOËS et al., 2000).

Souza e Powers (2009) demonstraram que o VDJ está associado com uma mecânica inadequada e menor força de abdutores e rotadores externos de quadril e Sinsurin et al. (2013) apontaram que o valgo excessivo de joelho durante tarefas de aterrissagem é um fator que contribui para as lesões nessa articulação. A identificação do VDJ envolve a realização de movimentos de aceleração (saltar e decolar) e de desaceleração (queda e aterrissagem ao solo) como, por exemplo, no desempenho de saltos (BATES et al., 2013; NAGANO et al., 2009; SINSURIN et al., 2013; WITHROW et al., 2006; MCLEAN et al., 2005). Assim, o conhecimento da ocorrência de VDJ entre atletas de voleibol é de especial importância, dada a alta incidência de lesões no joelho e o consequente prejuízo do desempenho físico/esportivo (BARBER-FOSS et al., 2014; RENSTROM et al., 2008; SWENSON et al., 2014).

Destaca-se que as lesões da articulação do joelho são as que demandam mais tempo de afastamento e tratamento, o que leva os atletas de vôlei à interrupção das atividades (treinamentos e competições) por um longo período (SANTOS et al., 2007; BITTENCOURT, 2010). Para isso, triagem, identificação e

correção de padrões de movimento considerados como fatores de risco para lesões, como o VDJ, são passos cruciais para evitar lesões entre atletas de voleibol. Além disso, programas de treinamento físico e reabilitação para melhorar o controle e padrão dos movimentos podem produzir resultados satisfatórios em treinamentos e competições bem como ganhos de desempenho físico (em testes de salto) e na qualidade dos movimentos realizados (DISTEFANO et al., 2009; LEPORACE et al., 2013). Especificamente, programas com exercícios de salto, corrida e flexibilidade e o treinamento de equilíbrio e força musculares, comprovadamente reduzem a incidência e colaboram para a prevenção de lesões de joelho entre atletas de voleibol (MEHL et al., 2018; RODRÍGUEZ et al., 2018).

Entretanto, apesar da literatura mostrar alta prevalência de VDJ em atletas de voleibol (SINSURIN et al., 2013; BITTENCOURT, 2010; KROSSHAUG et al., 2007; SMITH et al., 2007), desconhecemos estudos que investigaram se a presença de VDJ (uni- vs. bi-lateral) poderia prejudicar o desempenho de saltos. Portanto, nosso principal objetivo foi avaliar a influência da lateralidade do VDJ (uni- vs. bilateral) no desempenho de salto horizontal de atletas jovens de voleibol.

MÉTODO

CASUÍSTICA

Tratou-se de um estudo transversal que selecionou (nos locais de treinamento e competição) atletas de vôlei de duas equipes das cidades de Cachoeiro de Itapemirim e Vila Velha, ambas no estado do Espírito Santo. Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: (i) apresentar valgo dinâmico de joelho; e (ii) ser atleta de voleibol vinculado a um clube esportivo. O critério de exclusão foi relato de histórico de cirurgia nos membros inferiores.

Nesse estudo, tivemos a participação de forma voluntária de 22 atletas de voleibol sendo, 36,4% do sexo masculino (n=8) e 63,6% do feminino (n=14). Com relação ao perfil dos atletas, eles competiam na categoria infantil (n=2), pré-mirim (n=6), mirim (n=7), infanto-juvenil (n=1) ou juvenil (n=6). Destaca-se que apenas 3 voluntários ainda não tinham competido, enquanto os demais já haviam participado de competições municipais (n=6), estaduais (n=7) ou nacionais (n=6). Tinham entre 2 meses e 9 anos de prática, treinavam entre 2 dias e 5 dias por semana, com sessões de treino entre 2 e 4 horas. Por fim, quanto à posição em quadra a amostra foi composta por 3 líberos, 8 ponteiros, 1 oposto, 3 levantadores, 1 central e 6 atletas não tinham posição ainda definida.

Dos 22 atletas avaliados e selecionados, 10 (45,5%) apresentavam valgo unilateral de joelho (VU – 6 meninos e 4 meninas) e 12 (54,5%) apresentavam valgo bilateral (VB – 2 meninos e 10 meninas).

A Tabela 1 abaixo mostra as características gerais dos grupos avaliados.

