

Desempenho do salto vertical sob diferentes condições de execução

KAUFFMAN RIBEIRO DA SILVA¹

JOSÉ MAGALHÃES²

MARCO ANTONIO CAVALCANTI GARCIA³

Resumo: O objetivo deste trabalho foi analisar a contribuição de membros superiores (%MMSS), das passadas de aproximação e do armazenamento de energia elástica (IE) de membros inferiores, durante saltos verticais, através de 5 diferentes tipos de salto: Sem membros superiores (s/MMSS); a partir de 90 graus de flexão dos joelhos (S90°); com livre movimentação dos membros superiores (c/MMSS); e precedidos de uma e duas passadas (C1P e C2P). A amostra foi composta de 18 atletas militares e os testes realizados através da Plataforma de Salto PS-65, um sistema temporizador. Os resultados foram: c/MMSS = $47,5 \pm 4,8$ cm; s/MMSS = $38,7 \pm 3,9$ cm; S90° = $32,8 \pm 3,8$ cm; C1P = $51,9 \pm 5,1$ cm; C2P = $53,5 \pm 5,6$ cm; IE = $5,9 \pm 3,0$ cm; %MMSS = $17,9 \pm 6,9$ %; %C1P = $9,7 \pm 9,7$ %; e %C2P = $12,9 \pm 10,2$ %. Para a comparação entre os resultados obtidos, foi utilizada a ANOVA ($\alpha=0,05$). As variáveis IE e %MMSS diferiram dos resultados encontrados na literatura e apontam para um déficit da primeira, em função de um reduzido armazenamento de energia elástica, normalmente dependente da velocidade e da amplitude de execução do movimento de flexão e extensão de joelhos.

Palavras-chave: Salto vertical, Plataforma de Salto, Biomecânica do Salto Vertical

INTRODUÇÃO

O aumento no número de pessoas que praticam atividade física tem exigido um conhecimento cada vez maior e mais detalhado sobre a Fisiologia e a Biomecânica envolvida na execução de algumas das tarefas relativas às diferentes modalidades desportivas. Logo, refinar e apurar o movimento e o condicionamento físico daqueles que praticam algum tipo de desporto, principalmente o competitivo, passou a ser um grande desafio por parte de treinadores e técnicos. Neste sentido, diferentes recursos laboratoriais

têm sido utilizados no sentido de avaliar a *performance* de atletas durante a realização de gestos específicos, tais como a cortada no voleibol. As informações colhidas passam a servir, portanto, como elementos acessórios ao treinamento, viabilizando o acompanhamento de atletas durante as etapas de preparação para as competições. Instrumentos de análise do conteúdo presente no sangue, monitores de frequência cardíaca, sistemas de cinematografia 3D e eletromiógrafos constituem algumas das fer-

¹ Aluno de Graduação do Bacharelado em Educação Física da EEFD/UFRJ - Laboratório de Biomecânica da EEFD/UFRJ

² Engenheiro do Departamento de Biociências da Atividade Física - Laboratório de Biomecânica da EEFD/UFRJ

³ Professor Assistente - Nível III - EEFD/UFRJ - Laboratório de Biomecânica da EEFD/UFRJ

ramentas utilizadas em laboratórios de Fisiologia do Exercício e Biomecânica.

Em Biomecânica, mais especificamente, uma análise sobre a forma como o atleta adquire e aprimora seus movimentos permitirá que o treinador trabalhe com variáveis que o auxiliarão na elaboração de um programa de treinamento otimizado. Variáveis tais como a velocidade de deslocamento, a força aplicada contra o solo e o tempo de reação de uma tarefa vinculada a uma modalidade específica, poderão fornecer informações valiosas sobre o desempenho dos atletas. Dentre as inúmeras tarefas que podem ser citadas, o salto vertical constitui um excelente exemplo de movimento, rico em conceitos físicos.

Diferentes modalidades desportivas apresentam o salto vertical como parte integrante de seus gestos fundamentais. Sendo que, em algumas delas, o salto é parte de ações motoras mais complexas (cortadas e bloqueios no voleibol, arremessos no handebol, rebotes no basquetebol, etc.). Em vista dessa importância, vários estudos vêm sendo realizados na tentativa de explicar as variáveis que determinam a *performance* nestes gestos (JACOBS *et al.*, 1996; RAVN *et al.*, 1999; HASSON *et al.*, 2004; SCOTT & DOCHERTY, 2004).

