

Counter movement e squat jump: análise metodológica e dados normativos em atletas

Counter movement and jump squat: methodological analysis and normative data in athletes

RODRIGUES ME, MARINS JCB. Counter movement e squat jump: análise metodológica e dados normativos em atletas. **R. bras. Ci. e Mov** 2011;19(4):108-119.

Mayra E. Rodrigues¹
João C. B. Marins¹

¹Universidade Federal de Viçosa

RESUMO: Diferentes modalidades esportivas utilizam a força explosiva de componente vertical como fator determinante do rendimento, entre estas se destaca principalmente o futebol, voleibol e basquetebol. A potência dos membros inferiores é exigida nestas modalidades específicas onde o nível de força gerado pode ser o diferencial no rendimento do atleta. Assim, o counter movement jump e squat jump ou saltos com contramovimento e sem contramovimento, respectivamente, são procedimentos de controle usuais para treinadores, preparadores físicos e fisioterapeutas para determinar a capacidade física de um atleta, para medir o resultado de um programa de formação, e como uma medida funcional de preparação de um atleta para retornar ao esporte após uma lesão. O presente estudo reuniu informações a partir da literatura disponível sobre os principais aspectos metodológicos envolvidos na mensuração da força explosiva de membros inferiores utilizando o counter movement jump e squat jump, identificando os aspectos relacionados à validade, fidedignidade, objetividade, indicações para os mais variados desportos, recomendações metodológicas para sua aplicação e possíveis erros. Assim, oferece ao leitor um levantamento de estudos para compor uma base de dados com valores de referência em diferentes modalidades esportivas.

Palavras-chave: Avaliação Física; Força Explosiva; Salto Vertical.

ABSTRACT: Different sports modalities use the explosive force with vertical component as a determinant of performance and among these, football, volleyball and basketball stand out. The potency of the lower limbs is required in these specific modalities where the level of strength generated can be the differential in the athlete's performance. Thereby, the counter movement jump and squat jump are the usual control procedures for coaches, athletic trainers and physiotherapists to determine the athlete's physical capacity, to measure the result of a training program, and as a functional measure of an athlete preparation to return to sport after an injury. This study collected information from the available literature about the main methodological aspects involved in the measurement of the explosive strength of lower limbs using the counter movement jump and squat jump, identifying the aspects related to validity, reliability, objectivity, indications for several sports, methodological recommendations for its application and possible errors. Thus, it offers to the reader a survey of studies to compose a database with reference values in different sports modalities.

Key Words: Physical Assessment; Explosive Strength; Vertical Jump.

Enviado em: 09/07/2011
Aceito em: 09/01/2012

Contato: Mayra Eugenio Rodrigues - mayrae@gmail.com

Introdução

Testes de estimativa da força e potência da musculatura extensora das pernas vêm sendo utilizada há muitos anos, e o salto vertical tem sido empregado em diversos estudos¹⁻⁵. Com os avanços tecnológicos registros mais precisos de parâmetros neuromusculares, metabólicos e biomecânicos envolvidos no movimento do salto vertical podem ser obtidos e associados a dados muito importantes com outras manifestações da força^{6,7}.

Assim, no início dos anos 80, Carmelo Bosco em seus estudos sobre a mecânica muscular e os efeitos do pré-alongamento deu origem a uma bateria de testes, utilizados atualmente em todo o mundo, conhecido como "Bosco Testes", onde está inserido o Counter Movement Jump (CMJ) ou salto vertical com contramovimento e o Squat Jump (SJ) ou salto vertical sem contramovimento⁸.

O CMJ e o SJ são testes utilizados para avaliar a manifestação da força explosiva reativa da perna, sendo que no primeiro, consiste em um salto que emprega o ciclo de alongamento-encurtamento, tendo por investigação a utilização da energia elástica⁸. Treinadores, preparadores físicos e fisioterapeutas utilizam o teste de salto vertical para determinar a capacidade física de um atleta, para medir o resultado de um programa de formação, e como uma medida funcional de preparação de um atleta para retornar ao esporte após uma lesão⁹.

Na maioria dos esportes a força explosiva é o fator determinante do rendimento, se manifestando nas ações, volumes e intensidades máximas¹⁰. Assim, diversos autores¹¹⁻¹⁵ têm sugerido a importância do desempenho da resistência da força explosiva, pois a fadiga muscular tem sido apontada com um dos fatores responsáveis pelo baixo desempenho dos jogadores em situação de jogo, a qual é interpretada na diminuição do desempenho da força, velocidade e potência¹⁶⁻¹⁹, e explica o resultado no sucesso do desempenho dos atletas.

Em vista da importância da força explosiva de componente vertical, principalmente em modalidade como voleibol, basquetebol e futebol, é necessário ter claro todo o processo metodológico que envolve a aplicação dos testes CMJ e SJ. Além de conhecer alguns indicadores de referências das modalidades nas quais o

componente de força explosiva vertical possui um papel protagonista, visando permitir uma interpretação adequada do nível do grupo avaliado, assim como colaborar em um possível processo de detecção, seleção e promoção de talento.

Diferentes instrumentos foram desenvolvidos a fim de mensurar a força explosiva vertical como o tapete de contato, just jump mat, myotest, sistema de laser infravermelho, cinta de Abalakov, plataforma de força e câmeras de alta velocidade, sendo os dois últimos considerados padrão ouro (*gold standard*) para avaliar a força de explosiva de membros inferiores. Os equipamentos mais sofisticados, além de medir a altura do salto, força e velocidade, tempo de voo e de contato além utilização de fórmulas para avaliar de forma indireta a potência dos membros inferiores. Além disso, existem distintas formas de execução do salto, podendo ser realizado o salto único, de contexto intermitente ou de contexto contínuo, que permitem avaliar as diferentes formas de manifestação da força.

