

Rev Bras Fisiol Exerc 2019;18(4):228-35

<https://doi.org/10.33233/rbfe.v18i4.3280>

RELATO DE CASO

Avaliação da assimetria funcional e desempenho no salto vertical em atletas de voleibol *Evaluation of functional asymmetry and performance in the vertical jump in volleyball athletes*

Rômulo Vasconcelos Teixeira*, Levi de Holanda Francalino*, Alexandre Bulhões Correia*, Paulo Moreira Silva Dantas*, Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral*

**Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN*

Recebido em 28 de outubro de 2019; aceito em 12 de dezembro de 2019.

Correspondência: Rômulo Vasconcelos Teixeira, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Educação Física, Laboratório de Biodinâmica do Movimento (LABMOV), Lagoa Nova, Natal RN

Rômulo Vasconcelos Teixeira: romulovasconcelos11@hotmail.com

Levi de Holanda Francalino: levi.francalino@gmail.com

Alexandre Bulhões Correia: alexandrebulhoescorreia@gmail.com

Paulo Moreira Silva Dantas: pgdantas@icloud.com

Breno Guilherme de Araújo Tinôco Cabral: brenotcabral@gmail.com

Resumo

Introdução: A assimetria funcional se refere à diferença relativa da capacidade funcional que ocorre durante a realização de atividades entre os membros homólogos do lado direito e esquerdo do corpo. **Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi descrever os valores de assimetria funcional na capacidade de salto em atletas femininas de vôlei universitário. **Métodos:** Nove atletas universitárias com 4,5 horas/semana de treinamento participaram do estudo. Foram realizadas medidas de composição corporal (DEXA) e de desempenho de salto vertical e salto vertical contramovimento (SVCM) de forma bipodal e unipodal. **Resultados:** Os resultados revelaram que 33,3% da amostra apresentava assimetria funcional e o SVCM apresentou desempenho superior quando comparado com os outros tipos de saltos. **Conclusão:** Concluímos que medidas obtidas através dos saltos verticais apresentam uma grande aplicabilidade prática, por predizer o nível de assimetria entre os membros e a eficiência do ciclo alongamento encurtamento.

Palavras-chave: lesões; força; treinamento.

Abstract

Introduction: Functional asymmetry refers to the relative difference in functional capacity that occurs during performance of activities between the homologous members on the right and left sides of the body. **Objective:** The objective of the present study was to describe the values of functional asymmetry in the ability to jump in female athletes of university volleyball. **Methods:** Nine university athletes with 4.5 hours of training per week participated in the study. Body composition measurements (DEXA) and performance of vertical jump and countermovement jump bipodal (CMJ) bipodal and unipodal were evaluated. **Results:** The results revealed that 33.3% of the sample had functional asymmetry and the CMJ showed a superior performance when compared to other types of jumps. **Conclusion:** We conclude that measurements obtained through vertical jumps have a great practical applicability for predicting the level of asymmetry between the limbs and the efficiency of the stretching and shortening cycle.

Key-words: injuries; strength; training.

Introdução

O voleibol é um esporte coletivo de natureza intermitente em que ações de curta duração e alta intensidade são intercaladas por períodos de recuperação passiva ou movimentações de

baixa a moderada intensidade [1]. Apesar dos períodos de baixa intensidade serem predominantes durante uma partida de voleibol, as ações de alta intensidade são responsáveis pelas ações terminais do *rally*. Estas movimentações de alta intensidade (saltos e sprints) exigem dos atletas uma elevada demanda neuromuscular [2]. Por exemplo, durante o set um atleta pode executar em média 30 movimentações de salto [3], e os atletas na zona de ataque podem realizar pelo menos um salto por *rally* [4]. Além disso, observa-se que o desempenho do salto vertical pode influenciar os aspectos técnicos, como a performance de ataque, que é descrito como um dos mais importantes preditores de vitória em partidas competitivas [5].