Dentre as inúmeras variáveis, aquelas relacionadas aos aspectos cinemáticos são profundamente investigadas. Discute-se, por exemplo, que a velocidade de execução do movimento de flexão e extensão está diretamente relacionada ao desempenho do atleta durante o salto (TOUMI *et al.*, 2004; VANRENTERGHEM *et al.*, 2004). Logo, avaliar a amplitude de movimento e a velocidade angular das articulações envolvidas, principalmente dos membros inferiores, faz-se necessário na etapa de avaliação. Desta forma, aplicar protocolos de treinamento onde são administrados saltos em profundidade (treinamento pliométrico), que precedem o salto vertical, a partir de alturas excessivas, poderá comprometer o alcance de velocidades compatíveis com a real necessidade do atleta, dado que o mesmo poderá gastar um tempo excessivamente grande na fase de aterrissagem, importante no amortecimento (BOMPA, 2004).

Outra variável complexa, mas envolvida com alguns dos conceitos da Dinâmica, diz respeito à utilização dos membros superiores durante o salto. Lee *et al.* (2004), testando o efeito da mobilização dos membros superiores, observaram que houve um aumento no desempenho do salto vertical de aproximadamente 28% se comparado ao salto sem utilização dos membros superiores. Este aumento no desempenho estaria relacionado com o aumento na velocidade do centro de massa na fase de decolagem que, segundo eles, poderia ter um aumento médio de até 72%. No entanto, estes também afirmam que os mecanismos que envolvem a

contribuição dos membros superiores se definem a partir de uma análise extremamente complexa. Porém, ressaltam as vantagens alcançadas com o armazenamento de energia potencial elástica de músculos e tendões em torno das articulações do quadril, joelho e tornozelo. Curiosamente, nenhum trabalho na literatura parece admitir ou mesmo valorizar a contribuição dos membros superiores na execução do salto vertical a partir de um número restrito de conceitos físicos aplicados. Dada a complexidade e o extenso número de conceitos envolvidos na Biomecânica do salto, alguns trabalhos de simulação também têm sido realizados no intuito de melhor discriminar algumas das variáveis envolvidas, assim como “realimentar” os modelos a partir de medidas diretas mediante avaliação da atividade eletromiográfica de músculos dos membros inferiores (SELBIE E CALDWELL, 1996; SPÄGELE *et al.*, 1999).

Outros trabalhos têm se dedicado ao estudo dos protocolos de avaliação do salto vertical. MARKOVIC *et al.* (2004) testaram diferentes adaptações de alguns dos protocolos comumente utilizados (salto com contra-movimento, salto sem contra-movimento e salto com e sem utilização de membros superiores) e observaram que todos permitiam avaliar a força explosiva de membros inferiores. Entretanto, o salto com contra-movimento parece ser, dentre os diferentes protocolos, o que melhor permite extrair sobre esta variável.

Alguns autores, por sua vez, têm estabelecido relações de desempenho entre o salto vertical e outras valências físicas. Wisløff *et al.* (2004) testaram o desempenho de atletas de futebol em suas máximas capacidades de velocidade e compararam com resultados obtidos em testes de salto vertical. Os autores concluíram que havia forte correlação entre as variáveis analisadas. Outros, porém, têm se dedicado a estudar aspectos relacionados com a mecânica muscular, sendo o armazenamento de energia elástica um dos principais alvos de investigação. A interação entre os elementos contráteis e elásticos do músculo permite que haja, durante a fase de flexão das articulações, armazenamento de energia potencial elástica (SADAO *et al.*, 2003). Entretanto, destaca-se a necessidade de realização das fases de flexão (fase negativa) e extensão (fase positiva) em um pequeno intervalo de tempo, dada a possibilidade de dissipação da energia armazenada nos componentes elásticos através de calor (Komi & Bosco, 1984). Desta forma, as estruturas tendinosas sofreriam uma deformação elástica da ordem de 2% e que, ocorrendo em um pequeno espaço de tempo (100-200 ms), poderá contribuir no aumento de força aplicado sobre os segmentos e, conseqüentemente, no aumento do torque gerado sobre as articulações envolvidas (ROBERTS, 2002; SADAO *et al.*, 2003).