Tabela 1- Caracterização dos grupos com valgo unilateral (VU) e bilateral (VB)

	VU (n=10)	VB (n=12)	Valor de p
Idade (anos)	13,7 ± 1,4	13,6 ± 2,3	0,969
Massa corporal (kg)	56,9 ± 12,9	52,8 ± 13,8	0,479
Estatura (cm)	163,5 ± 9,2	165,9 ± 8,6	0,533
IMC (kg/m ²)	21,3 ± 4,7	19,1 ± 4,6	0,292
Envergadura (cm)	166,4 ± 10,9	168,6 ± 10,7	0,630

Dados apresentados como média ± DP. Não houve diferença significativa entre os grupos.

Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo (CAAE: 41392915.1.0000.5542). Os atletas e os pais (ou responsáveis legais) foram informados dos objetivos do estudo e potenciais riscos e benefícios dos procedimentos experimentais. Por ser tratar de projeto de pesquisa envolvendo menores de idade, os participantes assinaram o termo de assentimento livre e esclarecido e os pais (ou responsáveis legais) assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado entre os meses de janeiro a maio de 2017. Os atletas responderam a um questionário para investigação do histórico esportivo e clínico, teste de agachamento e salto vertical para avaliação da presença de VDJ e os testes de desempenho de salto horizontal nos locais de treinamento. Todos os testes e coletas foram realizados num único dia. Como os participantes da pesquisa tinham familiaridade com os testes realizados não foi necessário um período de familiarização.

TESTE PARA AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE VDJ

Os testes para identificação da presença de VDJ foram aplicados por um fisioterapeuta com experiência/treinado em avaliar e diagnosticar o valgo unilateral e bilateral, no local de treino dos atletas, por meio de observação direta. O teste de avaliação da presença do valgo foi realizado de acordo com protocolos descritos na literatura (BITTENCOURT et al., 2012; BITTENCOURT, 2010). Tem característica qualitativa, sendo analisada por meio de observação para avaliação do ângulo de projeção frontal do joelho em duas tarefas: agachamento unipodal e salto bipodal. No teste de agachamento unipodal (Figura 1A) o atleta foi orientado a realizar três agachamentos com cada membro de maneira alternada para evitar uma possível situação de fadiga muscular nos grupamentos envolvidos na atividade executada. Já no teste de salto bipodal (Figura 1B), os atletas foram orientados a realizar três saltos verticais bipodais com contramovimento. Para esta atividade foi analisado o momento de aterrissagem onde os dois pés tocam o solo (BITTENCOURT et al., 2012; BITTENCOURT, 2010). Tanto o teste unipodal quanto

o bipodal foram realizados sem a ajuda do movimento dos membros superiores, para tanto as mãos deveriam permanecer na cintura (Figura 1).

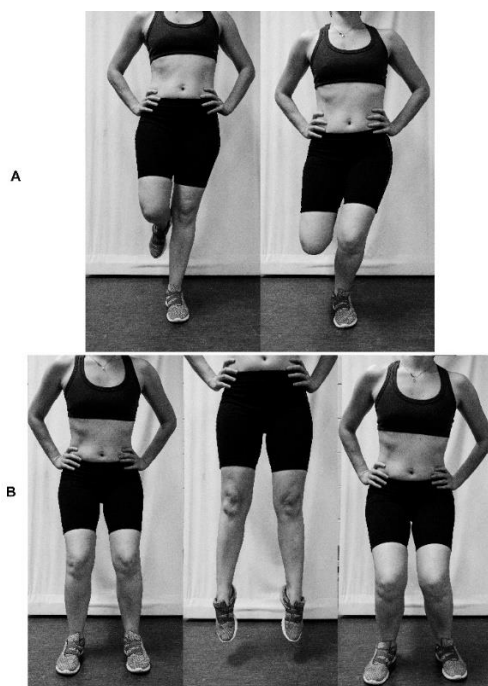


Figura 1 - Avaliação qualitativa da presença de valgo dinâmico de joelho. Teste de agachamento unipodal (A) e teste de salto bipodal (B).

