

RELAÇÃO ENTRE PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL, DESEMPENHO NO SALTO VERTICAL E IMPACTO NOS MEMBROS INFERIORES EM ATLETAS DE VOLEIBOL

Tatiane Piucco^{1,2} tatianepiucco@yahoo.com

Saray Giovana dos Santos¹ mwsa2006@uol.com.br

doi:10.3900/fpj.8.1.9.p

Piucco T, Santos SG. Relação entre percentual de gordura corporal, desempenho no salto vertical e impacto nos membros inferiores em atletas de voleibol. *Fit Perf J.* 2009 jan-fev;8(1):9-15.

RESUMO

Introdução: Este estudo objetivou relacionar o percentual de gordura corporal (%G) com o desempenho no salto vertical e com as maiores magnitudes de impactos medidas nos eixos x, y e z nos membros inferiores de atletas de voleibol. **Materiais e Métodos:** Foram analisadas 12 atletas de uma equipe feminina amadora de voleibol com média de idade $21 \pm 3,5$ anos, massa corporal $63,41 \pm 7,7$ kg, estatura $169,3 \pm 6,7$ cm e tempo de prática $7,33 \pm 3,6$ anos, com um tempo diário de treinamento de 2 horas e meia, duas vezes por semana. Foram medidas as dobras cutâneas, a impulsão vertical (IV) e as magnitudes de impacto no joelho e tornozelo durante a aterrissagem de cortadas. Os dados foram analisados com estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação) e inferencial (ANOVA e correlação de Pearson). **Resultados:** Houve correlação negativa ($r = -0,778$) entre os valores de IV ($37,75 \pm 5,05$ cm) e %G ($24,88 \pm 4,36\%$); correlação positiva ($r = 0,731$) entre %G e magnitudes de impacto no tornozelo no eixo vertical y ($50,78$ g). **Discussão:** O %G das atletas analisadas está alto quando comparado a atletas de elite de voleibol feminino. Quanto maior o %G pior foi o desempenho das atletas no salto vertical e maior os valores de impacto no tornozelo (eixo vertical) durante as aterrissagens, o que pode aumentar os riscos de acometimento de lesão nos membros inferiores.

PALAVRAS-CHAVE

Gordura Corporal, Salto Vertical, Impacto, Voleibol.

¹ Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC - Laboratório de Biomecânica - Florianópolis - Brasil

² Bolsista do Programa CAPES/CNPq - Brasil

ASSOCIATION BETWEEN BODY FAT, VERTICAL JUMP PERFORMANCE AND IMPACT IN THE INFERIOR LIMBS IN VOLLEYBALL ATHLETES

ABSTRACT

Introduction: This study aimed to relate the body fat (%F) with the vertical jump performance and with the largest magnitudes of impacts measured in the axis x, y and z in the inferior limbs of volleyball athletes. **Materials and Methods:** 12 amateur female volleyball athletes were analyzed, with age average 21.0 ± 3.5 years, body weight 63.41 ± 7.7 kg, height 169.3 ± 6.7 cm and time of practice 7.33 ± 3.6 years, with a daily training of 2 hours and a half, twice a week. Were measured skin folds, vertical jump (VJ) and the impact magnitudes of the knee and ankle during the spikes landings. The data were analyzed with descriptive statistics (mean, standard deviation and variation coefficient) and inferential (ANOVA and Pearson correlation). **Results:** There was negative correlation ($r = -0.778$) between %F and VJ (37.75 ± 5.05 cm) and positive correlation ($r = 0.731$) among %F and impact magnitudes in the ankle in the vertical axis (50.78 g). **Discussion:** %F was high when compared to feminine elite volleyball athletes. The bigger the %F, the worst was the athletes' performance in VJ and the bigger was the impact values during landings, what can increase the injuries occurrence in the inferior limbs.

KEYWORDS

Body Fat, Vertical Jump, Impact, Volleyball.