Mesmo havendo um grande número de trabalhos que discutem a Fisiologia e a Biomecânica do salto vertical, não existem informações claras quanto à contribuição de algumas das variáveis discutidas. Portanto, faz-se necessário determinar valores de referência que permitam, principalmente aos treinadores, avaliar o desempenho de seus atletas. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento das variáveis índice elástico (IE), contribuição dos membros superiores (%MMSS) e contribuição de um e dois passos de aproximação (%C1P e %C2P, respectivamente) aplicadas a prática do salto vertical no voleibol e em atletas do sexo masculino.

METODOLOGIA

Dezoito atletas do sexo masculino ($25,8 \pm 2,6$ anos), militares, pertencentes à equipe de voleibol da Força de Fuzileiros da Esquadra (FFE), em início de período de treinamento, consentiram em participar do estudo. A participação dos atletas neste trabalho foi autorizada pelos órgãos competentes da Marinha do Brasil. Todos os sujeitos receberam orientação sobre o protocolo adotado e foram admitidos exercícios de preparação ("aquecimento"), constituídos de alongamento e pequenos saltos, 10 minutos antes da bateria de testes. Cada tipo de salto foi realizado três vezes, com intervalo mínimo de 45 segundos entre cada. Um intervalo de um minuto foi adotado entre cada série. Os tipos de salto vertical realizados foram:

- Salto com livre movimentação dos membros superiores (c/MMSS) (Figura 1a);

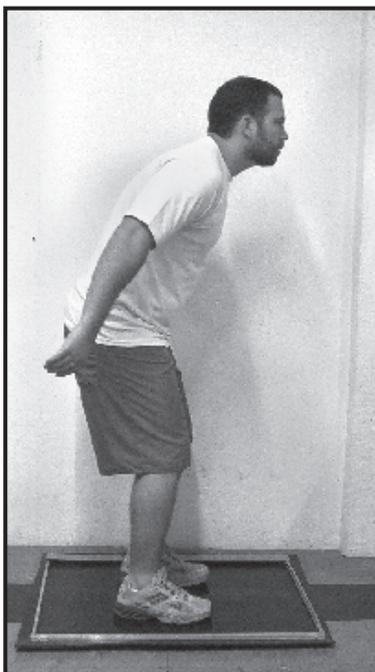


Figura 1a

- Salto sem utilização dos membros superiores, com o indivíduo fixando as mãos ao quadril (s/MMSS) (Figura 1b);

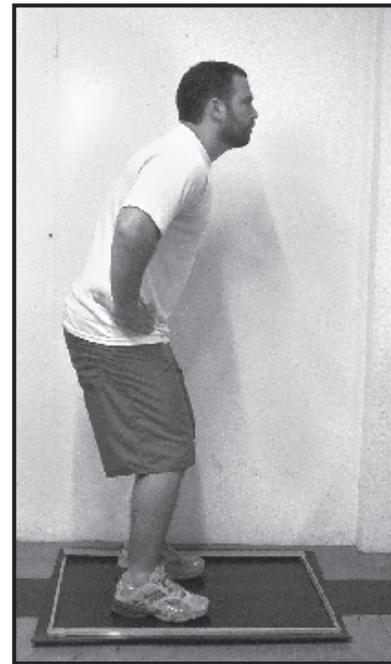


Figura 1b

- Salto sem a utilização dos membros superiores, mas partindo, após cinco segundos, da posição estática de 90 graus de flexão da articulação do joelho (S90°) (Figura 1c);