De fato, a altura do salto vertical permite que o atleta obtenha melhores respostas na partida (isto é, contato com a bola acima da rede), permitindo assim posições e condições satisfatórias para atacar e proporcionar um passe de qualidade [6]. Comumente os saltos verticais bilaterais são realizados em partidas de voleibol [7]. Contudo, a grande parte das forças propulsoras são realizadas de maneira unilateral [8]. Dessa forma, a avaliação do salto unilateral pode fornecer informações importantes para o processo de monitoramento do atleta por reportar padrões específicos de movimento. Além disso, a avaliação do desempenho unilateral permite aos profissionais envolvidos com o treinamento dos atletas identificar padrões assimétricos de força entre os membros.

De acordo com a literatura, a assimetria funcional (AF) se refere à diferença relativa da capacidade funcional que ocorrem durante a realização de atividades entre os membros homólogos do lado direito e esquerdo do corpo [9-10]. A assimetria funcional (AF) pode surgir a partir de aspectos antropométricos, neurológicos e neuromusculares e se apresentam mais evidentes em ações esportivas, pois dificilmente os atletas apresentam rendimento semelhante entre os lados [9]. Estas informações fornecem dados relevantes no processo de treinamento, já que maiores valores de assimetria parecem estar associados com maior prevalência de lesões musculoesqueléticas [11]. Nesse sentido, o monitoramento destes parâmetros possui um papel fundamental para a maximização do desempenho e minimização dos riscos de lesões.

No meio esportivo, vários métodos têm sido utilizados para avaliação da AF, como, dinamometria isocinética, teste de carga máxima, saltos verticais e horizontais [12]. No que diz respeito aos métodos de avaliação da AF, de longe, o mais utilizado é avaliação isocinética [10]. A vantagem da utilização do dinamômetro isocinético é a relação do torque e de demais variáveis que podem ser facilmente quantificadas [13]. No entanto, esse procedimento requer um equipamento de alto custo, além do que seu padrão de movimento envolve uma ação muscular isolada de cadeia aberta e velocidade constante, o que não caracteriza os movimentos do esporte, em que as velocidades angulares podem variar constantemente [13].

Do ponto de vista prático, a avaliação do desempenho do salto vertical e do padrão de assimetria de força entre os membros poderão auxiliar na prescrição e periodização do treinamento dos atletas, bem como ser utilizado no diagnóstico para performance e servir como um monitoramento para prevenção de potencial risco de lesão [8,10].

Portanto, o presente estudo teve como objetivo: 1) descrever o desempenho do salto vertical; 2) verificar o nível de assimetria de força entre os membros inferiores por meio do salto vertical unilateral; e 3) descrever a eficiência do ciclo alongamento-encurtamento das atletas amadoras de voleibol.

Material e métodos

Amostra

A presente investigação é caracterizada como um estudo de caso envolvendo uma equipe de voleibol universitária feminina. Uma equipe (12 atletas) de voleibol foi convidada a participar do presente estudo. No entanto, três atletas não demonstraram interesse em participar da coleta de dados. Dessa forma, nove atletas sendo 4 ponteiros, 3 líberas e 2 centrais com idade entre 18 e 23 anos da seleção universitária participaram da fase de coleta de dados. O estudo aconteceu durante o período pré-competitivo para os Jogos Universitários Brasileiros 2018 (JUBs). Em 2016, a equipe universitária foi medalhista em diversas competições regionais e nacionais. A avaliação das atletas seguiu como parte da rotina de treinamento da equipe. Tipicamente, as atletas treinam três vezes por semana (principalmente com componentes técnico/tático), com duração de 1h e 30 min/sessão. Além disso, a rotina de treinamento de força e condicionamento físico é prescrita pela comissão técnica e realizada de forma individual pelas atletas durante a semana. Como critério de inclusão, adotou-se não apresentar lesões osteomioarticulares que inviabilizassem a participação nos testes. Os participantes, que

utilizavam recursos ergogênicos (ou seja, qualquer substância que promovesse alteração no desempenho) durante o protocolo, foram excluídos da amostra. Todas as atletas foram informadas sobre os procedimentos e riscos experimentais e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa local, sob o parecer (CAAE: 58886816.2.0000.5537) e seguiu todos os passos da declaração de Helsinque e resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil.