TESTE DE SALTO HORIZONTAL

O voluntario foi solicitado a realizar três saltos horizontais, no qual, também foi permitido o movimento de braços e tronco. Uma linha foi traçada para padronizar o ponto inicial e o atleta deveria posicionar a ponta de seus pés atrás dessa marcação. Além dessa recomendação anterior, o voluntário era orientado a manter-se em postura ereta e com pés levemente afastados e paralelos. O objetivo era alcançar a máxima projeção horizontal. Depois de cada salto usou-se uma trena para mensurar a distância em centímetros saltada, tendo como referência o retro pé do pé proximal do ponto inicial do teste (COLEDAM et al., 2013). Para a análise dos dados de desempenho físico (saltos) foi considerada a melhor tentativa (em cm) de três.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados estão apresentados sob a forma de média \pm desvio padrão (DP), frequência absoluta (n) e relativa (%). Para verificação da distribuição de normalidade dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Para verificar possíveis diferenças entre o desempenho dos saltos dos atletas com valgo unilateral e bilateral foi aplicado o teste t de Student para amostras independentes. O nível de significância adotado foi de 5%. O software utilizado foi IBM SPSS Statistics version 21.

RESULTADOS

A média±DP da distância alcançada no salto horizontal pelo VU foi 166,2±22,0 enquanto pelo VB foi 162,6±21,3. Não houve diferença significativa (no valor médio) quanto ao desempenho do salto horizontal entre os grupos VU vs. VB ($p = 0,703$). Na Figura 2 está apresentado o comportamento do desempenho nos testes salto horizontal (para todas as tentativas realizadas) dos grupos valgo bilateral e unilateral.

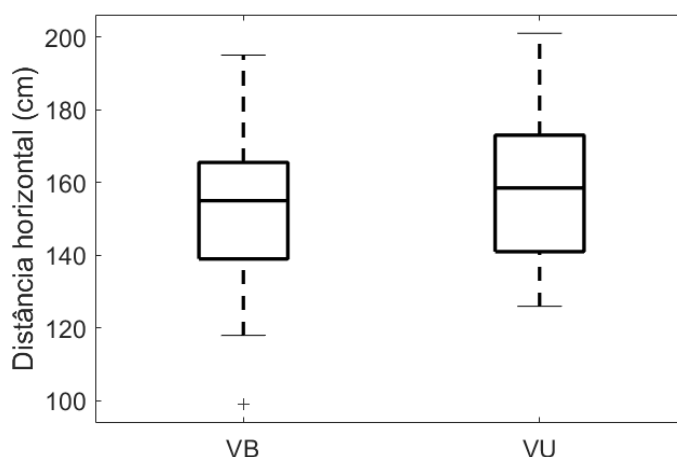


Figura 2 - Comportamento do desempenho no teste de salto horizontal dos grupos valgo bilateral (VB) e unilateral (VU).

DISCUSSÃO

O principal objetivo deste estudo foi avaliar a influência da lateralidade do VDJ no desempenho dos saltos horizontal e alcance/impulsão vertical de atletas jovens de vôlei. Em nosso trabalho, observamos que não houve diferença entre grupos (uni- vs. bilateral) quanto à distância atingida. De acordo com revisão da literatura, poucos estudos avaliaram o desempenho em ações motoras específicas de atletas de voleibol com valgo dinâmico de joelho. A maioria dos estudos investigou os padrões biomecânicos e de movimento associados aos saltos para o processo de avaliação da presença do VDJ, principalmente na fase de aterrissagem dos saltos (FORD et al., 2003; HERRINGTON; MUNRO, 2010; BATES et al., 2013; HOLDEN et al., 2015), pois a predisposição para esta disfunção de movimento durante essa fase de desaceleração está associada a um risco maior de lesão (TAMURA et al., 2017) com conseqüente prejuízo do desempenho físico.

No contexto da problemática abordada no presente trabalho, Fonseca e Santos (2016) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar praticantes (homens vs. mulheres) de treinamento de força quanto à existência de

instabilidade do joelho e predisposição para o VDJ. Os autores observaram que o grupo feminino apresentou maior instabilidade femoropatelar e predisposição para o valgo dinâmico. Isto se refletiu em pior desempenho no teste de salto vertical quando comparado ao grupo masculino que apresentou menor instabilidade. Destaca-se que pesquisas anteriores verificaram maior ângulo de valgo do joelho entre atletas mulheres em comparação com homens em diferentes modalidades esportivas (UGALDE et al., 2015; FORD et al., 2010; FORD et al., 2003).