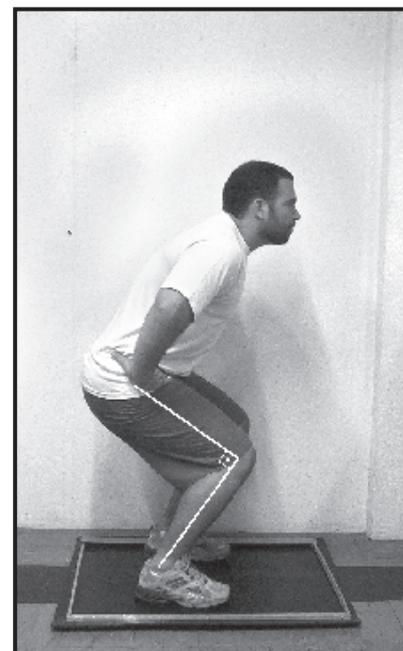


Figura 1c

- Salto precedido de um e dois passos de aproximação, com a livre movimentação dos membros superiores (C1P e C2P) (Figura 1d).



Figura 1d

O controle sobre a execução do teste S90° foi feito pelo experimentador que, após controlar o tempo mínimo de cinco segundos para a fase positiva do salto, dizia, em voz alta, a palavra “saltar”. A partir daí, era permitida a realização do salto. Quanto aos saltos C1P e C2P, estes foram realizados através de um e dois passos de aproximação que precediam a realização do mesmo. Logo, os atletas não poderiam realizar os saltos sem introduzir estes componentes ao movimento.

Para a estimativa das alturas de salto foi utilizada a Plataforma de Salto PS-65 (PEREIRA & D´ANGELO, 1986) (Figura 2), desenvolvida no Laboratório de Biomecânica da EEFD/UFRJ (Figura 2). Este sistema, cujas dimensões são de 60 cm x 70 cm, é capaz de determinar a altura de salto através do tempo de voo do atleta (Equação 1). Emissores e receptores fotoelétricos, distribuídos no interior da Plataforma de Salto, passam a contar o tempo de permanência no ar a partir do momento em que o atleta perde o contato com o solo e os feixes de luz alcançam os receptores. A Plataforma, segundo os autores, foi validado através de método cronofotográfico, mediante um LED (diodo emissor de luz) fixado lateralmente à cintura pélvica dos voluntários (PEREIRA & D´ANGELO, 1986). Na comparação entre os métodos para a determinação da altura do salto, ou seja, com a Plataforma de Salto e o método cronofotográfico, não foram observadas diferenças

estatísticas significativas. Maiores esclarecimentos são fornecidos no artigo de Pereira e D´Angelo (1986).

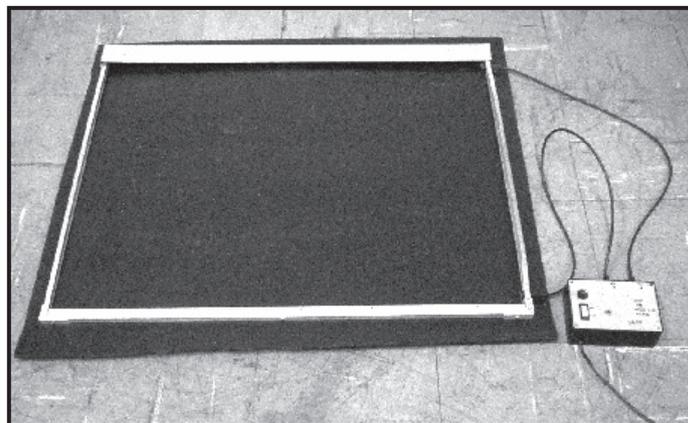


Figura 2

Dadas as características deste sistema de medida (análise temporal), não era permitido que o atleta produzisse qualquer estratégia de movimentação que o fizesse, na fase de aterrissagem, tocar o solo com os joelhos ou quadris flexionados. Desta maneira, poder-se-ia minimizar erros na quantificação do tempo de voo.

$$Altura = \frac{1}{8}gt^2 \quad (1)$$

Onde,

g é a aceleração da gravidade (9,81 m/s²);

t é o tempo de permanência no ar (s).