RELACIÓN ENTRE PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL, DESEMPEÑO EN EL SALTO VERTICAL Y VALORES DE IMPACTO EN JUGADORES DE VOLEIBOL

RESUMEN

Introducción: Este estudio objetivo relacionar el porcentaje de grasa corporal (%G) con la actuación en el salto vertical y con las mayores magnitudes del impacto medidas en el ejes x, y y z en los miembros inferiores de los jugadores de voleibol. **Material y Métodos:** Aprobado bajo nº 073/07, fueron analizadas 12 mujeres atletas de un equipo de voleibol aficionado con edad $21 \pm 3,5$ años, masa corporal $63,41 \pm 7,7$ kg, altura $169,3 \pm 6,7$ cm de largo y $7,33 \pm 3,6$ años de práctica, con un tiempo de entrenamiento diario de 2h y media, dos veces a la semana. Fueram medidos pliegues cutaneos, impulso vertical (IV) y magnitud de impacto sobre la rodilla y el tobillo durante el aterrizaje de ataque. Los datos fueron analizados con estadísticas descriptivas (media, desvio padron y coeficiente de variación) y inferencial (ANOVA y correlación de Pearson). **Resultados:** Se observó una correlación negativa ($r = -0,778$) entre los valores de lo IV ($37,75 \pm 5,05$ cm) y %G ($24,88 \pm 4,36\%$); correlación positiva ($r = 0,731$) entre %G y magnitudes de impacto en el tobillo en el eje vertical y ($50,78$ g). **Discusión:** El %G de las atletas investigadas es elevado en comparación com atletas de élite de voleibol femenino. Cuanto más alto el %G peor fue el desempeño de las atletas en el salto vertical y más altos los valores de impacto en el tobillo (eje vertical) durante las aterrizajes, lo que puede aumentar el riesgo de incidencia de lesion en los miembros inferiores.

PALABRAS CLAVE

Grasa Corporal, Salto Vertical, Impacto, Voleibol.

INTRODUÇÃO

A composição e o peso corporal são variáveis que estabelecem parâmetros de aptidão ótima para o desempenho esportivo, considerando endomorfia, mesomorfia e ectomorfia, componentes adiposo, muscular e magro, respectivamente, e respeitando a estrutura corporal de cada indivíduo. A meta para o peso corporal deve coincidir com a otimização das medidas da capacidade funcional e desempenho nos exercícios, específicas para os respectivos desportos¹. O efeito sobre a performance é particularmente evidente em esportes onde são fundamentais as proporções entre a potência aeróbica/anaeróbica e o peso corporal, assim como nos eventos de resistência e em jogos de campo.

Para relacionar a avaliação da composição corporal em indivíduos atletas com o desempenho nas diversas modalidades, o percentual de gordura corporal é o índice mais recomendado e fidedigno a ser utilizado². Em análise envolvendo modelos da composição corporal com dois compartimentos (gordura e massa isenta de gordura) as medidas de espessura das dobras cutâneas são os indicadores antropométricos mais comumente utilizados³.

O desempenho no salto vertical é outra variável de grande importância na avaliação da performance em diversas modalidades esportivas que requerem a habilidade de saltos em diferentes situações. No caso do voleibol, a performance no salto vertical está diretamente relacionada ao rendimento esportivo dos jogadores, sendo um fator

decisivo na eficiente execução da cortada, do bloqueio, nos saques em suspensão e em levantamentos, assim como em outras ações defensivas. Durante um jogo de voleibol, os levantadores efetuam cerca de 269 saltos, os atletas de meio, 223 saltos, os ponteiros da saída de rede, 197 saltos, e os ponteiros da entrada de rede, 128 saltos, perfazendo uma média de 194 saltos durante uma partida⁴. Para Lian *et al.*⁵, 30% a 40% das ações no voleibol são constituídas pelos saltos, sendo que acontecem, aproximadamente, 60 saltos por hora. Rodacki *et al.*⁶ observaram que, entre os atletas infanto-juvenis (até 16 anos) do sexo masculino, durante a final do campeonato paranaense de voleibol, os levantadores realizaram 64,5±24,1 saltos, os jogadores de meio 47,0±28,0 saltos e os atletas de ponta 31,4±19,9 saltos.

Para a melhoria da performance no salto vertical, um grande número de técnicos e preparadores físicos acredita que o desenvolvimento da força máxima e da resistência de força dos membros inferiores seja essencial para o aumento da elevação do centro de gravidade no salto vertical⁷. Smith *et al.*⁸ realizaram um estudo comparando as diferenças físicas, fisiológicas e o desempenho entre jogadores de voleibol, e, entre outros aspectos, concluíram que o excelente salto vertical do voleibolista depende da força e da velocidade dos membros inferiores, ou seja, da potência, além da boa técnica desportiva que também otimiza a altura do salto. Por outro lado, de acordo com Chamorro & Lorenzo⁹, o excesso de gordura corporal pode interferir diretamente no desempenho do salto dos atletas devido ao aumento no peso corporal, o que diminui a aceleração do atleta, visto que aceleração é igual à força dividida pela massa.