Apesar da variedade de resultados, poucos são os trabalhos que fazem referência às aplicações metodológicas. Em meio aos recursos disponíveis, estudos foram realizados empregando a counter movemet jump e squat jump em modalidades esportivas como, por exemplo, no futebol²⁰, futebol americano²¹, voleibol²², basquete²³, handebol²⁴ entre outras²⁵. Estes trabalhos permitem a elaboração de um perfil físico de diferentes modalidades, apresentando valores de força explosiva, participação de elementos contráteis e elásticos e potência anaeróbica, levando em consideração os níveis dos atletas, o fator gênero, peso corporal e idade. Isto permite a preparação de valores referenciais que possam ser utilizados por treinadores, preparadores físicos e fisioterapeutas no intuito de avaliar o desempenho de seus atletas, controlar o treinamento, organizar e interpretar o teste de forma correta, além de detectar, selecionar e promover talentos.

Dessa forma, objetivou-se com este estudo reunir informações a partir da literatura sobre os aspectos metodológicos envolvidos na aplicação dos testes CMJ e SJ, além de diagnosticar quais as modalidades mais

beneficiadas pelo uso desses testes, e por fim oferecer indicadores de referências em diferentes modalidades esportivas coletivas ou individuais.

As modalidades mais beneficiadas

Silva et al.²⁶ menciona que, refinar e apurar o movimento e o condicionamento físico daqueles que praticam algum tipo de esporte, principalmente o competitivo, passou a ser um grande desafio por parte de treinadores e técnicos. Assim, diferentes modalidades desportivas apresentam o salto vertical como parte integrante de seus gestos fundamentais. Em algumas delas, o salto é parte de ações motoras mais complexas como a cortadas e bloqueios no voleibol, arremessos no handebol, rebotes no basquetebol, entre outras. Devido essa importância, vários estudos foram realizados na tentativa de explicar as variáveis que determinam a performance nesses gestos²⁷⁻³⁴.

Além disso, os testes de salto vertical, como o CMJ e SJ, são sugeridos para a estimativa da resistência de força explosiva de membros inferiores de atletas que estão submetidos a movimentos repetitivos, onde as demandas fisiológicas durante as partidas são caracterizadas por esforços com contexto intermitentes¹⁰. Vários estudos^{13,35,36} demonstram que os esforços apresentados em certas modalidades proporcionam trabalhos de curta duração com alternância de intensidade máxima, alta, submáxima, e períodos de intervalos entre os trabalhos. Esses movimentos durante uma partida geram a fadiga que, efetivamente, interfere no desempenho dos atletas ao longo de um jogo²². Em esportes com tais características como, por exemplo, o futebol, voleibol, basquetebol e handebol, a falha na manutenção do desempenho de certas variáveis como força, velocidade e potência, podem ser decisivos no jogo, tornando essencial o controle do treinamento através dos testes, assim como isto possibilita conhecer o potencial de cada atleta.

Assim, a avaliação do desempenho de força explosiva em modalidade com características semelhantes às do voleibol, basquetebol, handebol, futebol, oferece informações que podem servir como elementos auxiliares

ao treinamento, tornando viável o acompanhamento de atletas durante as etapas de preparação para as competições. 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 otimizado²⁶. 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 atletas²⁶.

Aspectos metodológicos

O salto vertical é uma maneira indireta de se avaliar a potência dos membros inferiores. A seguir, são apresentados alguns aspectos importantes sobre os testes.

Procedimentos de execução

Alguns dos estudos têm abordado diferentes formas de se avaliar o desempenho da força explosiva, podendo abordar o salto único, teste de contexto intermitente ou de contexto contínuo.

Os saltos únicos são comumente utilizados para avaliar a altura do salto e assim mensurar a potência ou a força explosiva dos membros inferiores. Além disso, como as posições iniciais do CMJ e SJ são distintas, a diferença entre os valores do centro de gravidade pode dar uma ideia da qualidade elástica do atleta.

Os saltos verticais contínuos são executados durante um trabalho realizado sem pausas entre um salto e outro durante “n” segundos, avaliando a capacidade de sustentar a produção de energia por um período de tempo e da utilização de energia elástica armazenada como um contribuinte para a potência total, no caso do CMJ. O mais conhecido é o protocolo de 60 segundos de Bosco⁸.

O basquetebol, futebol, handebol e voleibol são considerados esforços de contexto intermitente; por conseguinte, os resultados das medições do desempenho da resistência de força explosiva são diferenciados dos contextos contínuos^{35,37,38}. Logo, os testes de saltos verticais com contexto contínuo podem estar subestimando os resultados da força explosiva para um

esporte de contexto intermitente, visto que os períodos de intervalo entre os esforços permitem a recuperação entre uma ação motora e outra, que por consequência produzem mais trabalhos úteis durante o esforço físico¹⁰.

Já o teste intermitente pode ser dividido em séries com tempo de duração ou número de saltos, porém, entre os estudos existem diferentes protocolos utilizados, dificultando a comparação das médias dos resultados, sugerindo assim a elaboração de um protocolo padrão. Ao comparar o método contínuo de 60 segundos com o método intermitente de 4 séries de 15 segundos em jogadores de voleibol, Hepanhol²² relata que o teste de contexto intermitente parece ser um dos testes mais indicados para a estimativa da resistência de força explosiva, pois apresenta uma maior quantidade de trabalho e um menor índice de fadiga para um mesmo tempo de esforço. Além disso, não só pela especificidade de uma partida de voleibol, mas também de outras com os mesmos padrões, o teste intermitente se apresenta mais próximo da realidade.