Os resultados obtidos nos saltos foram desconsiderados para análise nas seguintes situações:

- Quando o atleta não iniciava o salto com ambos os pés no interior da Plataforma;
- Quando o atleta não terminava o salto com ambos os pés no interior da Plataforma, inclusive pisando em uma ou ambas as bordas da mesma;
- Quando, nos saltos sem utilização dos membros superiores, mobilizava-os;
- Quando, no salto S90°, flexionava os joelhos imediatamente após o comando de realização do salto;
- Quando realizava um passo a mais nos saltos C1P e C2P;
- Quando era detectado, por parte do experimentador,

qualquer tipo de desconforto durante a execução de um salto;

- Adotar um posicionamento do tipo “grupado” (flexão das articulações do quadril e joelho) no momento da aterrissagem, aumento o tempo de voo.

Um programa em LabVIEW (versão 5.1 - NATIONAL INSTRUMENTS, EUA) foi elaborado para calcular e apresentar as alturas obtidas em cada salto.

As variáveis calculadas, além da comparação entre as médias das alturas obtidas nos testes de salto, foram Índice Elástico (IE) (Equação 2), segundo o protocolo de Bosco (1981); Contribuição de Membros Superiores (%MMSS) (Equação 3); Contribuição de Um Passo de Aproximação (%C1P) (Equação 4); e Contribuição de Dois Passo de Aproximação (%C2P) (Equação 5).

$$IE(cm) = s / MMSS - S90^o \quad (2)$$

Onde,

$s/MMSS$ é a altura do salto obtida neste salto em cm;

$S90^o$ é a altura do salto obtida neste salto em cm.

$$\%MMSS = 100 - \left(\frac{s / MMSS \times 100}{c / MMSS} \right) \quad (3)$$

Onde,

$s/MMSS$ é a altura do salto obtida neste salto em cm;

$c/MMSS$ é a altura do salto obtida neste salto em cm.

$$\%C1P = \left(\frac{C1P \times 100}{c / MMSS} \right) - 100 \quad (4)$$

Onde,

$C1P$ é a altura do salto obtida neste salto em cm;

$c/MMSS$ é a altura do salto obtida neste salto em cm.

$$\%C2P = \left(\frac{C2P \times 100}{c / MMSS} \right) - 100 \quad (5)$$

Onde,

$C2P$ é a altura do salto obtida neste salto em cm;

$c/MMSS$ é a altura do salto obtida neste salto em cm.

Para a comparação das alturas médias obtidas entre os cinco diferentes tipos de salto vertical foi utilizada ANOVA *one-way* ($\alpha=0,05$) e análise post-hoc *Tukey HSD*. A análise dos dados foi realizada através do programa *STATISTICA 5.1* (StatSoft, Inc.).

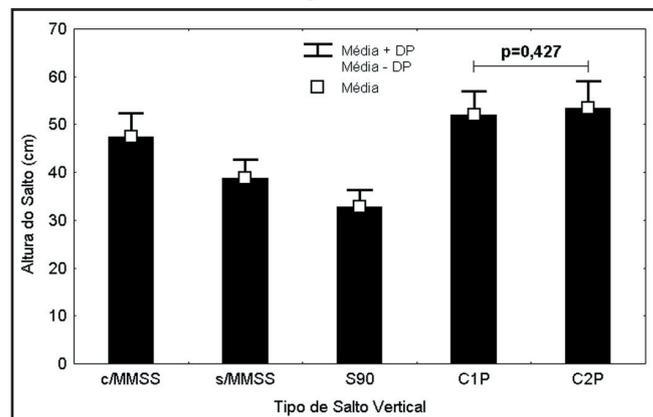
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios obtidos nos testes de salto são apresentados a partir da tabela 1 e da figura 3 para melhor visualização. Não foi verificada diferença estatística significativa ($p>0,05$) entre os três saltos de cada série. Logo, para a análise dos dados, foi considerada a altura média de cada série de cada atleta.