Apesar dos saltos serem ações importantes e presentes em diversas modalidades esportivas, eles também são caracterizados como eventos impactantes, caracterizados pela ocorrência de forças com rápida desaceleração¹⁰ e, de acordo com Silvestre & Lima¹¹, é a repetição dos impactos no organismo que acarretam lesões por sobrecarga que afetam principalmente o joelho e a coluna lombar.

De acordo com Nussenzweig¹², a massa corporal influencia diretamente nas magnitudes das forças de impacto durante uma colisão, pois a quantidade de movimento de um determinado corpo (momento) depende da massa e da velocidade do mesmo.

Deste modo, considerando os pressupostos teóricos apontados, este estudo pretende responder a seguinte questão: será que a gordura corporal tem alguma relação com o desempenho na impulsão vertical e nas magnitudes dos impactos resultantes da aterrissagem das atletas realizando cortadas no voleibol?

Considerando a questão levantada, os objetivos deste estudo foram: identificar e comparar as magnitudes de

impacto entre os eixos (x, y e z) no joelho e no tornozelo; identificar e relacionar o percentual de gordura corporal (%G) com o desempenho no salto vertical; relacionar o %G com as magnitudes de impacto no joelho e tornozelo, nos eixos de maiores magnitudes de impactos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo aplicado, quantitativo do tipo correlacional, foi realizado com 12 atletas titulares da equipe feminina amadora de voleibol de Florianópolis, com média de idade 21,0±3,5 anos, massa corporal de 63,4±7,7kg, estatura de 169,3±6,7cm e tempo de prática de 7,33±3,6 anos, com um tempo diário de treinamento de 2h30min, duas vezes por semana.

Os dados foram coletados após a assinatura das atletas em um consentimento informado, conforme exigências legais dispostas nas Resoluções 196/96 e 251/97 do Conselho Nacional da Saúde, sendo o processo aprovado sob o nº 073/07 pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC.

As medidas antropométricas, em termos de massa corporal e estatura, foram coletadas de acordo com a recomendação de Alvarez & Pavan¹³, utilizando uma balança da marca Filizolla[®], com precisão de 100g, uma fita métrica com resolução de 1mm afixada na parede à 1m de altura do chão e um cursor de madeira para realizar a leitura da estatura. As medidas de dobras cutâneas (tríceps, supra-ílica, abdômen e coxa) foram realizadas de acordo com as recomendações de Benedetti *et al.*¹⁴, sendo utilizado um plicômetro da marca Cescor[®] com sensibilidade em milímetros. As medidas de estatura e das dobras cutâneas foram realizadas três vezes, pelo mesmo avaliador, sendo considerada a média entre as três.

Para o cálculo da densidade corporal das atletas, foi utilizada a equação de dobras cutâneas de Jackson *et al.*¹⁵ para mulheres, que emprega o somatório de quatro dobras cutâneas:

$$Dc \text{ (g.cm}^{-3}\text{)} = 1,096095 - 0,0006952 \\ (\text{Triceps} + \text{supra-ílica} + \text{abdômen} + \text{coxa}) \\ + 0,0000011 \times (\text{Triceps} + \text{supra-ílica} + \text{abdômen} \\ + \text{coxa})^2 - 0,0000714 \times (\text{idade}).$$

Para converter a densidade corporal em %G, foi utilizada a equação específica para mulheres

$$\%G = [(5,01/DC) - 4,57] \times 100^{16}.$$

Para mensuração do desempenho no salto vertical, foi realizado o teste de impulsão vertical *Sargent Test*, descrito por Carnaval¹⁷.

Para medir as acelerações resultantes das colisões dos membros inferiores (joelho e tornozelo) das atletas durante as aterrissagens no voleibol, foi utilizado um acelerômetro triaxial do Tipo 4321 da Brüel & Kjaer, confeccionado de titânio, com dimensões de 28,6mm x 28,6mm x 17mm,

Tabela 1 - Média (m), desvio padrão (dp) e coeficiente de variação (CV) das variáveis %G, impulsão vertical e impacto nos membros inferiores das atletas

	massa (kg)	%G	impulsão vertical (cm)	impacto no joelho (g)			Impacto tornozelo (g)		
				x	Y	z	x	y	z
m	63,41	24,88	37,75	38,22	20,24	16,17	36,32	50,78	21,99
s	7,78	4,36	5,05	17,23	9,43	7,83	11,36	13,34	9,03
CV(%)	12,27	17,52	13,37	45,08	46,59	48,42	31,28	26,27	41,06

com capacidade máxima de choque de 1000g (aceleração da gravidade), faixa de frequência de 0,1-12.000Hz, sensibilidade de 10Pc.g⁻¹ e frequência de ressonância de 40kHz.