Procedimentos de coleta

As atletas realizaram os procedimentos de coleta no início da semana e foram instruídas a não realizarem atividades vigorosas nas 48 horas antecedentes aos testes. Em seguida, realizou-se a explicação dos procedimentos experimentais e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Em adição, foi mensurado a composição corporal por meio do método indireto de Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA) (Lunar®/G.E Prodigy – LNR 41.990, Estados Unidos). A estatura foi avaliada por meio de um estadiômetro com precisão de 0,1 mm (Sanny ES2020®, São Paulo, Brasil) com escala de 0,5 cm. A massa foi aferida através da balança antropométrica (Filizola® 110, São Paulo, Brasil) com capacidade para 150 kg e divisões de 1/10 de kg e precisão de 100 g. Em seguida, realizaram-se os testes de salto vertical (SV), salto vertical com contramovimento (SVCM) e salto vertical unilateral.

Mensurações de salto

Para a mensuração da altura do salto foi utilizada uma plataforma de contato Cefise® (São Paulo, Brasil) conectada ao software Jump Test Pro 2.10. O salto vertical foi realizado de acordo com o protocolo adaptado de Meylan et al. [8]. Para tal, as atletas deveriam posicionar-se no tapete e manter as mãos na cintura durante todo o teste. No SV, o salto era realizado a partir de uma posição aproximada de quarenta e cinco graus entre a articulação dos joelhos em relação ao solo. As atletas esperavam um sinal do avaliador após ~2-s em posição estática para dissipar o potencial de energia da fase excêntrica do movimento [8]. No SVCM e salto unilateral, a atleta realizava uma fase preparatória para o salto (fase excêntrica), em uma profundidade autoselecionada para maximizar a altura do salto. Os joelhos e tornozelos deveriam ser mantidos estendidos durante a fase de voo, sendo a fase de aterrissagem realizada com as duas pernas no SVCM e no salto unilateral apenas uma. No salto unilateral o joelho da perna não avaliada permanecia flexionada em torno de 90° do início ao fim do movimento. Foram realizadas três tentativas para cada tipo de salto, com intervalo de dez segundos entre cada tentativa e de dois minutos entre cada tipo de salto, sendo computada apenas a maior altura alcançada.

Para verificar a relação entre SVCM e SV, calculou-se a taxa de utilização da excêntrica (TUE – taxa de utilização da excêntrica) através da fórmula: $EUR = SVCM/SV$ [14]. Em adição, foi calculado o ciclo alongamento-encurtamento (CAE) através da fórmula $SVCM-SV$ [15]. Objetivando mensurar a assimetria entre os membros inferiores, optou-se pela abordagem da perna forte versus perna fraca em detrimento da abordagem da perna dominante e não-dominante por ser considerado um melhor critério na identificação de assimetria [16]. Dessa forma, utilizamos a seguinte fórmula proposta por Impellizzeri [10]: $[(Perna forte - Perna fraca) / Perna forte] \times 100$.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk e por meio da análise de assimetria e curtose padronizados. Foi realizada uma análise descritiva dos dados para obtenção das medidas de tendência central (média \pm desvio padrão e limite mínimo e máximo). Foi utilizado o teste t pareado para comparar a altura do salto vertical e salto vertical contramovimento. Para todas as análises foi adotado $P < 0,05$ e foram realizadas por meio do software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 20.0® (Nova York, EUA).