Tabela 1

Altura (cm)	c/MMSS	s/MMSS	S90o	C1P	C2P
Média + DP	47,5 + 4,8	38,7 + 3,9	32,8 + 3,6	51,9 + 5,1	53,5 + 5,7

Figura 3



A variável IE foi igual a $5,9 \pm 3,6$ cm, encontrando-se abaixo do único valor médio encontrado na literatura (10 cm), para alunos de graduação em Educação Física e atletas de voleibol (OLIVEIRA *et al.*, 1993). Este resultado se comparado ao apresentado por OLIVEIRA *et al.* (1993) sugere que os sujeitos não foram capazes de desenvolver velocidades de movimento de flexão dos joelhos altas o suficiente para reutilizar a energia elástica armazenada nos componentes elásticos do músculo (BOSCO, 1981). Esta teoria, apoiada por vários autores, mas não observada em atletas de voleibol, estabelece que o IE é dependente de uma mecânica cujas amplitudes articulares do joelho e quadril, próximas de 90^o , permitiriam

atingir o “comprimento ótimo” (curva Comprimento x Tensão) das respectivas musculaturas extensoras, e de uma velocidade elevada em ambas as fases (negativa e positiva) do momento de perda de contato com o solo (AMUSSEN & BONDE-PETERSEN, 1974; ANDERSON & PANDY, 1993; KUBO *et al.*, 1999; BIEWENER & ROBERTS, 2000).

A variável %MMSS foi de $18,3 \pm 5,1\%$, estando acima do único valor encontrado na literatura (15%), também citado por Oliveira *et al.* (1993). Supõe-se que o valor médio encontrado neste estudo, que poderia ser considerado elevado, estaria diretamente relacionado ao comportamento do IE, abaixo do resultado encontrado em atletas desta modalidade, também apontado pelos mesmos autores. Desta forma, supõe-se que, havendo uma deficiência na mecânica dos membros inferiores, possivelmente os MMSS irão apresentar maior destaque na realização do salto. LEES *et al.* (2004) discutem sobre a contribuição dos MMSS no aumento da velocidade de saída do solo no início do salto. A contribuição dos MMSS, segundo estes autores, teria origem na transferência de energia cinética para o restante do corpo durante os últimos estágios do salto, mas que também contribuiria no aumento do armazenamento e liberação de energia elástica de músculos e tendões. Mesmo assim, nenhuma teoria, isoladamente, fundamenta estes mecanismos. HASSON *et al.* (2004) ressaltam que a contribuição dos MMSS acontecerá de forma satisfatória apenas em casos onde a amplitude e a velocidade de execução sejam elevadas. No caso deste estudo, não é possível, através do método aplicado, avaliar os possíveis efeitos dos MMSS sobre a contribuição dos componentes elásticos, dado que as variáveis se interpoem.

As variáveis %C1P ($9,7 \pm 9,7\%$) e %C2P ($12,9 \pm 10,2\%$) apresentaram resultados próximos àqueles também encontrados por Oliveira *et al.* (1993), ou seja, 9 e 14%, respectivamente. Além disso, não apresentaram diferença estatística significativa entre si ($p=0,427$). A diferença observada entre os resultados encontrados e aqueles apresentados por Oliveira *et al.* (1993) está na maior variabilidade entre os sujeitos aqui estudados, refletindo um desempenho mais heterogêneo deste grupo de atletas. Essa afirmação é baseada também na inspeção visual realizada durante os testes, nos quais os atletas apresentaram dificuldade aparente na realização da tarefa. Com isso, a transferência de velocidade dos passos no aumento das forças aplicadas contra o solo pode ter sido reutilizada inadequadamente. O fato dos atletas também desempenharem funções diferenciadas na modalidade (“levantador”, “cortador de ponta” e “cortador de meio”) pode ter interferido no desempenho observado, principalmente nos saltos precedidos de passos. Cada uma das

funções apresenta características próprias, provavelmente não consideradas durante o treinamento. Um exemplo deste quadro pode ser definido a partir das distâncias tomadas a partir da rede e das alturas das bolas “atacadas” pelos atletas que desempenham o gesto da cortada pelas suas extremidades (grandes distâncias e bolas altas) e por aqueles que o fazem pelo centro (pequenas distâncias e bolas baixas).