O acelerômetro foi fixado de acordo com a metodologia adotada por Santos¹⁰, sendo no joelho (sobre a articulação tibio-femural, Figura 1) e posteriormente no tornozelo (logo acima do maléolo lateral da tibia, Figura 2) da perna de impulsão. Os eixos de direção do movimento foram definidos como vertical (y), lateral (z) e ântero-posterior (x) (Figura 3). O acelerômetro e os cabos foram fixados com fita elástica de tal modo que permitia a realização natural das cortadas e bloqueios.

As atletas realizaram 10 saltos simulando a cortada (ataque) do voleibol, com o acelerômetro fixado no joelho, com intervalo de 30s entre cada salto. Após um intervalo de 30min, as atletas realizaram mais 10 saltos com o acelerômetro fixado no tornozelo. Os sinais advindos do acelerômetro (transdutor piezoelétrico) nas três direções (x, y e z) passavam por intermédio de cabos, um para cada direção de eixo, para pré-amplificadores respectivos, e adquiridos por um microcomputador CIO-DAS 1601, com 12 bits de resolução e 16 canais. Os sinais foram processados pelo programa gráfico SAD 32 (1977) em mV.s⁻¹, sendo após corrigidos pelos fatores de amplificação de cada eixo e divididos por 9,81m.s⁻² para serem transformados em unidades de aceleração da gravidade (g).

Para o tratamento estatístico dos dados foi utilizado o programa SPSS versão 15. Foi utilizado o teste de Shapiro-

Wilk para verificar a normalidade dos dados, aplicada a estatística descritiva em termos de média, desvio padrão e coeficiente de variação para a identificação das variáveis. Uma análise de variância (ANOVA) foi realizada para comparar as magnitudes de impacto entre os eixos (x, y e z) no joelho e no tornozelo. O teste de correlação de Pearson relacionou %G com o desempenho no salto vertical e com as magnitudes de impactos nos eixos de maior valor do joelho e do tornozelo. Para todos os testes foi utilizado um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Os resultados descritivos em termos de média, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) da massa corporal, do %G, do desempenho no salto vertical e das magnitudes de impacto nos membros inferiores das atletas estão apontados na Tabela 1.

Observando os valores da Tabela 1, verifica-se que os maiores CV ocorreram nos impactos no joelho.

Para identificar os eixos em que ocorrem as maiores magnitudes de impacto, tanto no joelho quanto no tornozelo, foi aplicada uma análise de variância, cujos resultados estão contidos na Tabela 2.

Observando a Tabela 2, pode-se verificar que houve diferença significativa dos valores de impacto entre o eixo z e os demais eixos na articulação do joelho, e entre todos os eixos no tornozelo. Os maiores valores de impacto no joelho ocorreram no eixo antero-posterior e

Figura 1 - Fixação no joelho**Figura 2** - Fixação no tornozelo

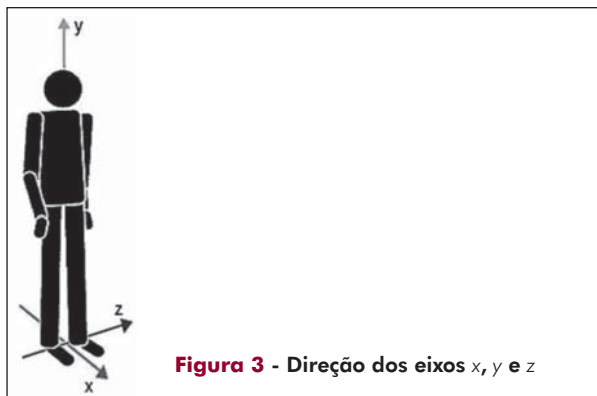


Figura 3 - Direção dos eixos x, y e z

vertical, enquanto que no tornozelo o impacto foi maior no eixo vertical.

Considerando-se, então, os resultados mostrados na Tabela 2, foram utilizados nas análises de correlação entre as variáveis somente os valores de impacto provenientes do eixo vertical para a articulação do tornozelo, e do eixo ântero-posterior para a articulação do joelho, visto que estes eixos receberam as maiores magnitudes de impacto.