Equipamentos

Para avaliar o desempenho durante o salto vertical, diversos protocolos e equipamentos têm sido utilizados, dentre eles o tapete de contato tem-se destacado. O emprego do tapete de contato permite avaliações e controle do desempenho dos saltos verticais com baixo custo, facilidade de manuseio e aplicação em campo, portanto acessível para treinadores, preparadores físicos, fisioterapeutas e pesquisadores. Quando comparado com a plataforma de força, este instrumento apesar de ser amplamente utilizado, possui alto custo, pode ser utilizado somente em laboratório por conta da sua grande sensibilidade à vibrações, mas é considerado “padrão ouro” para medidas de força^{39,40}.

Young et al.⁴¹ reportaram alta correlação ($r = 0.99$, $P < 0.01$) entre o tapete de contato e a plataforma de força, sugerindo assim a ampla possibilidade de utilização do tapete, bem como sua importante aplicabilidade para o controle e acompanhamento dos atletas em “campo”.

Efeito elástico do CMJ

Apesar de ambos os saltos, SJ e CMJ, apresentarem uma maior demanda técnica na execução, a altura do salto no CMJ pode ser um pouco maior³¹. Isto pode acontecer devido ao efeito elástico do salto, onde a interação entre os elementos contráteis e elásticos da musculatura permite que haja, durante a fase de flexão das articulações, armazenamento de energia potencial elástica²⁶. Contudo, destaca-se a necessidade de realização das fases de flexão e extensão, negativa e positiva respectivamente, em um pequeno intervalo de tempo, devido a possibilidade de dissipação da energia armazenada nos componentes elásticos através de calor⁴². Assim, 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 envolvidas⁴³.

Variações das técnicas

Atualmente é possível quantificar a altura de saltos verticais executados em diferentes condições: com livre movimentação dos membros superiores e salto precedido de passadas de aproximação, com livre movimentação dos membros superiores.

O movimento dos braços e contramovimento voluntário nas extremidades inferiores são táticas muito utilizadas durante o salto para melhorar o desempenho²⁶. Lee et al.⁴⁴, ao testarem o efeito da mobilização dos membros superiores, observaram um aumento no desempenho do salto vertical em aproximadamente 28%, se comparado ao salto sem utilização dos braços. Esse aumento no desempenho pode estar associado ao aumento na velocidade do centro de massa na fase de decolagem que, segundo eles, poderia ter um aumento médio de até 72%.

Em uma pesquisa realizada por Oliveira et al.⁶, o salto precedido de uma passada e de duas passadas apresentou resultados de 9% e 14%, respectivamente, maiores em relação ao salto com auxílio dos membros superiores, porém o salto antecipado por uma passada ocasionou uma melhoria mais homogênea do grupo. O

autor relata que tal fato pode estar ligado ao nível de habilidade de cada indivíduo em transferir a velocidade horizontal alcançada nas duas passadas para aproveitamento do salto, ou seja, a coordenação.

Análise metodológica

Os resultados de um teste só são confiáveis quando seus coeficientes de validade, confiabilidade e objetividade são significativos, a seguir serão apresentados com mais detalhes cada um desses coeficientes.

Validade

A validade determina se o teste mede o que realmente está destinado a medir. Markovic et al.⁴⁵ demonstra que o teste de CMJ e SJ apresentam uma grande relação com o fator de potência explosiva ($r = 0.87$ e $r > 0.76$). Anderson & Pandy⁴⁶, Bobbert et al.³¹ e Van Ingen Schenau et al.⁴⁷ colocaram em dúvida a validade do teste de salto vertical para avaliar a eficiência da utilização do ciclo de alongamento-encurtamento descrito por Komi & Bosco⁴⁸, pois consideraram os aspectos coordenativos mais relevantes para a maior altura de elevação do centro de gravidade no CMJ, mas este fato carece de maior comprovação científica.

Alguns autores, por sua vez, têm estabelecido relações de desempenho entre o salto vertical e outras valências físicas. Wisløff et al.⁴⁹ 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 autores^{50,51} porém, têm se dedicado a estudar aspectos relacionados com a mecânica muscular, sendo o armazenamento de energia elástica um dos principais alvos de investigação.

Fidedignidade ou confiabilidade

Esse critério está ligado à consistência da medida, ou seja, a medida repetida duas ou mais vezes em um curto intervalo de tempo, sem que tenham ocorrido atividades que possam ter alterado as respostas, deve

apresentar os mesmos resultados ou deve ser altamente correlacionados⁵². A confiabilidade ou fidedignidade das medidas repetidas nos testes de CMJ é demonstrada nos estudos de Hoffman e Kang⁵³ que revelam um alto coeficiente de correlação $r = 0,97$ ($n = 11$), e também no trabalho de Elvira et al.⁵⁴, que indica um coeficiente ainda mais alto para a técnica do CMJ, $r = 0,99$ ($n = 12$), e para a do SJ, $r = 0,98$ ($n = 12$). A ótima confiabilidade entre os testes de salto também é demonstrada por Markovic⁴⁵, tendo um $r = 0.97$ e 0.98 para o SJ e CMJ, respectivamente. Assim, o CMJ e SJ atendem plenamente esta exigência metodológica de qualidade de um teste para avaliar a força explosiva.

Objetividade

A objetividade também está ligada à consistência, sendo que o teste deve produzir resultados consistentes quando aplicado por diversos avaliadores. Alguns estudos apontam alta objetividade para o salto vertical com a técnica do contramovimento, independentemente do equipamento utilizado, com potencial de utilização em esportes como basquetebol, voleibol e futebol^{10,55,56}. Do mesmo modo, Bosco et al.⁸ mostram em seu estudo que os testes CMJ e SJ são altamente objetivos. Sendo assim, são testes que quando aplicados corretamente reproduziram resultados consistentes, independente do avaliador.

Indicação metodológica para os mais variados desportos

O quadro 1 indica as ações motoras das principais modalidades onde o salto vertical é frequentemente utilizado, tornando indispensável sua avaliação.