CONCLUSÃO

Há um grande número de trabalhos que discutem diferentes conceitos aplicados à Biomecânica do salto vertical. Por outro lado, poucos trabalhos são desenvolvidos visando estabelecer características mais objetivas sobre determinadas modalidades desportivas. No caso deste estudo, o objetivo foi buscar parâmetros de comportamento de quatro diferentes variáveis importantes no desempenho do salto vertical em atletas de voleibol. Algumas relações puderam ser estabelecidas, mas de forma pouco consistente, dada a falta de trabalhos na literatura que as consubstanciassem. O único trabalho encontrado, desenvolvido por Oliveira *et al.* (1993), contribuiu, mesmo que parcialmente, na análise dos resultados encontrados. Ainda assim, não é possível afirmar que tais resultados sejam suficientes para que treinadores e técnicos os utilizem como referência na avaliação de seus atletas. Do que foi investigado e comparado com a literatura, poucas relações puderam ser estabelecidas. Um exemplo disso foi o comportamento entre as variáveis %MMSS e IE. Ambas apresentaram um comportamento diferenciado daquele descrito por Oliveira *et al.* (1993), o único encontrado na literatura. Supõe-se que tal comportamento esteja relacionado à baixa velocidade de execução de movimento de flexão dos joelhos, fazendo com que a contribuição dos MMSS se destaque na realização do salto. Deste modo, apoiasse a idéia de que a introdução de um treinamento específico, como o pliométrico, e a execução das passadas de aproximação com maior velocidade poderão contribuir na recuperação das variáveis e em um aumento na eficiência do salto vertical. Estas sugestões estariam melhor fundamentadas a partir de uma análise cinemática dos saltos destes atletas, na medida em que esta foi realizada apenas mediante inspeção visual. De qualquer forma, conclui-se que medidas simples, como as apresentadas aqui, ou mesmo adaptadas, como, por exemplo, através do *Sargent Jump Test*, onde são estimadas alturas de salto a partir de testes de alcance, poderão auxiliar na orientação de programas de treinamento para atletas e iniciantes. Sugere-se, então, que outros trabalhos sejam

realizados, comparando o desempenho entre sexos, modalidades e níveis, além da busca pela adequação dos protocolos de teste às características dos diferentes tipos de salto.

Performance of the vertical jump under different conditions of execution

Abstract: The aim was to analyze the effects of arms movement (%MMSS), of one and two steps preceded, and the storage of elastic energy (IE) of the lower limbs during vertical jumps. These variables were studied from 5 different jumps: Free arms movement (c/MMSS); without arms movement (s/MMSS); starting from the 90° of knees flexion (S90°); and one and two steps preceded (C1P and C2P, respectively). Eighteen volleyball players participated of this study, and the tests were taken through the Jump Platform PS-65. The results were: c/MMSS = 47,5 ± 4,8 cm; s/MMSS = 38,7 ± 3,9 cm; S90o = 32,8 ± 3,8 cm; C1P = 51,9 ± 5,1 cm; C2P = 53,5 ± 5,6 cm; IE = 5,9 ± 3,0 cm; %MMSS = 17,9 ± 6,9 %; %C1P = 9,7 ± 9,7%; and %C2P = 12,9 ± 10,2%. One-way ANOVA ($\alpha=0,05$) was adopted to compare the results. The variables IE and %MMSS were different from the results obtained from the literature and pointed to a deficit for the first one. This suggests a low storage of elastic energy, usually related to the amplitude and a low velocity of execution of the movement of flexion and extension of the lower limbs.

Key-words: Vertical jump, Jump Platform, Biomechanics of the Vertical Jump

REFERÊNCIAS

ANDERSON, F. C.; PANDY, M.G. Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. **Journal of Biomechanics**, v. 26, n. 12, p. 1413-1427, 1993.

ASMUSSEN, E.; BONDE-PETERSEN, F. Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. **Acta Physiologica Scandinavia**, v. 91, n. 3, p. 385-392, 1974.

BIEWENER, A. A.; ROBERTS, T. J. Muscle and tendon contributions to force, work, and elastic energy savings: a comparative perspective. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 28, n. 3, p. 99-107, 2000.

BOMPA, T.O. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento**. 4. ed. São Paulo: Phorte Editora, 2004.

BOSCO, C. New tests for the measurement of anaerobic ca-

capacity in jumping and leg extensor muscle elasticity. **Volleyball**. New Edition, January/March, (1):22-30, 1981.

