

Juliana Herr de Moraes

**CORRELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO NOS TESTES DE UMA
REPETIÇÃO MÁXIMA E DE SALTOS VERTICAIS PADRONIZADOS**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2007

Juliana Herr de Moraes

CORRELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO NOS TESTES DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA E DE SALTOS VERTICAIS PADRONIZADOS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Área de Concentração: Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dr. Hans-Joachim Menzel

Co-orientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2007



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL -
EEFFTO
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte

Dissertação intitulada “Correlação entre o desempenho nos testes de uma repetição máxima e de saltos verticais padronizados.”, de autoria de Juliana Herr de Moraes, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Hans Joachim Menzel

Prof^a. Dra Renata Noce Kirkwood

Prof. Dr. Herbert Ugrinowitsch

Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues

Coordenador do Colegiado do Curso de Mestrado em Educação Física
EEFFTO/UFMG

Belo Horizonte, 6 de dezembro de 2007

***Dedico este trabalho aos meus pais, meus irmãos e
ao Herculano pelo incentivo e apoio em todas as
minhas decisões.***

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Hans-Joachim Menzel, meu orientador, responsável por despertar meu interesse pela pesquisa científica e pelas oportunidades proporcionadas na minha vida acadêmica. Ao Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas pela disponibilidade e fundamental contribuição na minha formação como docente.

Aos amigos Gustavo H. Peixoto, Luiz Antônio M. Júnior, André Gustavo P. Andrade, Elder Behring, Leopoldo Paolucci, Silvia Araújo, Juliana Bergamini e Adriana Diniz Monteiro, minha grande parceira nesses dois anos e pouco..., pela ajuda, companhia e diversão em todos os momentos.

Agradeço especialmente à Beatriz Pereira, Thiago Zunzarrem e Érica Fischer pela grande contribuição na coleta de dados. Sem vocês esse trabalho não seria possível!

Ao Herculano e família por todo apoio e carinho que vocês me deram nos últimos anos que estive longe da família. E claro, aos meus pais pelo amor e confiança, aos meus irmãos pela amizade e cumplicidade e aos meus queridos amigos, pessoas mais que especiais que fazem a minha vida mais alegre!

RESUMO

A predição do desempenho esportivo por meio de testes de força muscular é um item importante para as Ciências do Esporte. Sendo assim, a seleção de um teste é baseada na sua capacidade preditiva. O objetivo do presente estudo foi correlacionar o desempenho do teste de uma repetição máxima (1RM) com a altura e as variáveis dinâmicas dos saltos verticais, salto com contramovimento (SCM) e salto a partir da posição agachada (SA). Participaram desse estudo 23 estudantes do curso de Educação Física (idade: $25,8 \pm 3,0$ anos; massa corporal: $79,1 \pm 10,2$ kg; altura: $178,5 \pm 6,5$ cm), que foram avaliados em ambos os testes. Uma plataforma de força foi utilizada para avaliar o desempenho nos saltos e o teste de 1RM foi realizado no *Leg Press 45°*. Os resultados mostraram uma baixa correlação entre a força máxima (1RM) e as variáveis da curva de força tempo. Apenas o impulso apresentou uma correlação de $r=0,77$ (SA) e $r=0,75$ (SCM) com o teste de 1RM. Por meio da análise de regressão linear, o teste de 1RM foi capaz de prever o impulso, nas duas técnicas, através das equações ***Impulso SA = 96,28 + 0,26(1RM)*** e ***Impulso SCM = 106,03 + 0,26(1RM)***.

ABSTRACT

Predicting performance through muscle function tests is a very important issue in Sport Sciences. A test selection is based on its ability to predict motor performance. The purpose of this study was to correlate the countermovement jump (CMJ) and squat jump (SJ) performance with 1 repetition maximum (1RM). In this study 23 male physical education students (age: $25,8 \pm 3,0$ years; mass: $79,1 \pm 10,2$ kg; height: $178,5 \pm 6,5$ cm) were assessed in both tests. A force platform was used to measure the CMJ and SJ performance. The volunteers were tested for a 1RM Leg Press 45° . A low association was observed between the muscular strength (1RM) and the jump performance. Only impulse had a significant correlation between the 1RM and SJ ($r=0,77$) and CMJ ($r=0,75$) as well. The 1RM test was capable of predicting SJ and CMJ impulse. A linear regression analysis resulted in the equations: ***Impulse SJ = 96,28 + 0,26(1RM)*** e ***Impulse CMJ = 106,03 + 0,26(1RM)***.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Estrutura e componentes da capacidade motora força	14
FIGURA 2 -	Técnica do salto a partir da posição agachada (SA)	36
FIGURA 3 -	Técnica do salto com contramovimento (SCM)	37
FIGURA 4 -	Curva de força tempo dos saltos verticais	38
FIGURA 5 -	Posição inicial adotada para o teste de uma repetição máxima (1RM)	39
QUADRO 1 -	Estudos sobre a relação entres os testes de força muscular	26
QUADRO 2 -	Variáveis cinéticas analisadas na técnica de SA e SCM	40
QUADRO 3 -	Formas de normalização do teste de 1RM	42
GRÁFICO 1 -	Diagrama de dispersão para as variáveis ISA e 1RM juntamente com a reta de melhor ajuste	45
GRÁFICO 2 -	Diagrama de dispersão para as variáveis ISCM e 1RM juntamente com a reta de melhor ajuste	47

LISTA DE TABELAS

1 -	Caracterização da amostra	34
2-	Estatística descritiva para as variáveis do teste de 1RM	43
3 -	Estatística descritiva para as variáveis do SA	43
4 -	Estatística descritiva para as variáveis do SCM	43
5 -	Correlações entre hSA e 1RM	44
6 -	Correlações entre as variáveis dinâmicas do SA e 1RM	44
7 -	Correlações entre hSCM e 1RM	46
8 -	Correlações entre as variáveis dinâmicas do SCM e 1RM	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1RM	_	Uma repetição máxima
ACT	_	Área de corte transversal
ADM	_	Amplitude de movimento
CAE	_	Ciclo de alongamento encurtamento
CENESP	_	Centro de Excelência Esportiva
CVM	_	Contração voluntária máxima
EEFFTO	_	Escola da Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
$F_{m\acute{a}x}$	_	Força máxima
$F_{m\acute{a}x}SA$	_	Força máxima do salto a partir da posição agachada
$F_{m\acute{a}x}SCM$	_	Força máxima do salto com contramovimento
g	_	Aceleração da gravidade
h	_	Altura
hSA	_	Altura do salto a partir da posição agachada
hSCM	_	Altura do salto com contramovimento
I	_	Impulso
ISA	_	Impulso do salto a partir da posição agachada
ISCM	_	Impulso do salto com contramovimento
IC	_	Intervalo de confiança
MC	_	Massa corporal
MCM	_	Massa corporal magra
MI	_	Membro Inferior
P	_	Potência
$P_{m\acute{a}x}$	_	Potência máxima
$P_{m\acute{a}x}SA$	_	Potência máxima do salto a partir da posição agachada
$P_{m\acute{a}x}SCM$	_	Potência máxima do salto com contramovimento
SA	_	Salto a partir da posição agachada
SCM	_	Salto com contramovimento

t	_	Tempo
T	_	Torque
T_{\max}	_	Torque máximo
TMPF	_	Taxa máxima de produção de força
TPF	_	Taxa de produção da força
UFMG	_	Universidade Federal de Minas Gerais
UMT	_	Unidade Músculo-Tendínea
v	_	Velocidade de Saída