De certa forma, os achados anteriores podem ter associação com as características da nossa amostra, pois 54,5% (12 participantes no total, sendo 10 meninas) apresentavam valgo bilateral de joelho. Neste sentido, o valgo bilateral poderia produzir maior instabilidade do que a presença do valgo unilateral de joelho e conseqüentemente pior desempenho. Stensrud et al. (2011) avaliaram 186 jogadores de handebol de elite do sexo feminino por método observacional de controle do movimento do joelho (de certa forma semelhante ao usado no presente estudo) durante salto duplo e evidenciaram que 75% das atletas do gênero feminino apresentaram controle reduzido/ruim dessa articulação no plano frontal. No entanto, há controvérsia com relação a esta questão já que Paz et al. (2017) não encontraram diferenças entre os gêneros na prevalência de VDJ em atletas amadores de voleibol. Isso poderia sugerir que a presença de VDJ pode depender da natureza da atividade e das demandas na quadra, já que diferenças nessa disfunção já foram encontradas comparando atletas de basquetebol e voleibol do sexo feminino, com o primeiro grupo apresentando significativamente maior ângulo de valgo do joelho durante tarefas de drop jump (HERRINGTON, 2011).

Quanto ao desempenho físico, Herrington (2010) realizou um estudo com o objetivo de avaliar se um programa de treinamento de saltos (quatro semanas, 3 vezes/semana, durante 15 minutos) poderia ter efeito positivo no desempenho de jogadoras de basquetebol com VDJ. Para isto as mesmas tiveram seus ângulos de valgo do joelho avaliados durante 2 tarefas de aterrissagem para 2 tipos de saltos (*drop jump* e *jump shot com crossover hop*). Após o treinamento, foi observada melhora no desempenho dos saltos e diminuição no ângulo de valgo do joelho. Este resultado denota que a melhora do padrão de movimento pode melhorar o desempenho em testes de salto.

Dix et al. (2018) fizeram uma revisão sistemática e meta-análise com o objetivo de investigar a relação entre a força muscular do quadril e o valgo dinâmico das extremidades inferiores durante tarefas de movimento em mulheres assintomáticas. Os autores concluíram que embora a relação entre a força do quadril e o valgo dinâmico seja conflitante, a metanálise revelou que o VDJ foi consistentemente associado à força do quadril nas tarefas balísticas de perna única, mas não àquelas de perna dupla ou agachamento unipodal. Além disso, apontaram que a relação entre a força do quadril e o VDJ pode estar condicionada à demanda da tarefa.

O VDJ tem sido apontado como um fator de risco para lesões do joelho, pois causa instabilidade articular o que poderia piorar o desempenho muscular em atividades específicas de esportes que tem por base a habilidade de saltar. As possíveis limitações de nosso estudo são: o fato de não ter comparado o desempenho do grupo experimental com um controle que não apresentasse o valgo dinâmico de joelhos (o que na modalidade em questão é difícil de encontrar na faixa etária estudada); a falta de uma análise do desempenho dos saltos comparando os atletas de acordo com sua posição em quadra; o fato de utilizarmos homens e mulheres para compor a amostra; e a falta de avaliação do estado de maturação sexual dos voluntários. Portanto, trabalhos futuros devem fazer a comparação também com atletas sem VDJ para confirmar a dimensão do efeito desta disfunção no desempenho de saltos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir, pelos nossos achados, que não houve diferença significativa de desempenho no teste de salto horizontal entre atletas de voleibol com valgo dinâmico unilateral vs. bilateral. Na amostra selecionada, a presença dessa disfunção de movimento em ambos ou apenas um joelho teve comportamento semelhante sobre o desempenho físico. No entanto, não é possível considerar que estas diferenças não existam em virtude das limitações apontadas e dificuldades de acesso a uma amostra, na faixa etária estudada, sem valgo dinâmico de joelho. Além disso, a literatura se mostra inconsistente com relação aos achados nesta problemática, pois há grande heterogeneidade nas amostras estudadas e poucos trabalhos que avaliaram a relação entre valgo dinâmico de joelho na modalidade voleibol.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os participantes do estudo e à Fundação de Amparo à Pesquisa e à Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro (Edital nº. 007/2014 - Universal - Projeto Integrado de Pesquisa; nº. FAPES: 0423/2015 - processo nº. 67640427). Caroline Binow Moreira participou do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) da UFES com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Claudio Andre Barbosa de Lira foi bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutorado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (PNPD-CAPES). Rodrigo Luiz Vancini é bolsista de produtividade da agência FAPES (Edital nº. 18/2018 - Bolsa Pesquisador Capixaba). Somos gratos pela oportunidade a estas renomadas e relevantes instituições.