HASSON, C. J.; DUGAN, E. L.; DOYLE, T. L.; HUMPHRIES, B.; NEWTON, R. U. Neuromechanical strategies employed to increase jump height during the initiation of the squat jump. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 14, n. 4, p. 515-521, 2004.

JACOBS, R.; BOBBERT, M. F.; SCHENAU, G. J. V. I. Mechanical output from individual muscles during explosive leg extensions: The role of biarticular muscles. **Journal of Biomechanics**, v. 29, n. 4, p. 513-523, 1996.

KOMI, P. V.; BOSCO, C. Utilization of elastic energy in jumping and its relation to skeletal muscle fiber composition in man. **Biomechanics 2A V1-A:79-84**, 1984.

KUBO, K.; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T. Influence of elastic properties of tendon structures on jump performance in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 6, p. 2090-2096, 1999.

KUROKAWA, S.; FUKUNAGA, T.; NAGANO, A.; FUKASHIRO, S. Interaction between fascicles and tendinous structures during counter movement jumping investigated in vivo. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 6, p. 2306-2314, 2003.

LEES, A.; VANRENTERGHEM, J.; DE CLERCQ, D. Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. **Journal of Biomechanics**, 2004.

MARKOVIC, G., D. DIZDAR, I. JUKIC, and M. CARDINALE. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. **Journal of Strength Conditional Research**, v. 18, n. 3, p. 551-555, 2004.

OLIVEIRA, L. F.; MASSIMILIANI, R.; GARCIA, M. A. C.; MEDEIROS, A. C. M. Influência de Uma e Duas Passadas de Aproximação no Desempenho do Salto Vertical, Medido Através da Plataforma de Salto. **Revista Brasileira de Ciência & Movimento**, São Caetano do Sul, v. 07, n. 01, p. 18-24, 1993.

PEREIRA, L.F.R.; D'ANGELO M. D. Influência do início da mediação da altura do salto vertical na precisão do resultado final. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 7, n. 3, p. 104-108, 1987.

RAVN, S.; VOIGT, M.; SIMONSEN, E. B.; AL KJAER, T.; BOJSEN-MOLLER, F.; KLAUSEN, K. Choice of jumping strategy in two standard jumps, squat and countermovement jump-effect of training background or inherited preference? **Scandinavian Journal of Medical and Science Sports**, v. 9, n. 4, p. 201-208, 1999.

ROBERTS, T. J. The integrated function of muscles and ten-

dons during locomotion. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology**, v. 133, n. 4, p. 1087-1099, 2002.

SCOTT, S. L.; DOCHERTY, D. Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. **Journal of Strength Conditional Research**, v. 18, n. 2, p. 201-205, 2004.

SELBIE, W. S.; CALDWELL, G. E. A simulation study of vertical jumping from different starting postures. **Journal of Biomechanics**, v. 29, n. 9, p. 1137-1146, 1996.

SPÄGELE, T.; KISTNER, A.; GOLLHOFER, A. Modelling, simulation and optimisation of a human vertical jump. **Journal of Biomechanics**, v. 32, n. 5, p. 521-530, 1999.

TOUMI, H.; BEST, T. M.; MARTIN, A.; F'GUYER, S.; POUMARAT, G. Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. **International Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 5, p. 391-398, 2004.

VANRENTERGHEM, J.; LEES, A.; LENOIR, M.; AERTS, P.; DE CLERCQ, D. Performing the vertical jump: Movement adaptations for submaximal jumping. **Human Movement Science**, v. 22, n. 6, p. 713-727, 2004.

WISLØFF, U.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J.; JONES, R.; HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 285-288, 2004.

Recebido: 29/07/2004

Aprovado em: 07/12/2004

Kauffman Ribeiro da Silva

Rua Sardenha, 40 - casa 201 - Ilha do Governador

Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21921-050

kallkall@pop.com.br

José Magalhães

Rua Real Grandeza, 283 - casa 08 - Botafogo

Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22281-035

oliveira@eefd.ufrj.br

Marco Antonio Cavalcanti Garcia

Rua maranhão, 305 - casa 05 - Méier

Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20720-230

garcia@eefd.ufrj.br

marcoacg@unisys.com.br