



Aspectos anátomo-fisiológicos e cinesiológicos do Salto Vertical no Exercício e Esportes.

Anatomical-physiological and kinesthetical aspects of Vertical Jump in to physical exercises and Sports

Carlos Alberto Gomes Barbosa

Professor Mestrando das Faculdades Adamantinenses Integradas - FAI
Professor Mestrando das Faculdades Integradas de Bauru - FIB
Membro pesquisador do Centro de Estudos e Pesquisas da Atividade Física – CEPAF - FIB
Mestrando do curso de Fisiologia do Esforço da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE

Henrique Luis Monteiro

Professor Doutor do Curso de Educação Física da Universidade Estadual Paulista - UNESP

Jair Rodrigues Garcia Jr.

Professor Doutor Coordenador do Curso de Mestrado em Fisiologia do Esforço da UNOESTE

Jefferson Olivatto da Silva

Professor Mestre das Faculdades Adamantinenses Integradas - FAI
Professor Mestre da Faculdade João Paulo II – FAJOPA
Professor Mestre da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ibitinga – FAIBI

Tatiana Adamov Semeghini

Professora Doutora do Curso de Mestrado em Fisiologia do Esforço da UNOESTE

Resumo

O Salto Vertical tem grande importância nas atividades esportivas. Caracteriza-se pela superação rápida da resistência, mediante aplicação de força e velocidade voluntárias. A altura máxima é conseguida pelo tempo de reação e coordenação, que são componentes treináveis de fundamental importância para os desempenhos esportivos. As pesquisas utilizam o Squat Jump, o Counter Movement Jump e o Drop Jump para análises. Os resultados revelam que a velocidade de impulso é causada pela extensão do joelho, flexão plantar, extensão do tronco, balanço dos braços e balanço da cabeça.

Palavras-chave: Salto Vertical – salto agachado – movimento de contra-salto – salto de gota

Abstract

The vertical jump has great importance to sportive

activities. It is characterized for the fast overcoming of resistance, by means of application of voluntary force and speed. The maximum height is obtained by reaction time and coordination, which are trainable components of basic importance to sportive performances. Squat Jump, Counter Movement Jump and Drop Jump are analytical tools for researches. The outcomes reveal that knee extension, plantar flexion, trunk extension, arms rocking and head rocking cause jump speed.

Key words: Vertical Jump – Squat Jump – Counter Movement Jump – Drop Jump

O Salto Vertical nos eventos Esportivos

As práticas de atividades esportivas amadoras e profissionais tornaram-se elementos da cultura e manifestações de valores morais e éticos, podendo ser afirmada pelo número de espectadores que se mobilizam para assisti-los e pelo enorme inte-



resse por parte das emissoras de televisão, rádio, jornais e revistas (BARBANTI, 2002). Concomitantemente, as pesquisas buscam entendimento e desenvolvimento do esporte, demonstrando elementos comuns e primordiais para desempenho das atividades esportivas (DINTIMAN, WARD E TELLEZ, 1999).

Dentre as diversas qualidades correlacionadas nos estudos, encontramos o Salto Vertical (SV) como elemento decisivo para os resultados expressivos, sejam eles no Futebol, Basquetebol, Voleibol, Handebol, Atletismo (SCHMOLINSKY, 1982).

Os Saltos para alguns esportes são ações integrantes, tendo valores importantes em suas execuções, possibilitando êxitos tanto em intensidades baixas, médias, quanto altas (Voleibol, Basquete, Handebol). Enquanto que em outros eventos, como no Salto em altura, Salto em distância e Salto Triplo, as ações com máximas intensidades expressam os resultados finais desejados (BOBBERT et al., 1996; HOLCOMB et al., 1996).

Assim, os Saltos se encontram como resultados das aplicações de forças dinâmicas, contra a ação da gravidade (BOMPA, 2002). A força de impulsão é caracterizada pelo empenho em movimentar de maneira mais explosiva o possível (HOLLMANN E HETTINGER, 1989). Esta força explosiva, sempre realiza sua máxima no momento inicial, e tem na resistência externa a determinação da aceleração (VERKHOSHANSKI, 2001).