No estudo de Galvis⁵⁷ em futebolistas, o treinamento de força muscular teve um impacto positivo na melhoria dos testes de salto CMJ e SJ, foram encontrados aumentos significativos em seis semanas e entre 6 e 12 semanas de treino, havendo também correlação significativa entre a força muscular dos extensores de joelho e desempenho no SJ e CMJ nas avaliações. Outro aspecto relevante foi observado por Cronin e Hansen⁵⁸, relatando que os jogadores mais rápidos em distâncias entre 5 e 30 metros são capazes de

saltar mais alto no SJ e CMJ, com diferenças estatisticamente significativas, dando maior importância à medição desses testes no futebol. Por fim, em um estudo realizado com 17 atletas do sexo feminino, Hennessy e Kilty⁵⁹ sugerem que, teoricamente, um incremento de 1 cm no CMJ pode melhorar o desempenho no teste de corrida na distância de 300m em 0.5 segundos.

Quadro 1. Ações motoras das principais modalidades

Modalidade	Ação Motora
Futebol	Cabeceio, salto e espalmar do goleiro
Voleibol	Cortada, bloqueio
Handebol	Tiro a gol em suspensão
Basquetebol	Rebotes, arremessos, enterrada
Ginástica Rítmica	Aparelhos de corda e arco
Ginástica Artística	Exercício de solo, salto sobre a mesa, trave de equilíbrio

Hespanhol et al.²² sugerem que seja incorporada nos programas de treinamento desportivo para o voleibol a estimativa da resistência de força explosiva através do teste de CMJ de contexto intermitente, pois, na análise das informações geradas pelo teste, na potência média (quantidade de trabalho) e no índice de fadiga (declínio do desempenho), os resultados diferem do contínuo e, por conseguinte, pela especificidade de uma partida de voleibol, handebol, futebol ou basquetebol, esses se apresentam mais próximos do intermitente.

Gillam⁶⁰ relata que a produção de força explosiva dos músculos extensores da perna mostrou ser uma característica importante do desempenho neuromuscular entre os jogadores de basquete. Kirkendal²⁵ também mensurou a potência do salto em sete diferentes modalidades, onde dançarinos de ballet apresentaram menores resultados que jogadores de futsal e basquete, enquanto que os lutadores geraram significativamente menos energia que os atletas de futsal e basquete. Do mesmo modo, Vicente-Rodriguez²⁴ encontrou bons

resultados ao testar o CMJ em jogadores de handebol. Outros resultados podem ser observados na Tabela 1.

Recomendações metodológicas para sua aplicação

Bosco et al.⁸ propuseram um teste de saltos verticais com duração de 60 segundos e de 15 segundos para avaliar a resistência de força explosiva e potência mecânica dos membros inferiores. Apesar das críticas na avaliação da utilização da energia potencial elástica no CMJ^{31,47,61}, a maioria dos autores não descarta a sua utilização em ações de salto repetidas⁶².

Apesar de vários equipamentos serem validados para mensurar a potência do salto, no Brasil o mais comum é a utilização do tapete de contato que possibilita a aferição e controle do desempenho do salto vertical com um custo relativamente baixo e acessível a treinadores e pesquisadores, quando comparado ao da plataforma de força⁶³. A plataforma de força pode ser utilizada apenas em laboratório, devido a sua grande sensibilidade a vibrações, e ainda pela necessidade de ser montada conforme especificações do fabricante para preservar a integridade do sinal⁵⁶.

O tapete de contato consiste de duas superfícies condutivas que fecham um circuito elétrico com pequenas pressões. Desse modo, no momento em que os pés do avaliado perdem o contato com o tapete, um cronômetro é disparado no *software*. O cronômetro é interrompido quando os pés do avaliado tocam novamente o tapete. Assim, o tempo do voo é mensurado e a altura do salto é calculada com base na seguinte fórmula:

$$h = g \cdot t^2 \cdot 8^{-1}$$

Onde, “h” é a altura, “g” é o valor da aceleração da gravidade e “t” é o tempo de voo

Quanto à execução do CMJ, o atleta fica de pé com meias ou descalço sobre o tapete, com o peso distribuído uniformemente sobre ambos os pés. As mãos são colocadas sobre os quadris, onde devem ficar durante todo o teste. Assim, o avaliado antes de saltar começa em uma posição em pé e quando tudo estiver pronto, agacha-se flexionando os joelhos em um ângulo de 90 graus, imediatamente antes de saltar verticalmente o mais alto possível, mantendo os joelhos em extensão durante todo o

voos e caindo sobre o tapete com os dois pés ao mesmo tempo^{8,64}. O salto deve ser com ambos os pés, sem passos iniciais.

Já no SJ, esta técnica de salto segue os mesmos padrões do CMJ, porém exige que o indivíduo comece o movimento partindo de uma posição agachada com os joelhos flexionados a aproximadamente 90°, imóvel, com o tronco ereto, olhando para frente e tendo as mãos sobre os quadris. O avaliado deve efetuar uma forte e rápida extensão dos membros inferiores sem contramovimento e mantendo as mãos na cintura o salto. O desempenho máximo deve coincidir com um salto vertical o mais alto possível.

O componente de força explosiva utilizado está associado à velocidade de execução da tarefa. Assim, para o cálculo da potência muscular média pode ser utilizada a fórmula proposta por Zatsiorsky⁶⁵.

$$P = F \times V$$

Onde P é igual a potência, F é a força e V a velocidade.

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 amortecimento⁶⁶.

Em relação ao aquecimento, o aumento da temperatura desencadeia um aumento do potencial de ação, assim a maior excitabilidade do sistema nervoso central aumenta a velocidade de reação e contração, fatores que podem melhorar o desempenho⁶⁷. Assim, para que exista uma padronização entre os testes e facilite a comparação entre os estudos, seria ideal realizar o teste sem aquecimento, apenas a execução de três saltos para compreender o movimento e evitar erros.