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	Força muscular	14
2.2	Diagnóstico da força muscular	15
2.3	Normalização da força	16
2.4	Formas de dinamometria	18
	2.4.1 Isocinéticos	19
	2.4.2 Isométricos	19
	2.4.3 Isoinerciais	20
	2.4.3.1 Uma repetição máxima (1RM)	20
	2.4.3.2 Saltos verticais	20
2.5	Relação entre os testes de força	21
	2.5.1 membros superiores	22
	2.5.2 membros inferiores	23
	2.5.2.1 1RM X saltos verticais	25
2.6	Quadro sinóptico.....	26
3	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	32
4	OBJETIVO	33
5	MATERIAL E MÉTODOS	34
5.1	Amostra	34
5.2	Instrumentos	34
	5.2.1 Dinamometria	34
	5.2.2 Leg press 45°	35
	5.2.3 Medidas antropométricas	35
5.3	Procedimentos	35
	5.3.1 Saltos verticais	35
	5.3.2 Teste de 1RM	39
	5.3.3 Composição corporal e antropometria	40
	5.3.4 Variáveis analisadas	40

	5.3.5 Métodos estatísticos	42
6	RESULTADOS	43
6.1	1RM X SA	44
6.2	1RM X SCM	46
7	DISCUSSÃO	48
7.1	Altura do salto	48
7.2	Variáveis dinâmicas	49
7.3	Mecanismos	51
	7.3.1 Relação força- velocidade	51
	7.3.2 Coordenação intermuscular	52
	7.3.3 Especificidade do ângulo avaliado	52
7.4	Utilização da Escala alométrica	53
8	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICE	63

1 INTRODUÇÃO

Testes de força têm sido amplamente utilizados para quantificar a força muscular em várias tarefas esportivas, identificar deficiências específicas na função muscular, identificar talentos, e monitorar os efeitos do treinamento (MURPHY *et al.*, 1994; WILSON e MURPHY, 1995; JARIC, 2002; SALE, 1991). Para tanto, é importante que os testes sejam capazes de discriminar indivíduos com diferentes níveis de desempenho, estejam relacionados com a modalidade esportiva e identifiquem as alterações no desempenho induzidas pelo treinamento (WILSON e MURPHY, 1995).

Nesse sentido, vários testes (isométricos, isocinéticos e isoinerciais) têm sido realizados no diagnóstico da função muscular. Segundo Murphy *et al.* (1994) uma das maiores limitações dos testes isométricos é que eles não são específicos ao desempenho dos principais movimentos humanos, que requerem contrações dinâmicas da musculatura. Já os testes isocinéticos se mostraram mais apropriados do que os testes isométricos por serem dinâmicos e envolverem uma resposta neural similar ao movimento esportivo (WILSON e MURPHY, 1995). Sabendo que o movimento humano é caracterizado por acelerações (positivas e negativas) de uma massa constante, a utilização de testes isoinerciais seria mais específica para mensurar a força/potência produzida contra uma carga constante e não em uma velocidade constante (MURPHY *et al.*, 1994). Apesar do grande número de pesquisas realizadas comparando diferentes testes que avaliam a função muscular, a associação entre a força máxima determinada por diferentes métodos e o desempenho esportivo ainda não está bem esclarecida (STONE *et al.*, 2002).

Dois testes isoinerciais comumente realizados são os testes de uma repetição máxima (1RM) e de saltos verticais padronizados. O teste de 1RM é a forma mais antiga e a mais utilizada para avaliar a força máxima, pela facilidade operacional e baixo custo do equipamento (HARMAN, 2003). Através dos saltos verticais, que são movimentos frequentemente realizados em diversas modalidades esportivas, pode-se avaliar diferentes ações musculares (SCHMIDTBLEICHER, 1992). Alguns estudos já foram realizados associando o desempenho nos testes de 1RM e de saltos verticais (STONE *et al.*, 2003; CARLOCK *et al.*, 2004; WISLOFF *et al.*, 2004) mas os resultados

divergem entre os autores e ainda há poucas informações relacionadas às variáveis cinéticas durante a fase de impulsão dos saltos verticais. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi correlacionar o desempenho nos testes de 1RM com a altura e as variáveis dinâmicas dos saltos verticais padronizados, salto a partir da posição agachada (SA) e com contramovimento (SCM).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Força muscular

A capacidade física força, segundo o modelo proposto por Güllich e Schmidtbleicher (1999), se manifesta de duas formas, resistência de força e força rápida, sendo a última composta por dois principais componentes, força máxima e força explosiva (FIG. 1).

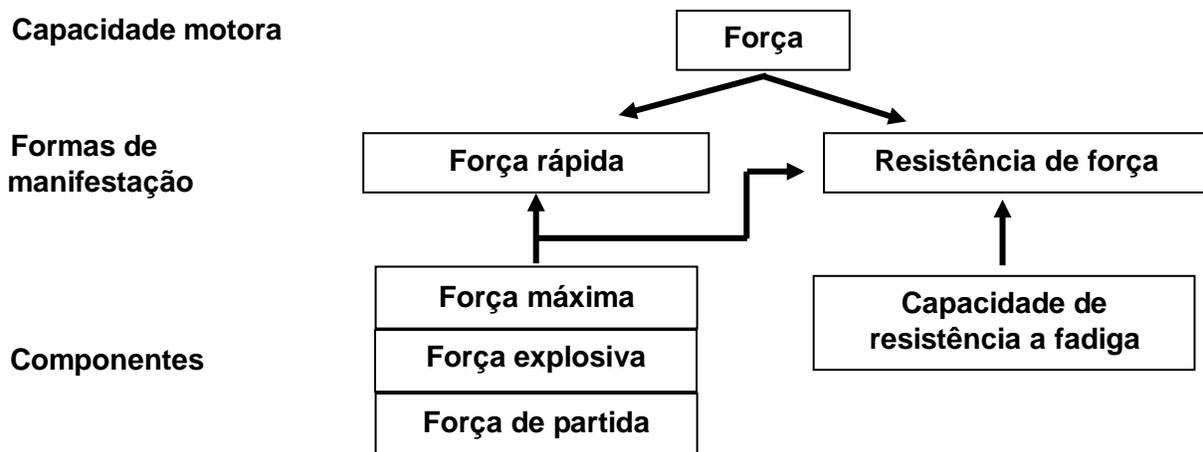


FIGURA 1 – Estrutura e componentes da capacidade motora força

Fonte: Adaptado de Güllich e Schmidtbleicher, 1999, p.224.