Os resultados da correlação entre as variáveis %G com a impulsão vertical e com as magnitudes de impactos no tornozelo (eixo vertical) e no joelho (ântero-posterior) estão descritos na Tabela 3.

Observando os dados da Tabela 3, verifica-se uma correlação negativa entre %G e a impulsão vertical das atletas, e uma correlação positiva entre %G e magnitudes de impacto no tornozelo no eixo vertical (y).

DISCUSSÃO

Os valores de CV observados na Tabela 1 dos dados da massa corporal, do %G, da impulsão vertical e das magnitudes de impacto nos membros inferiores, é considerado alto, segundo os critérios de Gomes¹⁸. Os altos valores de CV indicam que, apesar da equipe possuir bastante tempo de prática e treinar periodicamente, as atletas possuem características heterogêneas em todas as variáveis medidas.

Tais resultados podem ser explicados, tanto pela característica amadora da equipe quanto pela posição adotada por cada atleta. Estudos mostram que a massa corporal e o %G possuem variações significantes entre as posições de jogo^{19,20}. Dutra *et al.*²⁰ verificaram uma diferença significativa para estatura, peso e massa livre de gordura entre os jogadores da seleção brasileira de voleibol de 2000 e 2003, apontando que a variável *estatura* é a principal característica, pois indivíduos com diferentes estaturas apresentaram pesos corporais e massas livres de gordura distintos. Ferreira *et al.*¹⁹ encontraram valores médios de percentual de gordura corporal para atletas de voleibol do sexo masculino de 15,96% para jogadores de entrada de

ponta, 14,85% para jogadores de saída de ponta, 18,09% para jogadores de meio e 22,12% para os levantadores.

Quanto aos valores de %G das atletas desse estudo (24,8%), pode-se dizer que estão acima da média dos valores de referência para mulheres atletas, que, de acordo com Foss & Keteyian²¹, deve ficar em torno de 12% a 22%. Já para Geraldtes²², o percentual de gordura corporal ideal para atletas de elite de voleibol do sexo feminino estaria em torno de 10% a 15%.

Considerando que a variabilidade nas modificações nos parâmetros de composição corporal parece ser dependente da intensidade e duração dos esforços físicos²³, o alto valor do %G das atletas deste estudo pode ser explicado pela baixa frequência e intensidade de treino das atletas (2h30min, duas vezes por semana). A condição física dos jogadores muda gradualmente sob a influência de fatores externos ao treinamento, e também devido ao próprio treino e competições. Uma avaliação efetiva, precisa, e no tempo certo, das condições físicas atuais dos jogadores, faz com que seja possível julgar as capacidades físicas e orientar os treinamentos²⁴.

Outro fator que pode explicar o alto %G é a característica do treinamento de voleibol. Cambraia & Pulcinelli²⁵ explicam que o treino de voleibol é predominantemente anaeróbico, o que dificulta a mobilização das gorduras corporais, tornando mais lenta a mobilização dos depósitos subcutâneos.

Os valores médios de impulsão vertical encontrados neste estudo ($37,75 \pm 5,05$ cm) foram similares aos valores encontrados por Furtado *et al.*²⁶, que investigaram a performance em diferentes tipos de execução de salto vertical em atletas de voleibol do sexo feminino, com idade de $21,2 \pm 2,5$ anos, e encontraram média de $32,53 \pm 4,52$ cm nos saltos com movimentação livre dos membros superiores.

Quanto às magnitudes dos impactos, os maiores valores no joelho ocorreram no eixo ântero-posterior, enquanto que no tornozelo o impacto foi maior no eixo vertical.

Tabela 2 - Comparação das magnitudes de impacto entre os eixos ântero-posterior (x), vertical (y) e látero-lateral (z)

Eixos	Impacto joelho	Impacto tornozelo
x	38,22 A	36,32 A
y	20,24 A	50,78 B
z	16,17 B	21,99 C

obs: letras maiúsculas diferentes mostram que houve diferença significativa entre os eixos

Tabela 3 - Correlação entre as variáveis %G com impulsão vertical e com magnitudes de impacto no tornozelo e joelho

variáveis	r_c
%G x Impulsão vertical	-0,778*
%G x Impacto joelho (eixo ântero-posterior)	0,386
%G x Impacto tornozelo (eixo vertical)	0,731*