É interessante que para um melhor controle do treinamento, o atleta seja avaliado no início do microciclo do período preparatório para que seja desenvolvido um programa de treinamento com os objetivos específicos de metas que devem ser alcançadas. Assim, ao final de cada

macrociclo o técnico deve preparar uma nova sessão de teste a fim de coletar informações a respeito da evolução do indivíduo.

Possíveis erros de aplicação

Alguns erros são comuns na realização de ambos os testes e podem invalidar os resultados, como por exemplo:

- A altura do salto é afetada pelo grau de flexão dos joelhos, então o teste pode ser invalidado se o avaliado não flexionar os joelhos em cerca de 90 graus, exigidos em cada execução.

- Flexão dos joelhos durante o voo
- Tronco e/ou cabeça inclinados à frente
- Aterrissagem com a planta do pé
- Movimento dos braços

No CMJ ainda podem ocorrer erros como a realização do contramovimento muito rápido e/ou abaixo dos 90 graus. Enquanto que no SJ, a elevação do calcanhar na posição estática e a realização do contramovimento podem anular o teste.

Tabelas de classificação

Não foram encontradas tabelas de classificação sobre os testes CMJ e SJ. Isto torna difícil a classificação da potência de salto de forma geral. Para um diagnóstico do resultado do teste é necessário buscar dados publicados de forma isolada obtidos na avaliação de atletas para diferentes modalidades.

Dados normativos por modalidade

Com base em uma revisão em bases de dados do Portal de Periódicos, a Tabela 1 apresenta os resultados de diversos estudos que utilizaram o Counter movement jump e Squat Jump. Esses dados visam apresentar valores típicos do salto vertical para uma determinada população de atletas, além de contribuir para o melhor conhecimento do comportamento do salto vertical com a idade, gênero, nível de aperfeiçoamento e em diferentes modalidades esportivas, favorecendo os profissionais que avaliam o salto em sua prática profissional.

Vale destacar que nem todos os trabalhos apresentados nessas tabelas utilizaram o mesmo equipamento e mesmo protocolo para coleta de dados. Isso mostra que é importante que se padronize o método e equipamento na avaliação do salto vertical em atletas.

Tabela 1. Levantamento dos estudos que utilização o Countermovement jump e Squat Jump em diferentes modalidades esportivas, gênero, idade e nível de aperfeiçoamento.

Modalidade	C	G	N	Id ± dp	Resultado				Referência	
					CMJ		SJ			
					cm ± dp	W/kg ± dp	cm ± dp	W/kg ± dp		
Atletismo	A	H	5	19.6 ± 1.7	52,0 ± 4.7	...	50.1 ± 5.3	...	Carvalho ⁶⁸	
		M	5	19.4 ± 1.5	39.0 ± 6.0	...	38.2 ± 10.9	...		
Ballet	P	H	12	25.4 ± 4.9	...	18.1 ± 2.2	...	...	Kirkendall ²⁵
		J	H	22	16.8 ± 2.0	39.9 ± 5.9	Castagna et al. ²³
Basquetebol	P	H	Antes		53.0 ± 1.3	...	44.8 ± 1.0	...	Maffioletti et al. ⁶⁹	
			4 sem	10	24.7 ± 3.9	52.8 ± 1.1	...	51.0 ± 1.3	...	Treinamento com eletroestimulação
	C/ treino de força	In	H		10	11.4 ± 1.2	27.3 ± 4.8	...	25.3 ± 5.3	...
						30.4 ± 5.7	...	27.8 ± 5.5	...	Marques e González-Badillo ⁴
				S/ treino de força	10	11.4 ± 1.0	20.6 ± 2.8	...	18.4 ± 2.7	...
					21.8 ± 2.7	...	19.7 ± 3.1	...		
		P	H	32	24.0 ± 5.2	43.0 ± 7.1	Moreira et al. ⁵⁵
	U	H	16	19.9 ± 1.6	...	22.2 ± 5.8	...	...	Kirkendall ²⁵
Bobsled	A	H	07	31.7 ± 7.1	...	21.9 ± 7.5	...	...	Kirkendall ²⁵
			U	H	19	19.9 ± 1.4	...	20.9 ± 3.5	...	...	Kirkendall^{25}
Futebol	P	H	121	23.4 ± 0.3	39.2 ± 0.5	...	37.6 ± 0.4	...	Arnason et al. ⁷⁰	
			60	17.2 ± 2.1	50.2 ± 4.2	...	45.4 ± 4.3	...	Galvis et al. ⁵⁷	
	S	H	11	16.9 ± 0.4	52.0 ± 4.0	...	37.7 ± 6.2	...	McMillan et al. ⁷¹ Treino aeróbico	
					53.4 ± 4.2	...	40.3 ± 6.1	...		
		S	H	27	18.7 ± 0.7	54.0	Moreira et al. ⁵⁶
	P	H	28	24.0 ± 4.0	42.0 ± 3.7	...	40.0 ± 3.0	...	Chlif et al. ²⁰	
Futebol (Goleiros)	P	H	04	...	39.7	...	...	...	Oliveira et al. ⁷²
Futebol Americano	U	H	Ataque	21	22.6 ± 2.6	44.5 ± 6.8	Vural et al. ²¹
			Defesa	21	22.2 ± 1.8	46.7 ± 5.3	...	...	...
	P	H	19	23.6 ± 1.9	...	20.8 ± 3.8	...	...	Kirkendall ²⁵
Futebol Australiano	P	H	Iniciantes	34	22.7 ± 3.4	...	69.8 ± 7.3	...	68.7 ± 6.2	Young et al. ⁷³
			Não Iniciantes	38	22.6 ± 2.9	...	60.1 ± 8.1	...	63.5 ± 3.6	
Futsal	P	H	22	26.4 ± 4.6	...	21.5 ± 4.2	...	...	Kirkendall ²⁵
Ginástica	A	M	10	8-10	26.4 ± 2.7	...	26.1 ± 2.7	...	Murad ⁷⁴	