Resultados

A Tabela I apresenta os dados relativos às características antropométricas e desempenho do salto vertical das atletas de voleibol. Os dados são apresentados em média e

desvio padrão. Foi possível verificar diferença estatística na altura de salto, quando comparado o SV com o SVCM ($t_{(8)} = -2,735$; IC95% = -3,891 até -0,331; $p = 0,026$).

Tabela I - Análise descritiva das variáveis antropométricas e de desempenho

	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Massa (kg)	66,1 ± 9,6	49	75
Estatura (cm)	166 ± 6,2	158	176
%Gordura	32,1 ± 4,9	25	40
SV (cm)	24,9 ± 5,1	18	32
SVCM (cm)	27,0 ± 5,3*	20	36
SVCMPD (cm)	13,1 ± 3,8	8,9	20,7
SVCMPE (cm)	12,6 ± 2,6	8,9	17,2
Perna Forte (cm)	13,8 ± 3,2	9,8	20,7
Perna Fraca (cm)	11,9 ± 2,9	8,9	17,2
DFU (cm)	1,8 ± 1,0	0,10	3,50
Assimetria (%)	13,5 ± 6,9	7	27
TUE (cm)	1,09 ± 0,09	1	1,24
CAE (cm)	2,2 ± 2,3	0,10	6,10

DP = Desvio Padrão; SV = Salto Vertical; SVCM = Salto Vertical Contramovimento; * = Diferença para o Salto Vertical ($P = 0,026$); SVCMPD = Salto Vertical Contramovimento Perna Direita; SVCMPE = Salto Vertical Contramovimento Perna Esquerda; DFU = Diferença de Força Unilateral; TUE = Taxa de Utilização da Excêntrica; CAE = Ciclo Alongamento Encurtamento

A Tabela II reporta os valores individuais de salto vertical unilateral e da taxa de utilização excêntrica das atletas de voleibol. A Figura 1 apresenta os valores individuais de assimetria das atletas. Do total de nove atletas, três apresentaram valores de assimetria superiores a 15%, o que pode caracterizar uma maior predisposição ao risco de lesão. Além disso, quatro atletas apresentaram valores de assimetria próximo ao limiar inferior (> 11%).

Tabela II - Descrição do desempenho de salto vertical unilateral das atletas de voleibol

	SV Perna Forte (cm)	SV Perna Fraca (cm)	Diferença de Força Unilateral	Taxa de Utilização Excêntrica
Atleta 1	12,1	10,5	1,6	1,00
Atleta 2	15	13	2,0	1,03
Atleta 3	13,8	11,6	2,2	1,20
Atleta 4	14,8	14,7	0,1	1,01
Atleta 5	9,8	8,9	0,9	1,12
Atleta 6	12,2	8,9	3,3	1,24
Atleta 7	20,7	17,2	3,5	1,21
Atleta 8	15,6	13,8	1,8	1,01
Atleta 9	10,4	8,9	1,5	1,05