Pesquisas recentes têm utilizado a avaliação de desempenho do Salto Vertical (SV), como fornecedor de indicativos de potência para o esporte (ENOKA, 2000). Assim, mesmo a corrida que é caracterizada pelo passo duplo, ao completar seu ciclo, demonstra um momento de perda de apoio, caracterizando-a como sucessões de saltos (SCHMOLINSKY, 1982).

O ato motor do salto vertical é realizado mediante as capacidades de força e velocidade, caracte-

rizadas pela necessidade de superação rápida da resistência (ZAKHAROV, 2003). Contudo, sua complexidade não permite uma análise simplesmente por fórmulas físicas, pois existe grande e estreito entrelaçamento em algumas qualidades físicas, podendo considerá-las como “caminhos” para o aperfeiçoamento do treinamento esportivo (BARBANTI, 1990).

Devido a avançadas tecnologias, os conhecimentos científicos estão mais objetivos, (ARAGÓN et al., 1997) possibilitando identificar e analisar variáveis específicas que afetam ou favorecem o rendimento do salto (WEISS et al., 1997). Sejam em laboratórios ou em campo, as análises permitem verificar ações de forças nas articulações do quadril, joelho e tornozelo (HATZE, 1998); bem como potência e coordenação (FATOUROS et al., 2000). São fatores determinantes do salto vertical: força absoluta, força relativa, tamanho dos braços de alavancas, potência muscular, energia elástica acumulada, peso corporal, coordenação motora, quantidade de fibras de contração rápida e recrutamento de fibras musculares (BOMPA, 2002; HATZE, 1998; WILMORE E COSTILL, 2001).

Dentre diversas análises do SV encontra-se o Squat Jump (SJ), salto iniciado em posição estática com os joelhos flexionados a 90°, sem que tenha novo abaixamento do centro de gravidade (GOUBEL, 1997); o Counter Movement Jump (CMJ) com forte e rápida flexão e extensão dos membros inferiores (WEINECK, 2003) e o Drop Jump (DJ), salto iniciado após queda em diferentes alturas (ZAKHAROV, 2003).

Pesquisas sobre o Salto Vertical

As análises biomecânicas do Salto Vertical (SV), mediante técnicas cinematográficas e Plataforma de Força (PF), realizadas por Luthanen e Komi em 1978, revelaram que a velocidade de impulso é causada pela extensão do joelho (56%), flexão plantar (22%), extensão do tronco (10%), balanço dos braços (10%) e balanço da cabeça (2%).



Nos DJ a 40 cm de altura e CMJ, ambos sem a utilização dos braços, analisados por PF e Eletromiograma (EMG), são de 38% para o quadril, 32% para o joelho e 30% para o tornozelo (BOBBERT et al., 1986). Contudo, no DJ a 20 cm de altura e CMJ, ambos com a utilização dos braços, os maiores registros de potência ocorrem nos joelhos e tornozelos no DJ (BOBBERT et al., 1987).

Para o SJ e CMJ, e SJ e CMJ sem utilização dos braços realizados em PF, evidenciaram que os picos de potência são similares para todo o salto. Porém, com o CMJ a altura do SV, o pico de reação do solo e o pico de potência são maiores. As utilizações dos braços contribuem com 10% em média para SJ e CMJ nos aumentos pico de força de reação do solo, o que pode estar relacionado à velocidade-força de contração para os músculos quadríceps e glúteos (HARMAN et al., 1990).

Comparando o SJ e CMJ com as mãos na cintura em PF, os resultados mecânicos são significativos para ambos com relação ao centro de gravidade do corpo, mas, favorecendo para o CMJ; com $41,6 \pm 6,1$ cm e $35,9 \pm 4,7$ cm, respectivamente (BOSCO E KOMI, 1979).

Pode-se dizer que braços e pernas contribuem fundamentalmente na geração de velocidade dos SV. A contribuição do membro para a velocidade vertical é determinada pelo aumento no valor do momento relativo entre o início e fim da ação. Para o CMJ os resultados de tais análises verificaram que os braços produzem um momento relativo de 30,9 N, o qual correspondeu a 12,7% do momento vertical do corpo (LESS E BARTON, 1996).