Artística			11	11-13	31.1 ± 1.8	...	30.1 ± 2.5	...	
Ginástica Rítmica	A	M	10	8-10	24.3 ± 4.6	...	24.0 ± 4.8	...	
			11	11-13	26.0 ± 4.0	...	25.7 ± 3.3	...	
Handebol	A	M	24	14.2 ± 0.4	22.0	...	20.2	...	Vicente-Rodriguez et al. ²⁴
Handebol/Basquetebol	P	H	11	25.7 ± 4.7	39.3 ± 3.2	18.8 ± 2.2	...	...	Hespanhol et al. ¹⁰
			07	18.6 ± 0.8	...	...	...	Roschel et al. ⁷⁵	
Karate	I	H	21	28.0 ± 5.1	50.8 ± 2.6	...	...	...	Roschel et al. ⁷⁵
			J	10	20.1 ± 1.1	44.9 ± 5.9	...	42. ± 4.8	...	Ravier et al.^{76}
Lacrosse	U	M	N	12	24.0 ± 3.0	40.0 ± 3.8	...	37.0 ± 3.6	...
			Ataque			19.7 ± 1.2	39.3 ± 5.9
			Meio campo		19.8 ± 1.1	39.7 ± 4.7	...	...	Vescovi et al. ⁷⁷
			Defesa		19.9 ± 1.3	41.7 ± 6.1	...	...
			Goleiro		19.6 ± 1.2	41.3 ± 5.9	...	...
Luta Livre	U	M	24	19.7 ± 1.4		18.6 ± 3.2	...	...	Kirkendall ²⁵
Taekwondo	N	H	8	18.6 ± 1.9	52.1 ± 11.1	...	...	...	Noorul et al. ⁷⁸
			M	9	18.1 ± 1.4	34.0 ± 5.2
Voleibol	P	H	10	19.0 ± 1.4	47.0 ± 3.7	27.8 ± 3.8	...	...	Hespanhol et al. ²²
			P	H	10	...	44.0 ± 3.7	...	42.6 ± 3.6	...	Carvalho et al.^{79}

C- Categoria; Id- idade em anos; dp- desvio padrão; A- Amador; P- Profissional; J- Junior; In- Infantil; U- Universitário; S- Sub; I- Internacional; N- Nacional; G- Gênero; H - Homen; M - Mulher.

Considerações Finais

Os dados deste estudo mostram que o counter movement jump e o squat jump são testes válidos, confiáveis e objetivos para estimar o desempenho da força explosiva de membros inferiores. Ao mesmo tempo, avaliam a quantidade de trabalho útil realizado por atletas de diversas modalidades através da forma clássica e mais usual de um salto, porém é possível também avaliar o indivíduo com teste de contexto intermitente e contínuo. Vários instrumentos podem ser utilizados para a aplicação dos testes, contudo o uso do tapete de contato é uma interessante alternativa para uso sistemático.

Modalidades desportivas coletivas como futebol, vôlei, basquete e handebol, são bastante beneficiadas com o uso de ambos os teste, uma vez que o salto vertical é essencial em determinados fundamentos. A manutenção do nível de desempenho do salto pode ser decisivo no jogo. Já nas modalidades individuais como ginástica artística, GRD, e no atletismo no salto em altura, distância e triplo, os níveis de força explosiva são determinantes para uma performance de alto nível. Os valores de

referência de força explosiva ideal, apresentados pelos atletas, diferem de acordo com a modalidade, sexo, peso corporal, nível do atleta, idade, e tipo de treinamento, o que exige a elaboração de tabelas de classificação específicas para cada situação. Assim, medidas simples, como a altura do salto, poderão auxiliar no controle e orientação de programas de treinamento e avaliação da condição atual de atletas e iniciantes, além da utilidade na detecção de novos talentos.

Referências

1. Cavagna GA, Dusman B, Margaria R. Positive work done by a previously stretched muscle. *J Appl Physiol* 1968; 24: 21-32.
2. Bosco C, Komi PV. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol* 1979; 41: 275-84.
3. Bosco C. El entrenamiento de fuerza en el voleibol. *Rev Entr Dep.* 1988; 2(5-6): 57-62.
4. Marques MAC, González-Badillo, JJ. O efeito do treino de força sobre o salto vertical em jogadores de basquetebol de 10-13 anos de idade. *Rev Bras Ci e Mov* 2005; 13(2): 93-100.