Em várias atividades esportivas, a capacidade de desenvolver força rapidamente tem um papel tão ou mais importante que a própria força máxima. Nesse contexto, a potência muscular máxima, como uma combinação entre força e velocidade, tem sido identificada como um importante fator no desempenho de várias modalidades esportivas (CRONIN e SLEIVERT, 2005).

Para SALE (1991), a força máxima se refere ao pico de força ou torque desenvolvido durante uma contração voluntária máxima (CVM). De acordo com Harman (1993), a definição mais precisa de força máxima é a capacidade de exercer força sob determinadas condições, definidas pela posição corporal, movimento do corpo pelo qual

a força é aplicada, tipo de ação muscular (concêntrica, excêntrica, isométrica ou ciclo de alongamento encurtamento) e velocidade do movimento. Uma definição semelhante foi sugerida por Jaric *et al.* (2002): Força máxima se refere à capacidade do indivíduo de exercer uma força voluntária máxima sob determinadas condições mecânicas.

Potência é definida como a taxa com que o trabalho mecânico é realizado sob determinadas condições (SALE, 1991). Para Harman (1993), potência pode ser definida como o produto da força exercida em um objeto pela velocidade desse objeto na direção em que a força é exercida.

A potência é exigida nas modalidades esportivas que envolvem lançamentos, arremessos, saltos e arrancadas, ou seja, nos movimentos que exigem aceleração de partes do corpo ou de objetos (TRICOLI *et al.*, 1994). De acordo com Schmidtbleicher (1992) a força máxima é a qualidade básica que afeta o desempenho da potência, sendo o grau de influência determinado pela magnitude da resistência externa. A contribuição da força máxima aumenta com a elevação da carga externa a ser vencida e com o aumento do tempo disponível para a realização do movimento.

A mensuração da força, em suas diversas formas de manifestação, e da potência muscular é particularmente importante na Ciências do Esporte. Young e Bilby (1993) afirmam que o termo força rápida também pode ser utilizado como sinônimo de potência, uma vez que esta é expressa como o produto da força e da velocidade. Já Abernethy *et al.* (1995) atentam para as diferenças entre força e potência e preconizam que os pesquisadores devem estabelecer quando querem ter acesso a uma informação da força ou da potência. Ambas estão evidentes na aceleração do corpo ou de um implemento em qualquer velocidade, embora freqüente e equivocadamente a força esteja associada a movimentos em baixa velocidade e potência a altas velocidades de movimento (HARMAN, 1993).

2.2 Diagnóstico da força muscular

A avaliação da força muscular representa uma das medidas mais frequentemente utilizadas em testes clínicos e avaliações de atletas. Sob a perspectiva médica, a força é mensurada para a identificação de diferenças bilaterais, prevenção e

recuperação de lesões (JARIC *et al.*, 2002). Para os atletas, os testes são realizados para quantificar a força e a potência em várias tarefas esportivas (MURPHY *et al.*, 1994; WILSON e MURPHY, 1995), identificar talentos (WILSON e MURPHY, 1995) e monitorar os efeitos do treinamento (SALE, 1991).

2.3 Normalização da Força

Comparações entre indivíduos, no que se refere à força máxima, particularmente no teste de 1RM, são frequentemente realizadas em termos absolutos (massa a ser movimentada em kg) ou relativas à massa corporal (1RM/kg de massa corporal) (WISLOFF *et al.*, 2004). Entretanto, a força muscular está relacionada com algumas variáveis antropométricas, como a massa corporal (MC), a massa corporal magra (MCM) e a altura (JARIC *et al.*, 2002). Portanto, ao invés de avaliar a força do indivíduo como uma capacidade física independente das dimensões corporais, a força muscular deve ser normalizada em relação às diversas características antropométricas.

Como o aumento da força muscular não ocorre diretamente proporcional ao aumento da massa muscular, a escala alométrica é utilizada para estabelecer uma relação apropriada entre a massa corporal e a força muscular (VANDERBURGH *et al.*, 1996). A equação abaixo é a mais utilizada para a normalização da força muscular (F_{norm}).

$$F_{norm} = F/MC^b$$

Onde F é a força registrada, MC é a massa corporal e b o parâmetro exponencial (JARIC *et al.*, 2002).

Atualmente há uma discussão acerca da utilização das variáveis, comumente medidas na ciência do esporte, em uma escala apropriada. As escalas alométricas têm se apresentado como uma alternativa para comparar os valores de força entre indivíduos com diferentes características antropométricas. A alometria é um procedimento matemático destinado a estabelecer uma relação apropriada entre as variáveis antropométricas e algum outro fator de interesse, como a força muscular, capacidade aeróbica, altura de um salto ou velocidade da corrida (VANDERBURGH *et al.*, 1996). A técnica torna possível um ajuste estatístico apropriado para avaliar a

contribuição relativa de diversas variáveis independentes (por exemplo, sexo, maturação, atividade física habitual) para a medida dependente de interesse (por exemplo, força muscular ou consumo máximo de oxigênio).

A escala alométrica requer três suposições:

- 1- há uma relação curvilínea entre as duas variáveis em questão (por exemplo, massa corporal e força muscular);
- 2- a inclinação da relação passa através da origem (isto é, alguém com massa corporal zero não exibe força muscular);
- 3- a equação $Y = aX^b$ descreve melhor a forma da relação, sendo que Y representa a variável relacionada ao resultado (força muscular) e X a variável relacionada à escala (massa corporal). a é um coeficiente que representa a inclinação da reta e b é um expoente.