Fukashiro e Komi (1987), mediante PF nos SJ, CMJ máximo e CMJ submáximo múltiplo evidenciaram respostas de momentos de picos e trabalho mecânico dos extensores do quadril superiores para CMJ máximo. Entretanto, com iguais ordens de valores para joelhos e tornozelos, revelando que, a performance está relacionada mais com a diferença de utilização dos extensores do

quadril do que com a energia elástica acumulada. Diferentemente do CMJ submáximo que possui grande momento e trabalho mecânico presente no tornozelo, mostrando que a elasticidade muscular tem mais importância em saltos consecutivos.

Nos DJ com 20 a 100cm de altura e cargas adicionais de 15 a 20 % do peso corporal na PF e EMG, indicam que devido o aumento da atividade mioelétrica no trabalho excêntrico, a força diminui com o aumento da velocidade. E que, na ação muscular concêntrica as curvas de força-velocidade são melhores por causa da restituição da energia elástica (BOSCO et al., 1982b). A resposta da maior energia elástica para o SJ e CMJ tem dependência direta para os menores ângulos articulares nos joelhos, bem como, as relações melhores nos desempenhos dos SV para os sujeitos com maiores percentuais de fibras rápidas (BOSCO et al., 1982a).

Portanto, o potencial elástico muscular deve ser considerado nos estudos dos SV (OLIVEIRA et al., 1993); após a produção de trabalho negativo, o qual tem concentrações de energia mecânica absorvida e armazenada nos elementos elásticos em série (FARLEY, 1997).

Holcomb et al. (1996), verificaram a biomecânica na pliometria durante as fases de queda e de impulso. Para tanto, foram realizadas análises do tornozelo no DJ, em que na queda o sujeito permaneceu o mais ereto possível e com pequena flexão do joelho. Para análise do joelho no DJ, na queda o joelho flexionou a 90° graus, mantendo o tronco ereto. E para o quadril no DJ, antes de saltar novamente, flexionou o tronco até ficar paralelo ao solo e com pequena flexão do joelho. Ao se comparar as variáveis dos DJ com os CMJ, tanto a potência como o trabalho realizado foi significativamente maior no DJ.

A variação das angulações articulares na prática esportiva é permanente, fazendo com que a postura corporal durante a aplicação do SV seja ex-



tremamente complexa. Selbie e Caldwell (1996), verificam a relação da máxima altura com a postura inicial. Mediante sistema computacional, a máxima altura no salto foi encontrada para cada das 125 diferentes posturas. O modelo resultante revelou que a máxima altura de salto é relativamente insensível à postura inicial, mas que o padrão de torque na articulação necessário para realizar esta altura ótima varia consideravelmente. Os resultados sugerem que alturas similares no salto vertical podem ser obtidas usando vários tipos de posturas iniciais.

Além da necessidade de saltar alto nas performances atléticas de nível elevado é necessário ter grande resistência. Galdí (1999), mediante Plataforma de Salto estudou SV consecutivos de um minuto. As análises mostraram que a antropometria e a composição corporal não determinam o desempenho e que, o maior número de saltos conseguidos são menos potentes em relação à altura do salto, sugerindo estar relacionada à eficiência de se ativar o ciclo de estiramento e encurtamento para a utilização da energia elástica.

A influência das propriedades rígidas nas estruturas tendinosas durante a performance do DJ e CMJ, tem um efeito favorável no ciclo de encurtamento e estiramento, possivelmente devido ao adequado armazenamento e impulso da energia elástica (KUBO, KAWAKAMI E FUKUNAGA, 1999; KUROKAWA, FUKUNAGA E FUKASHIRO, 2001).

É importante compreender que no SV, o elemento chave no controle da velocidade de conversão de energia bioquímica para mecânica, ocorre mediante a cinética do cálcio acumulado com os ciclos das pontes cruzadas nos sarcômeros, denotando a função linear da velocidade de deslocamento dos filamentos. Desta forma, o feedback mecânico regula a potência gerada, mantém a relação linear entre energia liberada pela actomiosina-ATPase, gera energia mecânica e determina a eficiência da conversão de energia

bioquímica para mecânica (LANDESBERG E SIDEMAM, 2000)

Estrutura e função do músculo esquelético no Salto Vertical

Através das propriedades mecânicas do músculo esquelético, pode-se determinar o desempenho de força, comprimento, velocidade, trabalho e potência no SV, pois, as articulações humanas são cruzadas por inúmeros músculos que coordenam os movimentos na interação força-tempo, força velocidade e força resistência, em razão da geometria do sistema músculo-esquelético e do momento-tempo músculo-articular. Tal coordenação é de extrema importância para maximização do movimento, característica que é de significância primária para o desempenho ótimo nos esportes que necessitam de Saltos (ZATSIORSKY, 2004).