SV = salto vertical

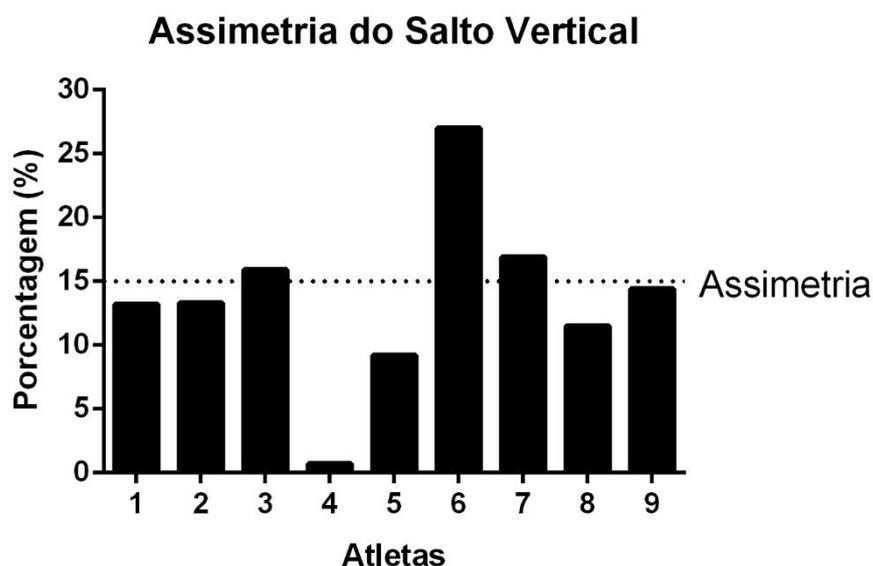


Figura 1 - Descrição da assimetria de salto vertical unilateral das atletas de voleibol

Discussão

A análise do desempenho do salto vertical fornece importante informação em relação ao desempenho atlético, especialmente aos atletas de voleibol. No presente estudo utilizamos dois testes comumente utilizados para acessar o desempenho de força explosiva dos membros inferiores em diferentes grupos de atletas. Os dados reportam uma melhora em cerca de 8.43% quando é utilizada a fase excêntrica para o salto. É bem estabelecido pelo atual corpo de investigação que o desempenho do SVCM é superior ao do SV, principalmente pela utilização do ciclo alongamento-encurtamento [14,17]. O SVCM é uma movimentação caracterizada pelo CAE, o qual requer uma pré-ativação (alongamento), uma movimentação excêntrica rápida, e uma rápida transição para a contração concêntrica (encurtamento) da musculatura envolvida [18]. Por outro lado, o SV é utilizado para avaliar a contração concêntrica dos extensores do joelho, partindo de uma posição inicial estática associada com uma dissipação do CAE [14]. Além disso, os testes de salto vertical nos permitem identificar o desempenho unilateral e com isso acessar a assimetria de força explosiva entre os membros, no qual valores de assimetria superiores a 15% têm sido apontados pela literatura com um indicador de risco de lesão durante a realização de saltos [16].

Durante uma partida de voleibol, as movimentações de salto são as ações mais realizadas pelos atletas ao curso de 60-90 minutos de jogo. Por exemplo, é estimado que um atleta possa realizar em média 30 movimentações de salto por set [3]. Dados mais recentes sugerem que pelo menos uma ação de salto é realizada pelo atleta durante um rally [4]. Considerando que uma partida de voleibol pode ser jogada até o quinto set e que as ações consideradas preditoras da vitória ou derrota no set (como ataque, bloqueio, contra-ataque) [19] geralmente ocorrem acima do topo de uma rede (ou seja, 2,43 m do solo), permite-nos inferir que a potência de membros inferiores, responsável pela máxima altura alcançada no salto vertical, é o principal determinante físico para se alcançar o sucesso no voleibol.

Embora seja bem estabelecido o papel do salto no desempenho do voleibol, os nossos dados reportaram uma altura de salto vertical inferior aos estudos prévios da literatura envolvendo atletas de voleibol de diferentes níveis de competição [2,6]. Especificamente, o desempenho verificado em nosso estudo ($SV = 24,8 \pm 5,1$; $SVCM = 27,0 \pm 5,3$) foi inferior aos encontrados em atletas universitárias regionais [20], de elite [6] e profissionais [2]. Ao comparar a altura alcançada no salto vertical das atletas universitárias com as de elite e profissionais é razoável esperar diferenças no desempenho, principalmente pela maior demanda de carga externa, por exemplo, intensidade, volume e frequência do treinamento, imposta aos atletas para promover as adaptações neuromusculares. Por outro lado, mesmo quando comparado o desempenho do salto com atletas femininas com nível de competitividade similar, a altura do salto vertical foi inferior. A lacuna de treinamento neuromuscular específico (treinamento

pliométrico ou balístico) para otimizar o desempenho do salto das atletas do presente estudo fornece uma explicação para estes achados. É bem estabelecido na literatura que a utilização de treinamento pliométrico é eficaz em promover adaptações neuromusculares e aumentar o desempenho de salto, e que programas de treinamento com duração acima de dez semanas promovem aumentos ainda mais significativos [21]. Desta forma, a baixa quantidade de horas semanais treinadas, principalmente com demanda técnico-tática, e a falta de controle dos exercícios de condicionamento físico podem explicar esses resultados.