5. Cruz EM e Bankoff, ADP. Estudo do salto vertical máximo: Análise da correlação de forças aplicadas. **Rev da Faculdade de Educação Física da Unicamp** 2010; 8(1): 38-53.
6. Oliveira LF, Massimiliani R, Garcia MAC, Medeiros ACM. Influência de uma e duas passadas de aproximação no desempenho do salto vertical, medido da plataforma de salto. **Rev Bras. Ci e Mov** 1993; 7(1):18-25.
7. Rafael MA, Olmo MF, González OV, Jodar XA, Pérez FJV. DSJ (salto vertical sem contra-movimento a partir de flexão de joelhos acima de 120°) e corrida de velocidade de 30m a partir do repouso. **Fit Perf J** 2008; 7(5): 319-25.
8. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol** 1983; 50: 273-82.
9. Young W, Wilson G, Byrne C. Relationship between strength qualities and performance in standing and run-up vertical jumps. **J Sports Med Phys Fitness** 1999; 39: 285-93.
10. Hespanhol JE, Neto LGS, Arruda M. Confiabilidade do teste de salto vertical com 4 séries de 15 segundos. **Rev Bras Med Esporte** 2006; 12(2); 95-8.
11. Viitasalo JT, Rusko H, Rahkila P. Endurance requirements in volleyball. **Can J Sports Sci** 1987;12: 194-201.
12. Wallace MB, Cardinale M. Conditioning for team handball. **Strength Cond** 1997;19: 7-12.
13. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **J Sports Sci** 2003; 21: 519-28.
14. Hoffman JR, Epstein S, Einbinder M, Weinstwin Y. A comparison between the Wingate anaerobic power test to both vertical jump and line drill tests in basketball players. **J Strength Cond Res** 2000; 14: 261-4.
15. Korff T, Horne SL, Cullen SJ, Blazeovich AJ. Development of lower limb stiffness and its contribution to maximum vertical jumping power during adolescence. **The Journal of Experimental Biology** 2009; 212; 3737-42.
16. Edwards RHT. Human muscle function and fatigue. In: Poter R, Whelan J, editors. **Physiology mechanisms**. London: Ptiman Medical. 1981. p. 1-18.
17. Fitts RH. Cellular mechanisms of muscle fatigue. **Physiol Rev** 1994; 7: 49-94.
18. Green HJ. Mechanisms of fatigue in intense exercise. **J Sports Sci** 1997;15: 247-56.
19. Kirkendall DT. Mechanisms of peripheral fatigue. **Med Sci Sport Exerc** 1990; 22: 444-9.
20. Chlif M, Jullien H, Temfemoa A, Mezouka A, Manouvriera CH, Choquetb D. Suivi physique et physiologique de footballeurs semi-professionnels: vers un entraînement individualisé par poste. **Sci sports** 2010
21. Vural F, Naçakan GR, Özkol MZ. Physical And Physiological Status In American Football Players In Turkiye. **Serb J Sports Sci** 2009, 1: 9-17.
22. Hespanhol JE, Neto LGS, Arruda M, Dini CA. Avaliação da resistência de força explosiva em voleibolistas através de testes de saltos verticais. **Rev Bras Med Esporte** 2007; 13(3): 181-4.
23. Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, D'Ottavio S, Manzib V. The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. **J Sci Med Sport** 2008; 11: 202-8.
24. Vicente-Rodriguez G, Doradoa C, Perez-Gomez J, Gonzalez-Henriquez JJ, Calbeta JAL. Enhanced bone mass and physical fitness in young female handball players. **Bone** 2004; 35: 1208-15.
25. Kirkendall DT. Mecanical jumping power un athletes. *Brit J Sports Med*. 1986; 20(4): 163-4.
26. Silva KR, Magalhães J, Garcia MACA. Desempenho do salto vertical sob diferentes condições de execução. **Arquivos em Movimento** 2005; 1(1): 17-24.
27. Jacobs R, Bobbert MF, Schenau GJVI. Mechanical output from individual muscles during explosive leg extensions: The role of biarticular muscles. **J Biomech** 1996; 29(4): 513-23.
28. Ravn S, Voigt M, Simonsen EB, Alkjaer 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? **Scand J Med Sci Sports** 1999; 9(4): 201-8.
29. Hasson CJ, Dugan EL, Doyle TL, Humphries B, Newton RU. Neuromechanical strategies employed to increase jump height during the initiation of the squat jump. **J Electromyogr Kinesiol** 2004; 14(4): 515-21.
30. Scott SL, Docherty D. Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. **J Strength Cond Res** 2004; 18(2): 201- 5.
31. Bobbert MF, Gerritsen KGM, Litjens MCA, Van SAJ. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? **Med Sci Sports Exerc** 1996; 28(11): 1402-12.
32. Dowling JJ e Vamos L. Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. **J Appl Biomech** 1993; 9: 95-110.
33. Fukashiro S, Komi PV, Järvinen M, Miyashita M. In vivo achilles tendon loading during jumping in humans. **Eur J Appl Physiol** 1995; 71: 453-8
34. Holcomb WR, Lander JE, Rutland RM, Wilson GD. A biomechanical analysis of the vertical jump and three modified plyometric depth jumps. **J Strength Cond Res** 1996a; 10(2): 83-8.
35. Bangsbo J. The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. **Acta Physiol Scand** 1994; 151: 1-157.