O músculo esquelético é formado por feixes de células cilíndricas muito longas e multinucleadas, que apresentam contrações vigorosas e voluntárias (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2000). É dividido em fibras lentas, rápidas oxidativas e fibras rápidas não oxidativas, cuja função está relacionada diretamente aos eventos de potência muscular ocorridas na execução do SV (TUBINO, 1987). São inervados pelo nervo motor, o qual é constituído de um grande número de fibras nervosas, originárias isoladamente de células nervosas da medula espinhal (GREEN, 1987), que se dividem em ramificações nervosas, que penetram no sarcolema de apenas uma fibra muscular (HENNEMAN et al., 1981).

Quando ocorre atividade no nervo motor, a acetilcolina das terminações nervosas difunde-se pela fenda entre o nervo e a membrana muscular na placa motora, ligando-se a uma proteína receptora. O resultado desse processo consiste em variação especial do potencial na membrana muscular, que gera um potencial de ação propagado na fibra muscular e a contração muscular conseqüente necessária para o SV (GREEN, 1987).



A contração pode ser mais forte ou mais fraca, na dependência de um mecanismo de gradação de maior ou menor número de unidades motoras do músculo, a que se dá o nome de recrutamento (GANDEVIA, 1992; BELANGER et al., 1981) Este mecanismo é regulado pelo córtex cerebral, coordenado pelo cerebelo, que mantém conexões com receptores localizados nos músculos, nos tendões e nas articulações (CLAMANN, 1987; CAIOZZO et al., 1981; WICKIEWICZ et al., 1984).

O grau de força ou potência é determinado pelas adaptações agudas e crônicas dos mecanismos contráteis (MORINATI et al., 1979), sobre a influência da excitação e subsequente desinibição ou facilitação neural para gerar força supra máxima em estados emergenciais (MORINATI, 1992; MACDONAGH et al., 1993) ou ainda, por melhoras ocorridas em treinamentos, sem uma hipertrofia proporcional do músculo (ASTRAND E RODAHL, 1980).

Em atividades de potência, como o que acontece nos Saltos, o fuso muscular detecta alterações do comprimento do músculo, provocadas pelo estiramento ou pela contração muscular, bem como a intensidade e a velocidade com que essas alterações se realizam. O aparelho de Golgi detecta a tensão aplicada aos tendões durante a contração muscular. Esses receptores contribuem para a manutenção do equilíbrio e da postura correta ou mais adequada na realização dos movimentos (PINI, 1983).

Respostas musculares ao exercício

A força muscular pode ser definida como a força ou tensão que o músculo ou, grupo muscular é capaz de exercer contra uma resistência (FOX et al., 2000), convertendo energia química em trabalho mecânico (TUBINO, 1987), gerando cerca de 3 a 10 Kg de força por cm² de secção transversa, de acordo com variações das alavancas ósseas e tamanho das fibras musculares, independentemente do sexo (RASCH E BURKE, 1987).

Pelo fato dos SV requererem contrações repentinas e movimentos rápidos, as unidades motoras de alto limiar, compostas de fibras de contração rápida são primeiramente recrutadas. (ASTRAND E RODAHL, 1980). No limite da tensão muscular máxima, aproximadamente 85% das fibras apresentam-se tensas. Neste caso, a pessoa altamente treinada em força é capaz de mobilizar um número maior de unidades motoras no limite de suas possibilidades máximas (HOLLMANN E HENTTINGER, 1989). Como regra geral, um músculo trabalhado perto de sua capacidade máxima de força aumenta sua Potência (MCARDLE et al., 1998).

As pesquisas em treinamento de força revolucionaram as modalidades esportivas da era moderna, dando valiosa adição aos programas para aprimorar os eventos de Saltos, corridas e arremessos, proporcionando resultados mais eficazes e relativamente mais rápidos. (MELBY, et al., 1993; LAYNE E NELSON, 1999).