A resolução da equação da escala para o expoente b elimina a influência das diferenças individuais no fator relacionado à escala (neste caso, a massa corporal) sobre a variável relacionada ao resultado, que consiste na força muscular. Ao transformar a equação básica da escala alométrica na suposição 3 em um modelo logarítmico linear torna-se possível solucionar o expoente b . Isso é feito tomando o logaritmo de ambos os lados da equação em 3 e substituindo os valores para a variável relacionada ao resultado (força muscular) e a variável relacionada à escala (massa corporal). A equação torna-se:

$$\log F = a \log MC + \log b$$

A seguir, a regressão linear fornece o valor de a por introduzir o log de força e o log de massa corporal na regressão. Para a força muscular, a inclinação b é geralmente igual a 0,67. A justificativa para $b=2/3$ (0,67) se encontra no “princípio da similaridade geométrica” (STONE *et al.*, 2005). De acordo com esse princípio, indivíduos geometricamente similares obedecem às seguintes relações alométricas:

$$\begin{array}{l} \text{Área} \Leftrightarrow L^2 \quad \Leftrightarrow \quad \text{ACT} \Leftrightarrow L^2 \\ \text{volume} \Leftrightarrow L^3 \quad \Leftrightarrow \quad \text{MC} \Leftrightarrow L^3 \end{array}$$

onde L é a medida linear, MC é a massa corporal e ACT é a área de corte transversal

Ou seja, se um indivíduo é 2 vezes mais alto que o outro, sua área será 4 vezes maior e sua massa 8 vezes maior. Sendo assim, em se tratando de força muscular (F), as relações podem ser expressas da seguinte forma:

$$F \Leftrightarrow ACT (L^2) \text{ e } F \Leftrightarrow \text{volume muscular } (L^3), \text{ então}$$

$$F \Leftrightarrow MC^{2/3}$$

Wisloff *et al.* (2004) concordam que comparações entre indivíduos com características antropométricas diferentes devem ser expressas pela massa corporal elevada à potência de 0,67. Mas outros trabalhos mostraram que o valor de b pode variar bastante na dependência do conjunto específico de dados. Batterham *et al.* (1997) relataram um expoente da massa corporal de 0,47 como sendo fator apropriado da escala, porém esse estudo não determinou a escala para a MCM, que poderia ter fornecido um valor da escala mais próximo do expoente da massa corporal elevada à potência de 0,67. Embora alguns métodos mais precisos para a normalização da força muscular já terem sido recomendados (KAUHANEN *et al.*, 2002), questionamentos em torno do valor de b tem recebido considerável atenção nas últimas décadas.

2.4 Formas de dinamometria

Segundo Baker *et al.* (1994), a função muscular pode ser treinada e mensurada de várias formas, caracterizadas como isométrica, isocinética e isoinercial. Além disso, o tipo de ação muscular, concêntrica, excêntrica, isométrica ou ciclo de alongamento encurtamento (CAE), e a velocidade podem variar consideravelmente. Essa gama de possibilidades tem causado discrepâncias na literatura, principalmente quando são feitas comparações entre as formas de treinamento e medição da força muscular.

Devido às várias possibilidades de medição da força, em diferentes condições e técnicas, há um considerável desacordo em como a força deve ser mensurada (HARMAN, 1993). Muitos profissionais têm assumido que os índices de força e potência são os mesmos (ou que eles se desenvolvem paralelamente) (HARMAN, 1993; HORTOBÁGYI *et al.*, 1989). Entretanto, de acordo com Baker *et al.* (1994) essa

inferência parece ser falha. Se todos os indivíduos fossem ranqueados da mesma forma independente da ação muscular, do equipamento ou da velocidade utilizada no teste, qualquer teste realizado para um determinado grupo muscular seria considerado válido e capaz de discriminar os indivíduos mais fortes dos menos fortes.

Segundo Murphy *et al.* (1994), alguns cuidados devem ser tomados, como por exemplo, a utilização de instrumentos válidos e confiáveis para medir a força e a potência, a seleção das formas de dinamometria e dos protocolos utilizados, além de observar a relevância do teste para o desempenho de interesse.

2.4.1 Isocinéticos

A dinamometria isocinética envolve a medida de torque e potência através da amplitude de movimento (ADM) na qual o membro se movimenta em uma velocidade angular constante. Teoricamente não há aceleração do membro (ABERNETHY *et al.*, 1995).

A vantagem da dinamometria isocinética é a facilidade em se alcançar um alto nível de confiabilidade e objetividade, devido ao controle da velocidade angular, da técnica e dos movimentos acessórios. Porém, a ausência de aceleração e o fato de o teste ser uni articular limitam a sua validade externa.

2.4.2 Isométricos

A força isométrica é avaliada pela contração voluntária máxima (CVM) desenvolvida contra um objeto imóvel, sem alteração do ângulo articular (ABERNETHY *et al.*, 1995). A taxa de produção de força (TPF) durante o período inicial (60 a 100 ms) da contração isométrica máxima também tem sido utilizada como uma medida da “potência” (YOUNG e BILBY, 1993), apesar da ausência de movimento articular que, por definição, implica que o trabalho ou a potência são nulos. A justificativa para a utilização da TPF tem sido pautada no tempo disponível para a geração de força que, em várias modalidades esportivas, é limitado.

A vantagem da utilização dos testes isométricos, de acordo com Christ *et al.* (1994) é o alto nível de controle da medida, ainda que apresentem pouca semelhança com a natureza dinâmica da maioria das tarefas esportivas (ASHLEY e WEISS, 1994; MURPHY e WILSON, 1996).

2.4.3 Isoinerciais

Testes isoinerciais são caracterizados pela carga externa constante, o que os torna mais específicos às demandas esportivas. Normalmente estão associados a tarefas de levantamento de peso ou saltos verticais (ABERNETHY *et al.*, 1995).

2.4.3.1. Uma Repetição Máxima (1RM)

O peso máximo movimentado é provavelmente a forma mais antiga e a mais frequentemente utilizada para avaliar a força máxima (HARMAN, 1993). O teste de uma repetição máxima tem sido utilizado como forma de avaliação da força máxima dinâmica e também como sinônimo de força máxima isoinercial (ABERNETHY *et al.*, 1995). Este teste foi definido por Berger em 1965 como a maior carga que pode ser movimentada somente uma vez dentro de uma amplitude de movimento pré-determinada. Sale (1991) argumenta que, pelo fato do teste de 1RM ser dinâmico, possui uma maior validade externa que os testes isométricos.

2.4.3.2 Saltos verticais

Segundo Martin (1991) e Beck e Bös (1995), os resultados dos saltos, além de serem empregados para o direcionamento do treinamento, são amplamente utilizados na avaliação de atletas e na detecção de talentos esportivos. Entretanto, o direcionamento do treinamento de saltos depende tanto da precisão da informação diagnóstica obtida, quanto da correta utilização e interpretação dos resultados dos testes (YOUNG *et al.*, 1997). Os saltos verticais também podem ser utilizados para avaliar a utilização da energia elástica produzida através do CAE. De acordo com Schmidbleicher (1992), este fenômeno se manifesta a partir de ações musculares

excêntricas seguidas de ações concêntricas, presentes em movimentos de saltos, de arranque e velocidade executados com um curto período de tempo de contato com o solo (tempo de contato < 250 ms).