REFERÊNCIAS

- ALENTORN-GELI, Eduard; MYER, Gregory D; SILVERS, Holly J; SAMITIER, Gonzalo; ROMERO, Daniel; LÁZARO-HARO, Cristina; CUGAT, Ramón. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. v. 17, p. 705-729, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00167-009-0813-1>.
- BARBER-FOSS, Kim D; MYER, Greg D; HEWETT, Timothy E. Epidemiology of Basketball, Soccer, and Volleyball Injuries in Middle-School Female Athletes. *The Physician and Sportsmedicine*, v. 42, n. 2, p. 146-153, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4217285>.
- BATES, Nathaniel A; FORD, Kevin R; MYER, Gregory D; HEWETT, Timothy E. Impact differences in ground reaction force and center of mass between the first and second landing phases of a drop vertical jump and their implications for injury risk assessment. *Journal of Biomechanics*, v. 46, n. 7, p. 1237-41, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021929013001048?via%3Dihub>.
- BITTENCOURT, Natalia Franco Netto. *Fatores preditores para o aumento do valgismo dinâmico do joelho em atletas*. 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da reabilitação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- BITTENCOURT, Natalia Franco Netto; OCARINO, Juliana M; MENDONÇA, Luciana D; HEWETT, Timothy E. Foot and hip contributions to high frontal plane knee projection angle in athletes: a classification and regression tree approach. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 42, n. 12, p. 996-1004, 2012. Disponível em: https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2012.4041?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3dpubmed.
- COLEDAM, Diogo Henrique Constantino; ARRUDA, Gustavo Aires; SANTOS, Julio Wilson; OLIVEIRA, Arli Ramos. Relação dos saltos vertical, horizontal e sêxtuplo com a agilidade e velocidade em crianças. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v. 27, n. 1, p. 43-53, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1807-55092013000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt.
- DE LOËS, M.; DAHLSTEDT, Lars J.; THOMÉE, Roland. A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 10, n. 2, p. 90-7, 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1034/j.1600-0838.2000.010002090.x?sid=nlm%3Apubmed>.
- DISTEFANO, Lindsay J; BLACKBURN, Troy J; MARSHALL, Stephan W; PADUA, Darin A. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 39, n. 7, p. 532-40, 2009. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2009.2796>.
- DIX, Jack; MARSH, Stephanie; DINGENEN, Bart; MALLIARAS, Peter. The relationship between hip muscle strength and dynamic knee valgus in asymptomatic females: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*. v. S1466-853X, n. 17, p. 30358-9, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466853X17303589?via%3Dihub>.

FONSECA, Humberto Luiz Pereira Gonçalves; SANTOS, Luiz Henrique Gomes. Avaliação comparativa do valgo dinâmico do joelho e os fatores que influenciam na capacidade funcional em praticantes de atividade física. *Revista Inspirar*, v. 11, n. 4, p. 32-36, 2016. Disponível em: <https://www.inspirar.com.br/revista/avaliacao-comparativa-do-valgo-dinamico-do-joelho-e-os-fatores-que-influenciam-na-capacidade-funcional-em-praticantes-de-atividade-fisica/>.

FORD, Kevin R; SHAPIRO, Robert; MYER, Gregory D; VAN DEN BOGERT, Antonie J; HEWETT, Timothy E. Longitudinal Sex Differences during Landing in Knee Abduction in Young Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 42, n. 10, p. 1923-1931, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2924455/>.

FORD, Kevin R; MYER, Gregory D; HEWETT, Timothy E. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 35, n. 16, p. 1745-1750, 2003. Disponível em: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=14523314>.

FRANKLIN, Corinna C; WEISS, Jennifer M. Stopping sports injuries in kids: an overview of the last year in publications. *Current Opinion in Pediatrics*, v. 24, n. 1, p. 64-67, 2012. Disponível em: <https://oce.ovid.com/article/00008480-201202000-00011/HTML>.

HERRINGTON, Lee. Knee valgus angle during landing tasks in female volleyball and basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 25, n. 1, p. 262-266, 2011. Disponível em: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=19966588>.