Comportamentos adaptativos da força muscular ao treinamento crônico

O treinamento com pesos utilizados regularmente constituem o estímulo básico para maiores níveis de força, além de gerar alterações na secção transversa da fibra muscular (STARON et al., 1994; MACDOUGALL et al., 1979; VOLEK et al., 1999; EVANS, 1999; HURLEY et al., 1995), aumento da circunferência do membro (MORINATI et al., 1979), transformação de um subtipo de fibra em outro (STARON et al., 1991; ADANS et al., 1993), também contribui para adaptações dentro do sistema nervoso, incluindo modificações no padrão de recrutamento e na sincronização das unidades motoras (MCDONAGH et al., 1983), que são limitadas pela influência inibidora dos proprioceptores (CAIOZZO et al., 1981; WICKIEWICZ et al., 1984).

Os aumentos no tamanho dos músculos esqueléticos ocorridos com o treinamento de força podem ser encarados como adaptações bio-



lógicas fundamentais a maiores cargas de trabalho (STARON et al., 1994). Porém, o músculo reage diferentemente ao treinamento, estando na dependência do tipo de fibra e do padrão de recrutamento (KRAEMER et al., 1995). Este ajustamento compensatório acaba resultando num aumento da capacidade em gerar tensão muscular. Tais adaptações variam conforme trabalhos realizados anteriormente e respostas ao novo treinamento (NEWTON E KRAEMER, 1994).

No músculo não treinado, as fibras musculares variam de diâmetro (FOX et al., 2000). A sobrecarga tensional aumenta o volume das fibras musculares, estimula a proliferação de tecido conjuntivo e células satélites (MCCORMICK E THOMAS, 1992), fortalece o arcabouço do tecido conjuntivo do músculo e aperfeiçoa a integridade estrutural e funcional dos tendões, ligamentos e ossos (FAHEY et al., 1975; CONROY et al., 1992), protegendo e reabilitando os músculos e articulações (TIPTON et al., 1975).

Ploutz et al. (1994) e Gaya (1979), dissertam que as adaptações benéficas de desenvolvimento humano ocorrem, em resposta às tensões aplicadas a níveis superiores de tolerância, com variabilidade de cargas e estímulos adequados de treinamentos que causem rupturas de tecidos ou desequilíbrio bioquímico, nos quais, durante os períodos de descanso ocorram reparações acompanhadas de hipercompensações, que elevem a capacidade do indivíduo.

Diretrizes para o treinamento

A força muscular pode ser subdividida em Força Máxima Isométrica ou Dinâmica, Resistência de Força e Força Rápida (Potência), sendo esta última necessária para realizar corridas de velocidade, saltos e arremesso, com o propósito de superar uma resistência externa com elevada rapidez de contração (BARBANTI, 2001).

A avaliação da força muscular é feita de forma dinâmica ou isométrica (POLLOCK E

WILMORE, 1993), devendo ser realizado uma série de tentativas para determinar a maior carga suportada (MCARDLE et al., 1998).

Atualmente, os multi-saltos, saltos com sobrecarga e pliometria são os métodos de treinamento adequados para aumentar a capacidade de salto (UGRINOWITSCH E BARBANTI, 1998). A pliometria é o método mais utilizado no atletismo, futebol, basquete, vôlei, beisebol e em outros esportes coletivos e individuais (DINTIMAN, WARD, E TELLEZ, 1999).

O estímulo adequado para o treinamento possibilita uma a seis repetições para ganhos de força máxima, seis até doze para favorecer potência e hipertrofia muscular e, acima destes números as melhoras ocorrem na resistência de força (RASCH E BURKE, 1987).

Deve assegurar execuções sem redução da velocidade, com tempo de duração que não ultrapasse 6 a 8 segundos e cargas que variem de 25 a 50% de 1RM (carga máxima capaz de realizar uma repetição), alterando-se até 70 a 80%, se for para influenciar o componente força ou baixando-se entre 5 a 10% de 1RM com o objetivo de estimular o desenvolvimento da velocidade (ZAKHAROV, 2003).