2.5 RELAÇÃO ENTRE OS TESTES DE FORÇA

Barker *et al.* (1993) avaliaram jogadores de futebol americano no teste de 1 RM e dividiram os mesmos em três grupos com níveis de força diferente, utilizando como critério a força máxima, resultado do teste de 1RM. Os autores observaram que o grupo composto pelos atletas mais fortes registrou maiores índices de potência nos saltos verticais que os demais grupos. Com esses resultados seria lógico de se assumir que a força máxima contribui no desempenho em esportes de “força e potencia”. Entretanto, Cronin *et al.* (2000), que realizaram testes de potência utilizando diferentes ações musculares e percentuais da carga de 1RM no supino, encontraram resultados divergentes. Os autores utilizaram uma amostra de 27 indivíduos com vivência esportiva, que não realizavam treinamento de força de forma sistematizada há 6 meses. Os voluntários foram divididos em dois grupos de acordo com o resultado apresentado no teste de 1RM no supino. Para avaliar a potência máxima (P_{max}), os indivíduos realizaram o exercício de supino, na maior velocidade possível, com cargas equivalentes a 40, 60 e 80% de 1RM. Foi avaliada a P_{max} no movimento apenas concêntrico e com ação excêntrica seguida de concêntrica. Ao comparar os dois grupos, foi verificado que os indivíduos mais fortes não apresentaram maiores índices de P_{max} para todas as ações musculares e em todos os percentuais de 1RM.

Além disso, Stone *et al.* (2002) verificaram em sua revisão de literatura a carência de evidências experimentais em que a força máxima, ou estimativa da força máxima (1RM), é relacionada com o desempenho ou às variáveis que possam determinar o mesmo. Para melhor apresentação dos estudos correlacionais encontrados, os trabalhos foram divididos em duas categorias: testes envolvendo membros superiores e testes envolvendo membros inferiores.

2.5.1 Membros superiores

Murphy *et al.* (1994) avaliaram 13 indivíduos, experientes no treinamento com pesos e praticantes de alguma modalidade esportiva. Os autores correlacionaram testes isoinerciais, supino livre (1RM), arremesso da barra do supino (com 10kg e 30% de 1RM) após uma queda de 25cm e arremesso de peso (massa equivalente a 3,63kg) com o teste de força isométrico no supino (cotovelos flexionados a 90°), sendo registradas a força máxima (F_{max}) e a taxa máxima de produção de força (TMPF). A correlação entre a F_{max} isométrica e o teste de 1RM foi de $r=0,78$. Foram observadas correlações entre a F_{max} isométrica e a F_{max} registrada durante o arremesso da barra de $r=0,72$ (massa de 10kg) e de $r=0,67$ (com 30% de 1RM). As demais correlações não foram significativas.

Murphy e Wilson (1996), realizando testes semelhantes, correlacionaram o desempenho de 24 indivíduos nos testes de força máxima isométrica no supino e arremesso de *medicine ball* (4kg). A força máxima foi mensurada em duas angulações diferentes, com os cotovelos flexionados a 90 e 120°. As variáveis registradas foram a F_{max} e a TMPF. As correlações entre a F_{max} e a distância do arremesso foram $r=0,47$ e $r=0,55$ para os ângulos de 90 e 120°, respectivamente. A correlação entre a TMPF e a distância do arremesso de *medicine ball* não foi significativa.

Moss *et al.* (1997) investigaram a relação entre o teste de 1RM e a P_{max} . Os autores selecionaram o movimento de flexão de cotovelo e os trinta voluntários, estudantes de Educação Física, além do teste de 1RM realizaram o movimento na maior velocidade possível contra resistências que variaram de 2,5kg a 90% de 1RM. Na sua amostra, composta por homens treinados, foi encontrada uma alta correlação entre o teste de 1RM e a P_{max} contra uma resistência de 2,5kg ($r=0,73$) e também entre 1RM e a P_{max} individual ($r=0,93$), que de acordo com os autores, ocorreu no movimento realizado contra resistências entre 35 e 50% de 1RM.

2.5.2 Membros inferiores

Bosco *et al.* (1983), utilizando uma amostra composta por doze atletas de voleibol do sexo masculino, relacionaram a altura (h) nos saltos verticais, salto agachado (SA) e salto com contramovimento (SCM), com o pico de torque (T_{max}) isocinético na extensão de joelho. Para tanto, foram utilizadas velocidades angulares entre 30 e 300°/s. Foram encontrados altos valores de correlação somente entre o T_{max} a 240°/s e a altura do SA ($r=0,71$) e SCM ($r=0,74$).

Também utilizando o dinamômetro isocinético, Tricoli *et al.* (1994) testaram 25 atletas do sexo masculino, 12 jogadores de basquete e 13 de voleibol. Os autores correlacionaram a P_{max} de extensão de joelhos nas velocidades angulares de 60, 180, 240 e 300°/s com a altura do SCM. Os autores também apresentam nesse estudo os resultados normalizados pela massa corporal (MC) e pela massa corporal magra (MCM). A maior correlação foi observada no grupo de atletas de basquetebol, entre a altura do salto e a potência máxima normalizada pela MC na velocidade de 300°/s ($r=0,79$).

Wilson e Murphy (1995) utilizaram em seu estudo 30 homens, com experiência mínima de 6 meses em treinamento com pesos. Foram avaliadas, além da altura do SCM, através do deslocamento vertical da barra (4kg), e do T_{max} isocinético na extensão de joelhos (60, 180 e 300°/s), a TMPF no exercício de agachamento isométrico (joelhos flexionados a 135°) e a P_{max} no ciclo ergômetro (teste realizado em 6s). Foi verificada uma baixa correlação entre a P_{max} no ciclo ergômetro e a TMPF ($r=0,38$). A correlação entre a P_{max} no ciclo ergômetro e o T_{max} isocinético foi de $r=0,68$ (300°/s), $r=0,68$ (180°/s) e $r=0,50$ (60°/s). A correlação entre a P_{max} no ciclo ergômetro e a altura do SCM também foi baixa ($r=0,56$).

Thomas *et al.* (1996) avaliaram 19 mulheres que não participavam de nenhum programa regular de atividades físicas. Além do SCM, as voluntárias realizaram testes de 1RM e de potência muscular (média da potência gerada no *leg press*). Para o estudo foi adaptado um equipamento de *leg press* com sistema pneumático. Diferentemente do estudo de Moss *et al.* (1997), os autores verificaram os maiores valores de potência no

movimento realizado com cargas ente 56 e 78% de 1RM. Foi observada uma baixa correlação entre 1RM e a potência ($r=0,58$), e entre a potência e hSCM ($r=0,54$).