* $p \leq 0,05$

No joelho, as maiores magnitudes de impacto no eixo ântero-posterior durante aterrissagens pode ser justificada devido à flexão do joelho, que amplifica a movimentação dessa articulação nessa direção, direcionando as forças de impacto. De acordo com Prapavessis & McNair²⁷, este é o movimento correto de uma aterrissagem no voleibol, seja ela para uma cortada ou para um bloqueio. A flexão dos joelhos no sentido ântero-posterior na aterrissagem dos saltos tem por objetivo manter o contato com o solo o maior tempo possível, afim de que a maior parte da energia seja dissipada no contato do pé do atleta com o solo através dos elementos dissipativos: deformação do solado do sapato, deformação elástica do próprio pé, aquecimento devido ao atrito, entre outros^{28, 29}.

Na articulação do tornozelo, as maiores magnitudes de impactos no eixo vertical justificam-se devido à menor amplitude de movimentação dessa articulação em relação ao joelho, e, durante a aterrissagem, a força é direcionada no sentido vertical. A articulação do tornozelo é elaborada mais para estabilidade do que para mobilidade, sendo que a amplitude do movimento de dorsiflexão fica limitada pelo contato ósseo entre o colo do tálus e a tíbia, a cápsula e os ligamentos, e os músculos flexores plantares³⁰.

Os maiores valores de impacto na articulação do tornozelo em relação ao joelho ocorrem devido ao pé ser o primeiro segmento a receber o impacto. O impacto do apoio do pé no solo provoca uma força de reação do solo para o pé que é absorvida pelo corpo humano³¹, sendo que, posteriormente, a vibração causada pelo choque se propaga para o restante do corpo, sendo atenuada por elementos dissipativos (articulações e tecidos moles) até que ocorra a estabilização total das vibrações.

Na Tabela 3, observou-se uma correlação negativa entre %G e a impulsão vertical das atletas, ou seja, o %G mostrou-se interferindo negativamente no desempenho do salto vertical das atletas desse estudo. Esse resultado foi encontrado também em estudos que investigaram atletas de basquetebol^{32,33} ou de desempenho em testes de impulsão vertical^{34,35}. No voleibol, apesar das poucas informações disponíveis na literatura, os menores valores de %G podem favorecer o rendimento máximo, visto que a movimentação durante as partidas é intensa, com alta exigência energética, principalmente durante a realização de saltos, tanto em ataques quanto em bloqueios. Chamorro & Lorenzo⁹ explicam que o excesso de gordura corporal provoca um aumento na massa corporal, o que resulta numa perda de desempenho atlético em fundamentos que envolvam velocidade e potência explosiva, como os saltos, visto que aceleração é igual à força dividida pela massa.

A correlação positiva encontrada entre o %G com as magnitudes dos impactos no tornozelo (Tabela 3) é explicada pelo fato de que o aumento no %G acarreta o aumento da massa corporal total. Durante a aterrissagem ocorre uma

colisão entre o corpo do atleta e uma superfície externa fixa que é o piso da quadra. Considerando que a quantidade de movimento de um determinado corpo (momento) depende da massa e da velocidade do mesmo, a força de contato que atua durante uma colisão é igual à variação do momento linear da partícula durante um intervalo de tempo¹². Então, as forças de impacto dependerão diretamente da massa dos corpos envolvidos na colisão, bem como da velocidade de contato entre os corpos, num dado intervalo de tempo, ou seja, a aceleração. Como o piso é estático durante a colisão, somente a massa do sujeito é considerada, influenciando nas magnitudes dos impactos.

Já para as magnitudes dos impactos no joelho, não houve correlação com o percentual de gordura corporal das atletas. Este resultado pode ter sido influenciado pela técnica de amortecimento realizada durante a aterrissagem. A flexão do joelho no sentido ântero-posterior no momento da aterrissagem contribui para amenizar os efeitos dos impactos^{30,36}, independente de massa corporal. Por isso, é importante que seja realizada a técnica correta de aterrissagem de saltos.