Para garantir o restabelecimento do sistema nervoso e metabólico, os intervalos e pausas devem ser de dois a cinco minutos (ASTRAND E RODAHL, 1980), pois, a concentração de ATP-CP cai até 40% do valor inicial (6 mmol/g), possibilitando de uma a três contrações musculares intensas de 1 a 2 segundos de duração (HOLLMANN E HENTTINGER, 1989).

Devido a grande solicitação ósteo-mio-articular, durante a realização de um exercício de força, é necessário o aquecimento prévio, para uma maior validação do trabalho, além de reduzir o risco de lesões. (FARINATTI E MONTEIRO, 1992).

O aquecimento deve respeitar princípios de volume/intensidade, individualidade, princípio de adaptação, sobrecarga e continuidade, conter o



Aquecimento Geral que visa os grandes grupos musculares e o Aquecimento Específico que tem relação direta com o movimento a ser executado (PINI, 1983). Desta forma, o organismo tende a alterar-se, e adaptar-se a sobrecarga de maneira segura (FOX et al., 2000).

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.

ADANS, G. R.; HATHER, B. M.; BALDWIN, K. M.; DUDLEY, G. A. Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. **J Appl Physiol**, 74:911-15, 1993.

ARAGON V. L. F.; GROSS, M. Kinesiological factors in vertical jump performance: differences among individuals. *J Appl Biomechanics*, 13:24-44, 1993.

ASTRAND, P.; RODAHL, K. **Tratado de fisiologia do exercício.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARBANTI, V. J. **Esporte e atividade Física: integração entre rendimento e qualidade de vida.** São Paulo: Manole, 2002.

_____. **Teoria e prática do treinamento físico desportivo.** 5. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1990.

_____. **Treinamento físico; bases científicas.** 3. ed. São Paulo: Balieiro, 2001.

BELANGER, A.; MCCOMAS, A. J. Extent of motor unit activation during effort. **J Appl Physiol**, 51:1131-35, 1981.

BOBBERT, M. F.; GERRITSEN, K. G. M.; LITJENS, M. C. A.; VAN, A. J. S. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? **Med Sci Spt Exer**, 28(11):1402-12, 1996.

BOBBERT, M. F., HUIJING, P. A., SCHENAU, G. J. V. I. Drop Jumping: The Influence of Jumping

Technique on the Biomechanics of Jumping. **Med Sci Spt Exer**, 19(4):332-38, 1987.

BOBBERT, M. F., MACKAY, M., SCHINKELSHOEK, D. Biomechanical analysis of Drop and Countermovement Jumps. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, 54(6):566-73, 1986.

BOMPA, T. O. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento.** São Paulo: Phorte Editora, 2002.

BOSCO, C. J.; KOMI, G. F. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, 41(4):275-84, 1979.

BOSCO, C. J.; TIHANYI, P. V.; KOMI, G. F.; APOR, P. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. **Acta Physiol Scand**, 116(4):343-9, 1982a.

BOSCO, C. J.; VIITASALO, J. T.; KOMI, P. V.; LUHTANEN, P. Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. **Acta Physiol Scand**, 45(114):57-56, 1982b.

CAIOZZO, V. J.; PERRINE, J. J.; and EDGERTON, V. R.. Training induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. **J Appl Physiol**, 51(3):750-4, 1981.

CLAMANN, H. P. Fatigue mechanisms and contractile changes in motor units of cat hindlimb. **Can J Spt Sci**, 12(suppl 1):20s-32s, 1987.

CONROY, B. P.; KRAEMER, W.J.; MARESH, C. M.; DALSKY, G. P. Adaptative response of bone to physical activity. **Med Exer Nutr Health**, 1:64-74, 1992.

DINTIMAN, G.; WARD, B.; TELLES, T. **Velocidade nos esportes.** 2. ed. São Paulo: Manole,



1999.

ENOKA, R. M. **Bases Neuromecânicas da Cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2000.

EVANS, W. J. Exercise training Guidelines for the elderly. **Med Sci Spt Exer**, 31(1):12-17, 1999.

FAHEY, T. D.; AKKA, L.; ROLPH, R. Body composition and VO_2 max of exceptional weight trained athletes. **J Appl Physiol**, 39:559-61, 1975.

FARINATTI, P.T.V., MONTEIRO, W.D. **Fisiologia e Avaliação Funcional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1992.

FARLEY, C. T.. Role of the stretch-shortening in jumping. **J Appl Biomechanics**, 3(4):436-9, 1997.