Apesar de observarmos baixos valores de desempenho no salto vertical, vale destacar que em competições a nível regional e nacional as atletas universitárias alcançaram alguns resultados importantes. Uma possível explicação para estes achados pode ser atribuída a uma capacidade mínima de salto vertical a certo nível competitivo (universitário), mas após esse limiar ser alcançado (elite nacional e profissional), um maior desempenho da potência muscular talvez se torne necessário [22]. Seguindo essa premissa, é possível que o nível técnico-tático e a demanda de treinamento impostas às atletas, predominantemente técnico-tático, consigam intermediar e compensar o baixo desempenho do salto, contudo em níveis de competição mais altos é crucial que juntamente com um alto nível técnico e coordenação motora, as atletas apresentem um maior desempenho físico para se alcançar a vitória [23].

Em relação a assimetria unilateral no salto, nossos achados apontam para valores médios de assimetria de $13,5 \pm 6,9$ %, os quais se apresentam abaixo do limiar considerado dentro dos padrões fisiológicos [16]. Entretanto, 33.3% ($n = 3$) das atletas apresentaram valores $> 15\%$, considerado como limiar para aumento do risco de lesão [16]. Interessantemente, Trzaskoma *et al.* [24] e Yanci e Camara [25] encontraram valores bem abaixo de assimetria para mulheres saudáveis ($\sim 1\%$) e jogadores amadores de futebol (4.55%), porém, o fato da escolha de confrontar perna dominante com não dominante em vez de perna forte com perna fraca pode ter diminuído a diferença nos resultados [16]. Em atletas, o desenvolvimento da assimetria unilateral está relacionado com uma série de múltiplos fatores como histórico de lesão, demandas específicas do esporte e função de jogo, alterações nos padrões morfológicos, inervação neural ou problemas de ativação muscular [13]. Além disso, têm-se sugerido que altos valores de assimetria estão associados com a redução do desempenho físico e aumento no risco de lesão, tendo em vista que a assimetria pode favorecer um aumento do gasto energético e diminuição da eficiência muscular, que ultimamente pode levar ao aumento do estresse e fadiga muscular [9].

Em relação a taxa de utilização excêntrica, encontramos valores médios para a taxa de utilização excêntrica de $1,09 \pm 0,09$ na altura do salto. A taxa de utilização excêntrica tem sido comumente utilizada para se explicar as maiores alturas alcançadas no SVCM em relação ao salto vertical. De fato, sugere-se que as maiores alturas encontradas podem ser atribuídas ao aproveitamento do CAE, ou seja, maiores valores da taxa de utilização excêntrica representam uma maior eficiência do CAE [14]. A capacidade de utilização do CAE desempenha importante papel em diferentes esportes. No voleibol, essa capacidade é crítica para o desempenho associado aos saltos verticais [26], especialmente nas posições de oposto e ponta, as quais tendem a ser mais exigidas em saltos de alta intensidade [27] e conseqüentemente apresentam valores mais altos de salto vertical [28] essa capacidade é crítica para o desempenho associado aos saltos verticais [26], especialmente nas posições de oposto e ponta, as quais tendem a ser mais exigidas em saltos de alta intensidade [27] e conseqüentemente apresentam valores mais altos de salto vertical [28]. Em nossa amostra, observamos que a maioria das atletas apresentaram valores de SVCM muito similares a altura alcançada no SV, demonstrando uma baixa eficiência/utilização do CAE. A ausência de treinamento neuromuscular específico pode explicar essa baixa eficiência do CAE. É recomendando que a razão entre o SVCM e SV seja superior a 1 em atletas bem treinados. Nesse sentido, observa-se em algumas atletas a necessidade de treinamento neuromuscular específico, pliométrico, para aumentar a eficiência do CAE, e conseqüentemente maximizar a taxa de produção de potência muscular das atletas.