HERRINGTON, Lee. The effects of 4 weeks of jump training on landing knee valgus and crossover hop performance in female basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, n. 12, p. 3427-3432, 2010. Disponível em: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=20664369>.

HERRINGTON, Lee; MUNRO, Allan. Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population. *Physical Therapy in Sport*, v. 11, n. 2, p. 56-59, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466853X09001151?via%3Dihub>.

HEWETT, Timothy E; MYER, Gregory D; FORD, Kevin R. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 33, n. 4, p. 492-501, 2005. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0363546504269591?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed.

HOLDEN, Sinead; BOREHAM, Colin A G; DOHERTY, Cailbhe; DELAHUNT, Eamonn. Two-dimensional knee valgus displacement as a predictor of patellofemoral pain in adolescent females. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, v. 27, n. 2, p. 1-7, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/sms.12633>.

KROSSHAUG, Tron; NAKAMAE, Atsuo; BODEN, Barry P. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 35, n. 3, p. 359-367, 2007. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0363546506293899?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori.rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed.

LEPORACE, Gustavo; PRAXEDES, Jomilto; PEREIRA, Glauber Ribeiro; PINTO, Sérgio Medeiros; CHAGAS, Daniel; METSAVAHT, Leonardo; CHAME, Flávio; BATISTA, Luiz Alberto. Influence of a preventive training program on lower limb kinematics and vertical jump height of male volleyball athletes. *Physical Therapy in Sport*, v. 14, n. 1, p. 35-43,

2013. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466853X12000119?via%3Dihub>.

MCLEAN, Scott G; HUANG, Xuemei; VAN DEN BOGERT, Antonie J. Association between lower extremity posture at contact and peak knee valgus moment during sidestepping: Implications for ACL injury. *Clinical Biomechanics*, v. 20, n. 8, p. 863-870, 2005.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003305001117?via%3Dihub>.

MEHL Julian; DIERMEIER, Theresa; HERBST, Elmar; IMHOFF, Andreas B; STOFFELS, Thomas; ZANTOP, Thore; PETERSEN, Wolf; ACHTNICH, Andrea. Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, v. 138, n. 1, p. 51-61, 2018. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00402-017-2809-5>.

MYER, Gregory D; FORD, Kevin R; DI STASI, Stephanie L; BARBER-FOSS, Kim D; MICHELI, Lyle J; HEWETT, Timothy E. High knee abduction moments are common risk factors for patellofemoral pain (PFP) and anterior cruciate ligament (ACL) injury in girls: is PFP itself a predictor for subsequent ACL injury? *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 2, p. 118-22, 2015. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4182160/>.

MYER, Gregory D; KUSHNER, Adam M; BRENT, Jensen L; SCHOENFELD, Brad J; HUGENTOBLE, Jason; LLOYD, Rhodri S; VERMEIL, AL; CHU, Donald A; HARBIN, Jason; MCGILL, Stuart M. The back squat: A proposed assessment of functional deficits and technical factors that limit performance. *Strength and Conditioning Journal*, v. 36, n. 6, p. 4-27, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4262933/>.

NAGANO, Yasuharu; IDA, Hirofumi; AKAI, Masami; FUKUBAYASHI, Toru. The Knee Biomechanical characteristics of the knee joint in female athletes during tasks associated with anterior cruciate ligament injury. *The Knee*, v. 16, n. 2, p. 153-158, 2009.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968016008001956?via%3Dihub>.

PAZ, Gabriel Andrade; DeFREITAS, JASON; MAIA, Marianna de Freitas; SILVA, Jurandir. Electromyography Activation of the Lower-Limb Muscles Adopting a Physioball and Elastic Band to Stabilize the Knee Joint During Multiple Sets With Submaximal Loads. *Journal of Sport Rehabilitation*, v. 26, n. 5, p. 406-414, 2017. Disponível em:

<https://journals.humankinetics.com/doi/abs/10.1123/jsr.2015-0194>.

POWERS, Christofer M. The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 40, n. 2, p. 42-51, 2010. Disponível em <

https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2010.3337?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3dpubmed.