FATOUROS, I. G.; JAMURTAS, A. Z.; LEONTSINI D.; TAXILDARIS, K.; AGGELOUSIS, N.; KOSTOPOULOS, N.; BUCKENMEYER, P. Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and legs strength. **J Strength Cond Res**, 14(4):470-476, 2000.

FOX, E. L.; BOWERS, R. W.; FOSS, M. L. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

FUKASHIRO, S., KOMI, P. Joint Moment and Mechanical Power Flow of the Lower Limb During Vertical Jump. **J Spt Med**, 8:15-21, 1987.

GALDI, E. H. G. **Performance da resistência muscular de membros inferiores em praticantes da modalidade esportiva voleibol, através do salto vertical**. Campinas, Tese (Doutorado), UNICAMP, 1999.

GANDEVIA, S. C. Neural control in human muscle fatigue: changes in muscle afferents,

motoneurons and motor cortical drive. **Acta Physiol Scand**, 73(5):1982-85, 1992.

GAYA, A. C. A. **Bases e métodos do treinamento físico-desportivo**. Porto Alegre: Sulina, 1979.

GOUBEL, F. Series elastic behavior during the stretch-shortening cycle. **J Appl Biomechanics**, 3(4):439-43, 1997.

GREEN, H. J. Neuromuscular aspects of fatigue. **Can J Spt Sci**, 12(suppl. 1):7s-19s, 1987.

HARMAN, E. A.; ROSENSTEIN, M. T.; FRYKMAN, P. N. The Effects of Arms and Countermovement on Vertical Jumping. **Med Sci Spt Exer**, 22(6):825-833, 1990.

HATZE, H. Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance. **J Appl Biomechanics**, 14:127-140, 1998.

HOLCOMB, W. R.; LANDER, J. F.; RUTLAND, R. M.; WILSON, G. D. A biomechanical analysis of the vertical jump and three modified plyometric depth jumps. **J Strength Cond Res**, 10(2):83-8, 1996.

HOLLMANN, W.; HENTTINGER, T. **Medicina de esporte**. São Paulo: Manole, 1989.

HURLEY, B. F.; REDMOND, R. A.; PRATLEY, R. E.; TREUTH, M. S.; ROGERS, M. A.; GOLDBERG, A. P. Effects of strength training on muscle hypertrophy and muscle cell disruption in older men. **Int J Spt Med**, 16(6):378-84, 1995.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KRAEMER, W. J.; PATTON, J.; GORDON, S. E.; HARMAN, E. A.; DESCHENES, M. R.; REYNALDS, K.; NEWTON, R. U.; TRIPLETT,



- N. T.; DZIADOS, J. E. Compatibility of high intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptation. **J Appl Physiol**; 78(3):976-89, 1995.
- KUBO, K.; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T. Influence of Elastic Properties of Tendon Structures on Jump Performance in Humans. **J Appl Physiol**, 87:2090-96, 1999.
- KUROKAWA, S.; FUKUNAGA, T.; FUKASHIRO, S. Behavior of Fascicles and Tendinous Structures of Human Gastrocnemius during Vertical Jumping. **J Appl Physiol**, 90:1349-58, 2001.
- LANDESBERG, A; SIDEMAN, S. Force-Velocity Relationship and Biochemical-to-mechanical energy conversion by the sarcomere. **Heart Circulatory Physiol**, 278:1274-84, 2000.
- LAYNE, J. E.; NELSON, M. E. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. **Med. Sci Spt Exer**, 31(1):25-30, 1999.
- LEES, A.; BARTON, G. The Interpretation of Relative Momentum Data to Assess the Contribution of the Free Limbs to the Generation of Vertical Velocity in Sports Activities. **J Spt Sci**, 14:503-11, 1996.
- LUHTANEN, P., KOMI, P. V. Segmental Contribution to Forces in Vertical Jump. **Eur J Appl Physiol**, 38:181-88, 1978.
- MACDOUGALL, J. D.; SALE, D. G.; MOROZ, J. D.; ELDER, G. C. B.; SUTTON, J. R.; HOWARD, H. Mitochondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. **Med Sci Spt Exer**, 11:164-66, 1979.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- MCCORMICK, K. M.; THOMAS, D. P. Exercise-induced satellite cell activation in senescent soleus muscle. **J Appl Physiol**, 72:888-93, 1992.
- MCDONAGH, M. J. N.; HAYWARD, C. M.; DAVIES, C. T. M. Isometric training in human elbow flexor muscles. **J Bone Joint Surgery**, 65:355-58, 1993.
- MELBY, C. L.; SCHOLL, C.; EDWARD, G.; BULLOUGH, R. Effect of acute resistance exercise on post exercise energy expenditure and resting metabolic rate. **J Appl Physiol**, 75(4):1847-53, 1993.
- NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J. Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. **J Strength Cond Res**, 16(5):20-31, 1994.
- OLIVEIRA, L. F., MASSIMILIANI, R., GARCIA, M. A. Influência de Uma e duas Passadas de Aproximação no Desempenho do Salto Vertical, Medido Através da Plataforma de Salto. **Rev Bras Ci Mov**, 7(1):18-25, 1995.
- PINI, M. C. **Fisiologia esportiva**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983.
- POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H. **Exercícios na saúde e na doença**. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1993.
- PLOUTZ, L. L.; TESCH, P. A.; BIRO, R. L.; DUDLEY, G. A. Effect of resistance training on muscle use during exercise. **J Appl Physiol**, 76:1675-81, 1994.
- RASCH, P. J.; BURKE, R. K. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987.
- SCHMOLINSKY, G. **Atletismo**. Lisboa: Estampa, 1982.