Outras implicações do aumento do %G e da massa corporal excedente, provocada pelo maior acúmulo de tecido adiposo e denominada de massa corporal inativa, é que acarreta maior dispêndio energético, dificultando o processo de recuperação pós-esforço³⁷. Isso pode levar a uma situação de fadiga prematura, o que afeta na atenuação dos impactos, visto que o aumento nas magnitudes dos impactos aumenta com o surgimento da fadiga^{38,39}. Esse aumento da fadiga, associado aos altos níveis de impacto aplicado nos membros inferiores e ao grande número de aterrissagens realizadas no voleibol, podem ser grandes responsáveis pelo acometimento das lesões. Com a aplicação de cargas excessivas, as sínteses celulares dentro da cartilagem articular podem diminuir, e a degradação aumentar, causando as modificações de deterioração pelo uso comum que acompanham a prática prolongada de exercício⁴⁰.

Por outro lado, a massa corporal proporciona variações no tempo de contato entre os corpos, ou seja, quanto maior a massa, maior é a deformação dos corpos e maior é o tempo de contato entre eles, o que diminui as magnitudes da força de impacto gerada. Por isso, para que se possa inferir corretamente na relação entre massa e forças impactantes, torna-se importante considerar também outros fatores como a atuação de elementos dissipativos que atuam no momento da aterrissagem, como a deformação do solado do sapato, deformação elástica do próprio pé, aquecimento devido ao atrito, ruído, etc.^{25,41}, bem como a técnica de aterrissagem.

Considerando os objetivos propostos, pode-se considerar que o grupo se apresentou heterogêneo em termos de massa corporal, %G, desempenho no salto vertical e

magnitudes dos impactos nos membros inferiores durante aterrissagens advindos das cortadas; o %G das atletas é considerado alto, mesmo para uma equipe amadora de voleibol feminino; as maiores magnitudes dos impactos foram geradas no tornozelo no eixo vertical; quanto maior o %G das atletas, pior foi o desempenho no salto vertical, e quanto maior o %G maior foram as magnitudes dos impactos sofridos pelo tornozelo das atletas.

Mesmo não sendo uma equipe feminina de elite, vale ressaltar a importância da redução do %G das atletas, haja vista que os resultados apontam que, além da interferência negativa no salto vertical, variável essa imprescindível para a prática do voleibol, as atletas ficam mais suscetíveis a lesões nos tornozelos.