RENTSTROM, Per A; LJUNGQVIST, Arne; ARENDT, Elisabeth; BEYNNON, Bruce D; FUKUBAYASHI, Toru; GARRETT, W E; GEORGOULIS, T; HEWETT, Timothy E; JOHNSON, Roman B; KROSSHAUG, Tron; MALDEBAUM, Belinda Piltcher Haber; MICHELI, Lyle Joseph; MYKLEBUST, Grethe; ROSS, Elizabeth Catharina; ROSS, Harald; SCHAMASCH, Patrick; SHULTZ, Sarah; WERNER, Sigbritt; WOJTYS, Edward M; ENGBRETSEN, Lars. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, v. 42, n. 6, p. 394-412, 2008. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/content/42/6/394>.

- RODRÍGUEZ, Cristina; ECHEGOYEN, Soledad; AOYAMA, Takeshi. The effects of "Prevent Injury and Enhance Performance Program" in a female soccer team. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 58, n. 5, p. 659-663, 2018. Disponível em: <https://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical-fitness/article.php?cod=R40Y2018N05A0659>.
- SANTOS, Saray Giovana; PIUCCO, Tatiane; REIS, Diogo Cunha. Factors affecting injuries to amateur volleyball players volleyball athletes. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 9, n. 2, p. 189-195, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/4062>.
- SINSURIN, Komsac; ROONGTIWA, Vachalathiti; JALAYONDEJA, Wattana; LIMROONGREUNGRAT, Weerawat. Altered Peak Knee Valgus during Jump-Landing among Various Directions in Basketball and Volleyball Athletes. *Asian Journal of Sports Medicine*, v. 4, n. 3, p. 195-200, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3880663/>.
- SMITH, Rose; FORD, Kevin R; MYER, Gregory D; HOLLERAN, Adam; TREADWAY, Erin; HEWETT, Timothy E. Biomechanical and Performance Differences Between Female Soccer Athletes in National Collegiate Athletic Association Divisions I and III. *Journal of Athletic Training*, v. 42, n. 4, p. 470-476, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2140072/>.
- SOUZA, Richard B; POWERS, Christopher M. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, v. 39, n. 1, p. 12-19, 2009. Disponível em: <https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2009.2885>.
- STENSRUD, Silje; MYKLEBUST, Grethe; KRISTIANSUND, Eirik; BAHR, Roald; KROSSHAUG, Tron. Correlation between two-dimensional video analysis and subjective assessment in evaluating knee control among elite female team handball players. *British Journal of Sports Medicine*, v. 45, n. 7, p. 589-95, 2011. Disponível em: <https://bjsm.bmj.com/content/45/7/589.long>.
- SWENSON, David M; COLLINS, Christy L; BEST, Thomas M; FLANIGAN, David C; FIELDS, Sarah K; COMSTOCK, R Dawn. Epidemiology of knee injuries among US high school. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 45, n. 3, p. 462-469, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3768257/>.
- TAMURA, Akihiro; AKASAKA, Kiyokazu; OTSUDO, Takahiro; SHIOZAWA, Jyunya; TODA, Yuka; YAMADA, Kaori. Dynamic knee valgus alignment influences impact attenuation in the lower extremity during the deceleration phase of a single-leg landing. *Plos One*, v. 12, n. 6, p. 1-12, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28632776>.
- UTTURKAR, Gangadhar; IRRIBARRA, Luis A; TAYLOR, Kevin A; SPRITZER, Chuck E; D, Christopher Taylor; GARRETT, W E; DEFRATE, Louis E. The Effects of a Valgus Collapse Knee Position on In Vivo ACL Elongation. *Annals of Biomedical Engineering*, v. 41, n. 1, p. 123-130, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3647681/>.
- VAN DER WORP, Henk; DE POEL, Harjo J; DIERCKS, Ron L; AKKER-SCHEEK, Inge Van Den; ZWERVER, Johannes. Jumper's Knee or Lander's Knee? A Systematic Review of the Relation between Jump Biomechanics and Patellar Tendinopathy. *International Journal of Sports Medicine*, v. 35, p. 714-722, 2014. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0033-1358674>.

WITHROW, Thomas J; HUSTON, Laura J; WOJTYS, Edward M; ASHTON-MILLER, James A. The effect of an impulsive knee valgus moment on in vitro relative ACL strain during a simulated jump landing. *Clinical Biomechanics*, v. 21, n. 9, p. 977-983, 2006. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003306000945?via%3Dihub>.