Haff *et al.* (1997) avaliaram o desempenho de 8 homens, com experiência em treinamento com pesos, nos saltos verticais, SA e SCM, e exercícios de levantamento de peso em condições isométrica e dinâmica, com 80, 90 e 100% do peso equivalente a 1RM. Todos os testes foram realizados sobre uma plataforma de força. As variáveis avaliadas no teste isométrico foram a F_{max} e a TMPF. Em condições dinâmicas, além dessas duas variáveis, também foi calculada a F_{max} e a TMPF. Já nos saltos verticais foram verificadas a altura, a F_{max} , a P_{max} e a TMPF. Os autores encontraram valores de correlação entre a altura do salto agachado (hSA) e a TMPF no teste isométrico de $r=0,82$ e entre hSA e F_{max} isométrica de $r=0,76$. Ainda em condições isométricas, a TMPF obteve uma correlação de $r=0,76$ com a P_{max} do SA. As demais variáveis do SA não apresentaram correlação significativa com o teste isométrico e nenhuma variável do SCM se relacionou com o mesmo. A correlação entre F_{max} no SCM e a F_{max} em condições dinâmicas foi de $r=0,80$ (80% de 1RM), $r=0,78$ (90% de 1RM) e $r=0,80$ (100% de 1RM). A P_{max} no SCM também obteve uma correlação significativa com a F_{max} dinâmica com 90% de 1RM ($r=0,70$). A única variável do SA que se relacionou com o teste dinâmico foi a P_{max} que obteve um valor de $r=0,70$ com a TMPF a 100% de 1RM.

Ugrinowitsch *et al.* (2000) avaliaram 30 jogadores de voleibol, que foram divididos em três grupos de acordo com a faixa etária. Os pesquisadores correlacionaram o T_{max} nas velocidades angulares de 180, 240 e 300°/s com a altura do SA. Foram observados altas correlações entre o T_{max} e hSA apenas no grupo composto por atletas com mais de 20 anos de idade ($n=9$).

Resultados semelhantes foram encontrados por Paasuke *et al.* (2001), que avaliaram 21 indivíduos do sexo masculino, sendo 9 atletas de combinação nórdica e 12 sujeitos destreinados. Nesse estudo, os voluntários realizaram saltos verticais, SA e SCM, e testes de extensão de joelhos no dinamômetro isocinético e em condição isométrica, ambos na mesma posição, 110 e 90° de flexão de quadril e joelho, respectivamente. As variáveis correlacionadas com a altura dos saltos foram F_{max} isométrica, TMPF e T_{max} isocinético a 60 e 180°/s. A correlação entre a hSA e o T_{max} na velocidade angular de 60°/s foi de $r=0,70$ (atletas) e $r=0,71$ (não atletas). Entre o T_{max} a

60°/s e a hSCM a correlação foi de $r=0,88$ (atletas) e $r=0,70$ (não atletas). O T_{max} a 180°/s apresentou uma baixa correlação com a altura dos saltos verticais nas duas técnicas, SA e SCM, e nos dois grupos, atletas e não atletas. A F_{max} isométrica não apresentou correlações significativas com o desempenho em nenhuma técnica de salto, ao contrário da TMPF que apresentou valores de correlação de $r=0,62$ com a hSA e $r=0,83$ com a hSCM, no grupo de atletas, e de $r=0,78$ com a hSA e $r=0,79$ com a hSCM, no grupo de não atletas. Quando comparado o desempenho isométrico e isocinético, apenas o grupo composto por atletas apresentaram valores de correlação significativos e somente entre as variáveis TMPF e o T_{max} , $r=0,94$ a 60°/s e $r=0,78$ a 180°/s.

2.5.2.1 Uma repetição máxima (1RM) X Saltos verticais

Stone *et al.* (2003) avaliaram 22 indivíduos com experiência mínima de 7 semanas com o exercício de agachamento. Os autores correlacionaram o resultado obtido no teste de 1RM no agachamento, com a P_{max} nos saltos verticais, SA e SCM, realizados com diversos percentuais de 1RM. O teste de 1RM foi realizado de forma concêntrica e também incluindo as duas fases, excêntrica seguida de concêntrica. A maior correlação foi encontrada quando os indivíduos saltaram com uma carga equivalente a 50% de 1RM na respectiva técnica, ou seja, para o SA foi utilizado 50% de 1RM concêntrico e para o SCM 50% de 1RM excêntrico e concêntrico. A correlação entre a força máxima, 1RM, e a P_{max} no salto com 50% de 1RM foi de $r=0,94$ para o SA e $r=0,88$ para o SCM. A menor resistência externa utilizada para realizar os saltos verticais foi de 10% de 1RM. Nessa situação os valores de r entre a P_{max} e 1RM foram de 0,84 para o SA e 0,78 para o SCM.

Wisloff *et al.* (2004) avaliaram 17 jogadores de futebol profissionais nos testes de 1RM, exercício de agachamento livre, e de salto vertical. O teste de 1RM incluiu as fases excêntrica e concêntrica, sendo que os voluntários deveriam atingir ao final da fase excêntrica um ângulo de aproximadamente 90° de flexão de joelhos. Os autores observaram uma alta correlação ($r=0,78$) entre 1RM e a hSCM.

Carlock *et al.* (2004) avaliaram 64 atletas de levantamento de peso no SA e SCM. Em ambas as técnicas foram analisadas a altura e a P_{max} , estimada pela fórmula

proposta por Sayers *et al.* (1999), que leva em consideração a altura do salto e a massa corporal do indivíduo. Além disso, todos os voluntários informaram aos pesquisadores o seu próprio desempenho no teste de uma repetição máxima no exercício de agachamento. Foi observada uma alta correlação entre o teste de 1RM e a P_{max} nos saltos, $r=0,92$ para o SCM e $r=0,93$ para o SA.

2.6 QUADRO SINÓPTICO

O QUADRO 1 sintetiza as principais informações dos estudos prévios que analisaram a correlação entre o desempenho em diferentes testes de força.