O presente estudo possui algumas limitações que devem ser apontadas: 1) O desenho transversal não permite causalidade; 2) A avaliação dos saltos verticais não foi realizada por meio do padrão ouro (plataforma de força); no entanto a intenção do estudo era fornecer informações ecológicas, que por sua vez apresentam melhor aplicabilidade para treinadores; 3) O grupo avaliado foi formado por atletas amadores, portanto, distintos resultados podem ser encontrados em atletas de elite.

Conclusão

Os dados do presente estudo apontam uma leve superioridade na capacidade de altura do salto quando se utiliza a ação excêntrica, característica do salto vertical contramovimento. Em média, os valores de assimetria funcional foram considerados normais para os parâmetros fisiológicos, porém 3 atletas se apresentaram com uma assimetria funcional de risco. Portanto, medidas “simples” e objetivas como as descritas no presente estudo são de suma importância no contexto prático do esporte, uma vez que conseguem predizer o nível de assimetria entre os membros, bem como a eficiência do ciclo alongamento-encurtamento, fatores esses relevantes para a minimização do risco de lesão, assim como a identificação de qual será a ênfase dada ao treinamento.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de bolsa de pós-graduação a Rômulo Vasconcelos Teixeira.

Referências

1. Sheppard JM, Gabbett TJ, Stanganelli LCR. An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. *J Strength Cond Res* 2009;23(6):1858-1866. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b45c6a>
2. Ziv G, Lidor R. Vertical jump in female and male volleyball players: A review of observational and experimental studies. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(4):556-67. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01083.x>
3. Sheppard JM, Gabbett T, Taylor KL, Dorman J, Lebedew AJ, Borgeaud R. Development of a repeated-effort test for elite men's volleyball. *Int J Sports Physiol Perform* 2007;2(3):292-304. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2.3.292>
4. Moreno SJ, Afonso J, Mesquita I, Ureña A, Dynamics between playing activities and rest time in high-level men's volleyball. *Int J Perform Anal Sport* 2016;16(2):317-31. <https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868889>
5. Drikos S, Vagenas G. Multivariate assessment of selected performance indicators in relation to the type and result of a typical set in men's elite volleyball. *Int J Perform Anal Sport* 2011;11(1):85-95. <https://doi.org/10.1080/24748668.2011.11868531>
6. Sattler T, Hadžić V, Dervišević E, Markovic G. Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: Effects of playing position and competition level. *J Strength Cond Res* 2015;29(6):1486-93. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000781>
7. Challoumas D, Artemiou A. Predictors of attack performance in high-level male volleyball players. *Int J Sports Physiol Perform* 2018;13(9):1-23. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2018-0125>
8. Meylan CMP, Nosaka K, Green J, Cronin JB. Temporal and kinetic analysis of unilateral jumping in the vertical, horizontal, and lateral directions. *J Sports Sci* 2010;28(5):545-54. <https://doi.org/10.1080/02640411003628048>
9. Hodges SJ, Patrick RJ, Reiser RF. Effects of fatigue on bilateral ground reaction force asymmetries during the squat exercise. *J Strength Cond Res* 2011;25(11):3107-17. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318212de7b>
10. Impellizzeri FM, Rampinini E, Maffiuletti N, Marcora SM. A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Med Sci Sport Exerc* 2007;39(11):2044-50. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>
11. Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med* 2002;30(2):199-203. <https://doi.org/10.1177/03635465020300020901>
12. Livramento W. Análise de assimetria de membros inferiores por meio de salto horizontal unipodal e resistência muscular unilateral utilizando leg press horizontal [Dissertação]. São Paulo: UNESP; 2014.
13. Menzel HJ, Chagas MH, Szmuchowski LA, Araujo SR, de Andrade AG, Jesus-Moraleida FR. Analysis of lower limb asymmetries by isokinetic and vertical jump tests