- SELBIE, W. S.; CALDWELL, G. E. A Simulation Study of Vertical Jumping From Different Starting Postures. **J Biomechanics**, 29(9):1137-46, 1996.
- STARON, R. S.; KAPAPONDO, D. L.; KRAEMER, W. J.; FRY, A. C.; GORDON, S. E.; FALKEL, J. E.; HAGERMAN, F. C. and HIKIDA, R. S. Skeletal muscle adaptations during the early phase of heavy resistance training in men and woman. **J Appl Physiol**, 76:1247-55, 1994.
- STARON, R. S.; LEONARDI, M. J.; KARAPONDO, D. L.; MALICKY, E. S.; FALKEL, J. E.; HAFERMAN, F. C.; HIKIDA, R. S. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy resistance trained woman after detraining and retraining. **J Appl Physiol**, 70:631-40, 1991.
- TIPTON, C. M.; MATHES, R. D.; MAYNARD, J. A.; CAREY, R. A. The influence of physical activity on ligaments and tendons. **Med Sci Spt**, 7:34-41, 1975.
- TUBINO, M. J. G. **Metodologia científica do treinamento desportivo**. 5. ed. São Paulo: Ibrisa, 1987.
- UGRINOWITSCH, C.; BARBANTI, V. J. O ciclo de alongamento e encurtamento e a "Performance" no salto vertical. **Rev Paul Educ Fís**, 12(1):85-94, 1998.
- VERKHOSHANSKI, Y. V. **Treinamento Desportivo: teoria e metodologia**. Porto Alegre: Artmed Ed, 2001.
- VOLEK, J. S.; DUNCAN, N. D.; MAZZAETTI, S. A.; STARON, R. S.; PUTUKIAN, M.; GÓMEZ, A. L.; PEARSON, D. R.; FINK, W. J.; KRAEMER, W. J. Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training. **Med. Sci. Spt Exer**, 31(8):1147-56, 1999.
- WEINECK, J. **Treinamento ideal**. 9. ed. São Paulo: Manole, 2003.
- WEISS, L. W.; RELYEA, G. E.; ASHLEY, C. D., Propst, R. S. Using velocity-spectrum squats and body composition to predict standing vertical jump ability. **J Strength Cond Res** 11(1):14-20, 1997.
- WICKIEWICZ, T. L.; ROY, R. R.; POWELL, P. L.; PERRINE, J. J.; EDGERTON, B. R. Muscle architecture and force-velocity relationships in humans. **J Appl Physiol**, 57:435-43, 1984.
- WILMOR, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Manole, 2001.
- ZAKHAROV, A. A. **Ciência do treinamento desportivo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Editora, 2003.
- ZATSIORSKY, V. M. **Biomecânica no Esporte: Performance do desempenho e prevenção de lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.