QUADRO 1

Estudos sobre a correlação entre o desempenho em diferentes testes de força

	Autores	amostra	testes	Resultados
Membros superiores	Murphy <i>et al.</i> , 1994	13 homens Um ano de experiência em treinamento com pesos e praticantes de atividades esportivas.	- Supino isométrico F_{max} (cotovelos flexionados a 90°) -1RM Supino -Arremesso de peso (3,63 kg) Distância (m) -Arremesso no Supino (queda de 25cm) 10kg 30% de 1RM TMPF e F_{max}	$F_{max} isom. X 1RM$ $r=0,78$ ($p<0,01$) $F_{max} isom. X$ $F_{max} 30\%$ de 1RM $r=0,67$ ($p<0,05$) $F_{max} isom. X$ $F_{max} 10kg$ $r=0,72$ ($p<0,01$) $F_{max} isom. X$ arremesso de peso $r=0,22$

	Murphy e Wilson, 1996	24 homens Fisicamente ativos	-Supino isométrico (cotovelos flexionados a 90 e 120°) TMPF e F_{max} -Arremesso de <i>medicine ball</i> (4kg) Distância (cm)	F_{max} X arremesso 90°: $r=0,47(p<0,05)$ 120°: $r=0,55(p<0,01)$ TMDF X arremesso 90°: $r=0,08$ 120°: $r=0,31$
	Moss <i>et al.</i> , 1997	30 homens Treinados, estudantes de Ed. Física	-1 RM Flexão de cotovelo -Potencia máxima no mesmo movimento 2,5kg; 15 a 90% de 1RM	P_{max} 2,5kg X 1RM $r=0.73$ ($p<0,0001$) P_{max} e 1RM $r=0.93$ ($p<0,0001$)
Membros inferiores	Bosco <i>et al.</i> , 1983	12 homens Jogadores de voleibol	-SCM e SA Altura (cm) -Isocinético T_{max} extensão de joelhos a 30, 60, 120, 180, 240 e 300°/s	$T_{max}240°/s$ X hSA: $r= 0,71 (p<0,01)$ $T_{max} 240°/s$ X hSCM: $r=0,74 (p<0,01)$
	Tricolli <i>et al.</i> , 1994	25 homens 12 jogadores de voleibol e 13 de	-SCM Altura (cm) -Isocinético P_{max} extensão de joelhos a	Basquete: P_{max} /MC X hSCM $r= 0,79 (p<0,05)$

	basquete	60, 180, 240 e 300°/s absoluta e normalizada pela MC e MCM	
Membros inferiores	Wilson e Murphy, 1995 30 homens seis meses de experiência em treinamento com pesos.	-SCM Altura (cm) deslocamento da barra (4kg) -Isocinético T _{max} extensão de joelhos a 60, 180 e 300°/s -Isométrico TMPF - ciclo ergômetro (6s) P _{max}	P _{max} X hSCM r=0,56 (p<0,01) P _{max} X TMPF r=0,38 (p<0,05) P _{max} X T _{max} 60°/s: r=0,50(p<0,01) 180°/s: r=0,68(p<0,01) 300°/s: r=0,68(p<0,01)
	Thomas <i>et al.</i> , 1996 19 mulheres jovens (21 a 29 anos) e destreinadas	-SCM (saltar e alcançar) h (cm) -1RM leg press Sistema pneumático (N) -Potência leg press	P e hSCM r=0,54 (p<0,001) P e 1RM r=0,58 (p<0,001)
	Haff <i>et al.</i> , 1997 8 homens experientes em treinamento com pesos	-SCM e SA h, F _{max} , P _{max} , TMPF midhigh clean pulls -Isoinercial F _{max} , P _{max} , TMPF a 80, 90 e 100% de 1RM	Isométrico: TMPF X hSA r=0,82* F _{max} X hSA r=0,76* TMDF X P _{max} SA r=0,82*

		-Isométrico F_{max} e TMDF	isoinercial: $F_{max}SCM \times F_{max}$ 80%: $r=0,80^*$ 90%: $r=0,78^*$ 100%: $r=0,80^*$ $P_{max}SCM \times F_{max}$ 90%: $r=0,70^*$ $P_{max}SA \times TMDF$ 100%: $r=0,70^*$ (* $p<0,05$)	
Membros inferiores	Ugrinowitsch <i>et al.</i> , 2000	30 homens atletas de voleibol G20(acima de 20 anos): n=9 G17(acima de 17 anos):n=11 G15(acima de 15 anos):n=10	-SA Altura (cm) -Isocinético T_{max} extensão de joelhos a 180, 240 e 300°/s	G20 180°/s: $r= 0,72^*$ 240°/s: $r= 0,69^*$ 300°/s: $r= 0,73^*$ (* $p<0,05$)
	Paasuke <i>et al.</i> , 2001	21 homens 9 atletas de combinação nórdica e 12 indivíduos destreinados	-SCM e SA Altura (cm) -Isocinético T_{max} extensão de joelhos a 60 e 180°/s -Isométrico F_{max} extensão de joelhos, TMPF	Atletas: T_{max} 60°/s X h SA: $r= 0,70^{**}$ SCM: $r=0,88^{***}$ T_{max} 180°/s X h SCM: $r=0,69^*$ TMDF X h SA: $r= 0,62^*$

			<p>SCM: $r=0,83^{***}$</p> <p>TMDF X T_{max} 60°/s: $r= 0,94^{***}$ 180°/s: $r= 0,78^{**}$</p> <p>Não atletas: T_{max} 60°/s X h SA: $r= 0,71^*$ SCM: $r=0,70^*$</p> <p>TMDF X h SA: $r= 0,78^{**}$ SCM: $r=0,79^{**}$</p> <p>*$p<0,05$ **$p<0,01$ ***$p<0,001$</p>	
1RM X saltos	Stone <i>et al.</i> , 2003	22 homens	<p>-SA e SCM</p> <p>P_{max} (salto com cargas)</p> <p>-1RM Agachamento</p>	<p>1RM X P_{max}SA 50% $r=0,94$ 10% $r=0,84$</p> <p>1RM X P_{max}SCM 50% $r=0,88$ 10% $r=0,78$</p>
	Wisloff <i>et al.</i> , 2004	17 homens jogadores de futebol	<p>-SCM</p> <p>Altura (cm)</p> <p>-1RM Agachamento livre</p>	<p>1RM e hSCM $r=0,78$ ($p<0,02$)</p>
1RM X	Carlock <i>et</i>	64 homens	-SCM e SA	1RM X h

saltos	<i>al.</i> , 2004	e mulheres atletas de levantament o de peso	Altura (cm), P_{max} (estimada) -1RM Agachamento	SA: $r=0,58$ SCM: $r=0,52$ 1RM X P_{max} SA: $r=0,93$ SCM: $r=0,92$
--------	-------------------	---	--	---

Através da revisão de literatura pôde-se observar que, entre os trabalhos envolvendo membros superiores, a maioria comparou testes isoinerciais com isométricos. Nos trabalhos que avaliaram a força dos membros inferiores, a maioria relacionou a altura dos saltos verticais com o desempenho em testes isométricos e isocinéticos. Dos únicos dois estudos encontrados correlacionando o teste de 1RM com o desempenho em saltos verticais, um utilizou como critério de desempenho a altura do salto obtida pelo tempo de vôo e no outro a potência máxima foi estimada.

3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Os diversos estudos utilizaram diferentes formas de mensuração da força muscular. A partir da revisão de literatura, pode ser verificado que ainda não há um consenso sobre a relação entre as várias formas de dinamometria. Isso mostra a necessidade de mais investigações científicas, principalmente envolvendo ações isoinerciais, mais específicas às demandas esportivas.