REFERÊNCIAS

- McArdle W, Katch F. *Nutrição para o desporto e o exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
- Fernandes Filho J. A *Prática da Avaliação Física*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
- Guedes DP, Rechenchosky L. Comparação da gordura corporal predita por métodos antropométricos: índice de massa corporal e espessuras de dobras cutâneas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2008;10(1):1-7.
- Iglesias F. Análisis del esfuerzo en el voleibol. *Stadium*. 1994;168(28):17-23.
- Lian Ø, Engebretsen L, Øvrebø RV, Bahr R. Characteristics of the leg extensors in male volleyball players with jumper's knee. *Am J Sports Med*. 1996; 24(3): 380-5.
- Rodacki ALF, Bientenez RM, Cruz EA, Machado A, Santos A, Pereira E, et al. O número de saltos verticais realizados durante partidas de voleibol como indicador da prescrição do treinamento. *Rev Trein Des*. 1997;2(1):32-8.
- Ugrinowitsch C, Barbanti VJ, Gonçalves A, Peres BA. Capacidade dos testes isocinéticos em prever a "performance" no salto vertical em jogadores de voleibol. *Rev Paul Educ Fis*. 2000;14(2):172-83.
- Smith DJ, Roberts D, Watson B. Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and university volleyball players. *J Sports Sci*. 1992;10(2):131-4.
- Lorenzo MG, Chamorro RG. Índice de masa corporal y composición corporal. Un estudio antropométrico de 2500 deportistas de alto nivel. *Efdeportes.com* [serial na internet]. 2004 set [citado em 2008 setembro 6]; 10(76): [cerca de 39 telas]. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd76/antrop.htm>.
- Santos SG. Estudo das características de impacto e da percepção humana de conforto na prática de "ukemis" em diferentes tatames [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.
- Silvestre MV, Lima WC. Importância do treinamento proprioceptivo na reabilitação de entorse de tornozelo. *Fisio Mov*. 2003;16:27-33.
- Nussenzveig HM. *Curso de física básica 1 - mecânica*. 3ª ed. São Paulo: Edgard Blucher; 1996.
- Alvarez BR, Pavan AL. Alturas e comprimentos. Em: Petroski EL (org). *Antropometria: técnicas e padronizações*. 3ª ed. Blumenau: Nova Letra; 2007.
- Benedetti TRB, Pinho RA, Ramos VM. Dobras cutâneas. Em: Petroski EL (org). *Antropometria: técnicas e padronizações*. 3ª ed. Blumenau: Nova Letra; 2007.
- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc*. 1980;12:175-82.
- Heyward V, Stolarczyk M. *Composição corporal e atletas. Avaliação da composição corporal aplicada*. 1ª ed. São Paulo: Manole; 2000.
- Carnaval PE. *Medidas e avaliação em ciências do esporte*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Sprint; 2004.
- Gomes FP. *Curso de estatística experimental*. 13ª ed. Piracicaba: Nobel AS; 1990.
- Ferreira AD, Paula AH, Cotta DO. Identificação e comparação do perfil de aptidão física em atletas de voleibol por posição de jogo. *Efdeportes.com* [serial na internet]. 2007 mar [citado em 2008 julho]; 11(106): [cerca de 17 telas]. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd106/perfil-de-aptidao-fisica-em-atletas-de-voleibol.htm>.
- Dutra LN, Lerbach AM, Damasceno VO, Silva AC, Vianna JM, Fernandes Filho J. A *Prática da Avaliação Física*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
- Foss ML, Keteyian SJ. *Bases fisiológicas do exercício e do esporte*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
- Geraldes AAR. *Ginástica localizada - teoria e prática*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Sprint; 1993.
- Pariskova J. *Gordura corporal e aptidão física*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1982.
- Barbanti VJ. *Treinamento físico: bases científicas*. 2ª ed. São Paulo: CLR Balieiro; 1988.
- Cambráia AN, Pulcinelli AJ. Avaliação da composição corporal e da potência aeróbica em jogadoras de Voleibol de 13 a 16 anos de idade do Distrito Federal. *Rev Bras Ciên Mov*. 2002;10(2):43-8.
- Furtado GS, Melo RRO, Garcia MAC. Desempenho de atletas de voleibol do sexo feminino em saltos verticais. *Arq Mov*. 2006; 2(2):1-20.
- Prapavessis H, McNair PJ. Effects of instruction in jumping technique and experience jumping on ground reaction forces. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999;29(6):352-6.
- Derrick TR. The effects of knee contact angle on impact forces and accelerations. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(5):832-7.
- Moran KA, Marshall BM. Effect of Fatigue on tibial impact accelerations and knee kinematics in drop jumps. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(10):1836-42.
- Hamill J, Knutzen KM. *Bases biomecânicas do movimento humano*. São Paulo: Manole; 1999.
- Wieczorek SA, Duarte M, Amadio AC. Estudo da força reação do solo no movimento básico de "step". *Rev Paul Educ Fis*. 1997;11(2):103-15.
- Bale P. Anthropometric, body composition, and performance variables of Young elite females basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 1991;31(2):173-7.
- Ugarkovic D, Matavulj D, Kukolj M, Jaric S. Standard anthropometric, body composition, and strength variables as predictors of jumping performance in elite junior athletes. *J Strength Cond Res*. 2002;16(2):227-30.
- Ball TE, Massey BH, Misner JE, Mckeown BC, Lohman TG. The relative contribution of strength and physique to running and jumping performance of boys 7-11. *J Sports Med Physical Fitness*. 1992;32(4):364-71.
- McLeod WD. Performance measurement and percent body fat in the high school athlete. *Am J Sports Med*. 1983;11:390-7.
- Lafortune MA, Hennig EM, Lake MJ. Dominant role of interface over knee angle for cushioning impact loading and regulating initial leg stiffness. *J Biomech*. 1996;29(12):1523-9.
- Cyrino ES, Altamari LR, Okano AH, Coelho CF. Efeitos do treinamento de futsal sobre a composição corporal e o desempenho motor de jovens atletas. *Rev Bras Ciên Mov*. 2002;10(1):41-6.
- Verbitsky O, Mizrahi J, Voloshin A, Treiger J, Izakov E. Shock transmission and fatigue in human running. *J Appl Biomech*. 1998;14:300-11.
- Mizrahi J, Verbitsky O, Isakov E. Shock accelerations and attenuation in downhill and level running. *Clinical Biomech*. 2000;15:15-20.
- Vasan N. Effects of physical stress on the synthesis and degradation of cartilage matrix. *Connec Tiss Res*. 1983;12:49-58.
- Lafortune MA, Henning E, Valiant GA. Tibial shock measured with bone and skin mounted transducers. *J Biomech*. 1995;28(8):989-93.

Recebido: 17/08/08; Aceito: 09/11/08.