- in soccer players. *J Strength Cond Res* 2012;27(5):1370-77. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318265a3c8>
14. MCguigan M, Doyle TL, Newton M, Edwards DJ, Nimphius S, Newton RU. Eccentric utilization ratio:effect of sport and phase of training. *J Strength Cond Res* 2006;20(4):992-5. <https://doi.org/10.1519/R-19165.1>
 15. Young W. Laboratory strength assessment of athletes. *New studies in athletics* 1995;10:89-89.
 16. Fort-Vanmeerhaeghe A, Gual G, Romero-Rodriguez D, Viswanath U. Lower limb neuromuscular asymmetry in volleyball and basketball players. *J Hum Kinet* 2016;50(1):135-43. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0150>
 17. Bosco C. The effect of prestretch on skeletal muscle behavior. *J Appl Biomech* 1997;13(4):426-9. <https://doi.org/10.1123/jab.13.4.426>
 18. Radnor JM, Oliver JL, Waugh CM, Myer GD, Moore IS, Lloyd RS. The influence of growth and maturation on stretch-shortening cycle function in youth. *Sport Med* 2018;48(1):57-71. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0785-0>
 19. Garcia-Hermoso A, Dávila-Romero C, Saavedra JM. Discriminatory power of game-related statistics in 14-15 year age group male volleyball, according to set. *Percept Mot Skills* 2013;116(1):132-43. <https://doi.org/10.2466/03.30.PMS.116.1.132-143>
 20. Santos PGMD, Melo TTS, Oliveira GTA, Carvalho PRC. Somatótipo, composição corporal e capacidades físicas em atletas de voleibol e handebol. *Rev Mackenzie Ed Física e Esporte* 2014;13(2):42-52.
 21. Stojanović E, Ristić V, McMaster DT, Milanović Z. Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sport Med* 2017;47(5):975-86. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>
 22. Nikolaidis PT, Afonso J, Busko K. Differences in anthropometry, somatotype, body composition and physiological characteristics of female volleyball players by competition level. *Sport Sci Health* 2015;11(1):29-35. <https://doi.org/10.1007/s11332-014-0196-7>
 23. Pion JA, Fransen J, Deprez DN, Segers VI, Vaeyens R, Philippaerts RM et al. Stature and jumping height are required in female volleyball, but motor coordination is a key factor for future elite success. *J Strength Cond Res* 2015;29(6):1480-5. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000778>
 24. Trzaskoma Z, Ilnicka L, Wiszomirska I, Wit A, Wychowański M. Laterality versus jumping performance in men and women. *Acta Bioeng Biomech* 2015;17(1):103-10. <https://doi.org/10.5277/ABB-00030-2014-02>
 25. Yanci J, Camara J. Bilateral and unilateral vertical ground reaction forces and leg asymmetries in soccer players. *Biol Sport* 2016;33(2):179-83. <https://doi.org/10.5604/20831862.1198638>
 26. Sheppard JM, Cronin JB, Gabbett TJ, McGuigan MR, Etxebarria N, Newton RU. Relative importance of strength power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J Strength Cond Res* 2008;22(3):758-65. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a8440>
 27. Skazalski C, Whiteley R, Bahr R. High jump demands in professional volleyball large variability exists between player and player positions. *Scand J Med Sci Sports* 2018;28(11):2293-8. <https://doi.org/10.1111/sms.13255>
 28. Gonçalves CA, Lopes TJD, Nunes C, Marinho DA, Neiva HP. Neuromuscular jumping performance and upper-body horizontal power of volleyball players. *J Strength Cond Res* 2019. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003139>