36. Maclaren D. Court games: volleyball and basketball. In: Reilly T, Secher N, Sell P, Williams C, editors. **Physiology of sports**. London: E&FN Spon. 1997.
37. Essén B, Hagenfeldt L, Kaijser L. Utilization of blood-borne and intramuscular substrates during continuous and intermittent exercise in man. **J Physiol** 1973; 265: 489-506.
38. Essén B. Glycogen depletion of different fiber types in human skeletal muscle during intermittent and continuous exercise. **Acta Physiol Scand** 1978; 103: 446-55.
39. Bosco C. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. **Euro J Appl Physio** 1995; 70 (5): 379-86.
40. Ferreira JC, Carvalho RGS, Szmuchowski LA. Validade e confiabilidade de um tapete de contato para mensuração da altura do salto vertical
41. Young W, Pryor J, Wilson G. Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. **J Strength Cond Res** 1995; 9(4): 232-6.
42. Komi PV, Bosco C. Utilization of elastic energy in jumping and its relation to skeletal muscle fiber composition in man. **Biomechanics** 1984; 2A V1-A: 79-84.
43. Roberts TJ. The integrated function of muscles and tendons during locomotion. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, **Molecular & Integrative Physiology** 2002; 133(4): 1087-99.
44. Lees A, Vanrenterghemb J, De Clercq D. Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. **J Biomech** 2004.
45. Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovem. **J Strength Cond Res** 2004; 18(3): 459-62.
46. Anderson FC, Pandy MG. Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. **J Biomech** 1993; 26(12): 1413-27.
47. Van Ingen Schenau GJ, Bobbert MF, Haan A. Does elastic energy enhance work and efficiency in the stretch-shortening cycle? **J Appl Biomech** 1997a; 13(4): 389-415.
48. Komi PV, Bosco C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Med Sci Sports Exerc** 1978; 10(4): 261-5.
49. 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. **Br J Sports Med** 2004; 38(3): 285-8.
50. Nagano A, Komura T, Fukashiro S, Himeno R. Force, work and power output of lower limb muscles during human maximal-effort countermovement jumping. **J Electromyogr Kinesiol** 2005; 15: 367-76
51. Hara M, Shibayama A, Takeshita D, Hay DC, Fukashiro S. A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. **Hum Mov Sci** 2008; 27(4): 636-48.
52. Fontoura AS, Formentin CM, Abech EA. **Guia prático de Avaliação Física: uma abordagem didática, abrangente e atualizada**. 2008.
53. Hoffman JR, Kang J. Evaluation of a new anaerobic power testing system. **J Strength Cond Res** 2002; 16(1):142-8.
54. Elvira JLL, Rodríguez IG, Riera MM, Jódar XA. Comparative study of the reliability of three jump tests with two measurement systems. **J Hum Mov Stud** 2001; 41: 369-83
55. Moreira A, Okano AH, Ronque ERV, Souza M, Oliveira PR. Reprodutibilidade dos testes de salto vertical e salto horizontal triplo consecutivo em diferentes etapas da preparação de basquetebolistas de alto rendimento. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum** 2006; 8(4): 66-72.
56. Moreira A, Maia G, Lizana CR, Martin EA, Oliveira PR. Reprodutibilidade e concordância do teste de salto vertical com contramovimento em futebolistas de elite da categoria sub-21. **R. da Educação Física/UEM Maringá**. 2008; 19(3): 413-21.
57. Galvis ÉAM, Arabia JJM, Castro CA. **El trabajo de fuerza en el desarrollo de la potencia en futbolistas de las divisiones menores de un equipo profesional de fútbol**. Iatreia. 2007; 20(2). 127-43.
58. Cronin JB, Hansen KT. Strength and power predictors of sports speed. **J Strength Cond Res** 2005; 19: 349- 57.
59. Hennessy L, Kilty J. Relationship of the stretchshortening cycle to sprint performance in trained female athletes. **J Strength Cond Res** 2001; 15(15): 326-31.
60. Gillam G. Identification of anthropometric and physiological characteristics relative to participation in college basketball. **Nation Strength Condit J** 1985; 7: 34-6.
61. Komi PV, Gollhofer A. Stretch reflexes can have na important role in force enhancement during ssc exercise. **J Appl Biomech** 1997; 3(4): 451-60.
62. Van Ingen Schenau GJ, Bobbert MF, Haan A. Mechanics and energetics of the stretchshortening cycle: a stimulating discussion. **J Appl Biomech** 1997b.3(4): 484-96.
63. Cronin JB, Hing RD, McNair, PJ. Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. **J Strength Cond Res** 2004; 18(3): 590-3.
64. Rob's Home of Sports, Fitness, Nutrition and Science: **Topendsports: Fitness Testing** - Bosco Countermovement Jump. Disponível em: <http://www.topendsports.com/testing/tests/bosco-countermovement-jump.htm> . Acessado em 15 de maio de 2010.
65. Zatsiorsky WM. **Ciência e Prática do Treinamento de Força**. São Paulo: Phorte Editora, 1999.

66. Bompa TO. **Periodização**: teoria e metodologia do treinamento. 4 ed. São Paulo: Phorte Editora, 2004.
67. Weineck J. **Biologia do Esporte**. Tradução de Anita Viviani. São Paulo: Manole, 2000.
68. Carvalho AC. **Estudo comparativo do salto vertical entre desportistas especializados em saltos e não-desportistas de ambos os gêneros**. Porto; 2008. [Monografia – Faculdade de Desporto, Universidade do Porto]
69. Maffiuletti NA, Cometti G, Amiridis IG, Martin A, Pousson M, Chatard JC. The Effects of Electromyostimulation Training and Basketball Practice on Muscle Strength and Jumping Ability. **Int J Sports Med** 2000; 21: 437–43.
70. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holm I, Engebretsen L, Bahr R. Risk Factors for Injuries in Football. **Am J Sports Med** 2004; 32(1 Suppl): 5-16.
71. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. **Br J Sports Med** 2005; 39: 273–7.
72. Oliveira AL, Siqueira OD, Padilha JR. Acompanhamento da força rápida em goleiros de futebol junior no primeiro semestre de competição. **Lecturas: Educación Física y Deportes** 2004; 10(75).
73. Young W8, Newton RLJ, Doyle TLA, Chapman D, Cormack S, Stewart G, Dawson B. Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules football: a case study. **J Sci Med Sport** 2005; 8(3): 333-45
74. Murad VC. **Análise da força explosiva de membros inferiores em atletas de ginástica rítmica e ginástica artística feminina**. Porto Alegre; 2009. [Monografia – Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]
75. Roschel H, Batista M, Monteiro R, Bertuzzi RC, Barroso R, Loturco I, et al. Association between neuromuscular tests and kumite performance on the Brazilian Karate National Team. **J Sports Sci Med** 2009; 8(CSSI 3): 20-4.
76. Ravier G, Grappe F, Rouillon JD. Application of force-velocity cycle ergometer test and vertical jump in the functional assessment of karate competitor. **J Sports Med Phys Fitness** 2004; 44: 349-55.
77. Vescovi JD, Brownb TD, Murrayc TM.. Descriptive characteristics of NCAA Division I women lacrosse players. **J Sci Med Sport** 2007; 10: 334—40.
78. Noorul HR, Pieter W, Erie ZZ. Physical Fitness of Recreational Adolescent Taekwondo Athletes. **Brazilian Journal of Biomotricity** 2008; 2(4): 230-40.
79. Carvalho C, Vieira L, Carvalho A. Avaliação, controlo e monitorização da condição física da selecção portuguesa de voleibol sénior masculina - época de 2004. **Rev Port Cien Desp** 2007; 7(1): 68-79.