O teste de 1RM é o mais utilizado para avaliar a força máxima e os equipamentos necessários para a realização desse teste estão disponíveis na maioria dos clubes e academias, contribuindo para a sua aplicação prática.

A correlação entre o desempenho nos testes de 1RM e de saltos verticais não é clara, e ainda há poucas informações relacionadas às variáveis cinéticas durante a fase de impulsão dos saltos verticais.

4 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi correlacionar o desempenho do teste de uma repetição máxima (1RM) com a altura e as variáveis dinâmicas dos saltos verticais, salto com contramovimento (SCM) e salto a partir da posição agachada (SA).

Hipótese 0: Não há correlação entre o desempenho no teste de 1RM e a altura dos saltos verticais e entre 1RM e as variáveis dinâmicas dos saltos verticais.

Hipótese 1: Há uma correlação entre o desempenho no teste de 1RM e a altura dos saltos verticais e entre 1RM e as variáveis dinâmicas dos saltos verticais.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Amostra

Participaram deste estudo 23 voluntários do sexo masculino (TAB.1), estudantes da Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. O critério de inclusão nesse estudo foi ausência de lesões nos membros inferiores. Todos os procedimentos foram explicados aos voluntários, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com as normas do SISNEP (processo nº 0419.0.203.000-05).

TABELA 1
Caracterização da amostra

Variáveis	média	desvio padrão
Idade (anos)	25,8	3,0
Estatura (cm)	178,5	6,5
Massa corporal (kg)	79,1	10,2
Massa corporal magra (kg)	67,4	8,5
% gordura	14,6	4,6

5.2 Instrumentos

5.2.1 Dinamometria

Para o registro da força de reação vertical na fase de impulsão dos saltos durante a coleta, foi utilizada uma plataforma de força modelo AMTI OR6-7 (Advanced Mechanical Technology, Inc, USA), com frequência de aquisição de 200Hz. As curvas de força-tempo foram coletadas com a utilização do Software SIMI Motion 7.2 (SIMI Reality Motion Systems GmbH, Germany) e analisadas com o Software DasyLab 5.0 (DASYTEC Daten System Technik GmbH, Germany).

5.2.2 Leg press 45°

O *Leg Press* é um exercício freqüentemente utilizado pelos atletas no treinamento de força. Esse exercício multiarticular envolve os maiores e mais fortes músculos do corpo e apresenta semelhanças com vários movimentos atléticos como saltos e corrida, quanto ao padrão biomecânico e neuromuscular (ESCAMILLA, 1991). O teste de 1RM foi realizado em um aparelho de *Leg Press 45°* (Gervasport).

O teste de 1RM, realizado com a utilização desse equipamento, consistiu em avaliar a carga máxima que o indivíduo conseguiria movimentar na amplitude que foi pré determinada. A descrição detalhada do equipamento será abordada juntamente com o posicionamento do indivíduo e execução do teste na sessão 5.3.2.

5.2.3 Medidas antropométricas

A massa e a estatura dos indivíduos foram mensuradas com a utilização de uma balança Filizola e do estadiômetro acoplado neste mesmo equipamento, com precisões de 0,1 kg e 0,5 cm, respectivamente. A composição corporal foi estimada a partir da medição das dobras cutâneas dos voluntários com a utilização de um plicômetro da marca Lange. Estes procedimentos foram realizados para fins descritivos da amostra e para normalização dos dados de força.

5.3 Procedimentos

Inicialmente, todos os procedimentos foram esclarecidos aos voluntários, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e agendaram os dias de treinamento e coleta de dados.

5.3.1 Saltos verticais

Salto a partir da posição agachada (SA): Esta técnica de salto exige que o indivíduo comece o movimento ascendente partindo de uma posição agachada com os

joelhos flexionados. Não é permitida a realização de nenhum movimento descendente. Nessa técnica (FIG. 2), o indivíduo deve realizar apenas uma ação concêntrica, sendo um teste diagnóstico desse tipo de ação muscular.

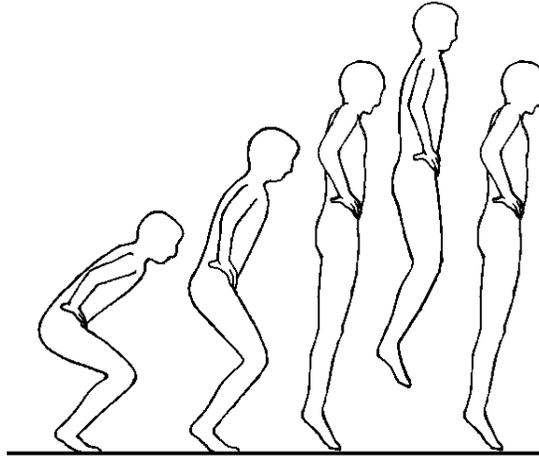


FIGURA 2 – salto a partir da posição agachada

Salto com contramovimento (SCM): Neste salto, o indivíduo parte da posição inicial em pé, realiza um movimento para baixo com flexão de quadril, joelhos e tornozelos e, em seguida, realiza a extensão destas articulações para fazer o movimento ascendente (FIG. 3). Este salto é de fácil execução, sendo o mais encontrado na maioria das modalidades esportivas e se caracteriza por uma ação excêntrica seguida de uma concêntrica. Essa combinação de ações musculares caracteriza o CAE de longa duração (acima de 250 ms), com grande deslocamento angular das articulações do quadril, joelho e tornozelo (SCHMIDTBLEICHER, 1992). Os voluntários foram instruídos a realizarem o movimento descendente de forma rápida, assim como a transição da fase excêntrica para a concêntrica.

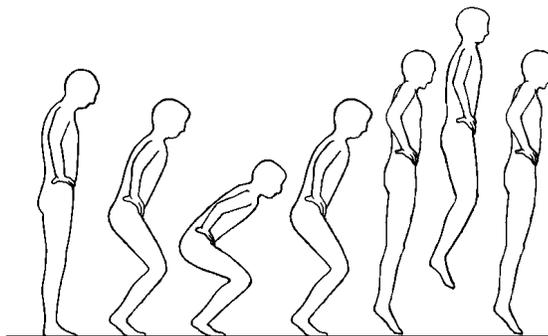


FIGURA 3 – salto com contramovimento.

Familiarização

Na semana anterior à coleta de dados, cada voluntário participou de 2 sessões de familiarização com as técnicas dos saltos verticais. Este treinamento foi realizado em dias alternados e no horário de conveniência do voluntário. O treinamento teve a finalidade de familiarizar o voluntário às técnicas de salto, evitando que, no dia da coleta, elas fossem executadas de forma inadequada. Em cada sessão os voluntários deveriam realizar 3 saltos com a técnica correta, que foi verificada através do padrão da curva de força tempo (FIG. 4) logo após cada tentativa.

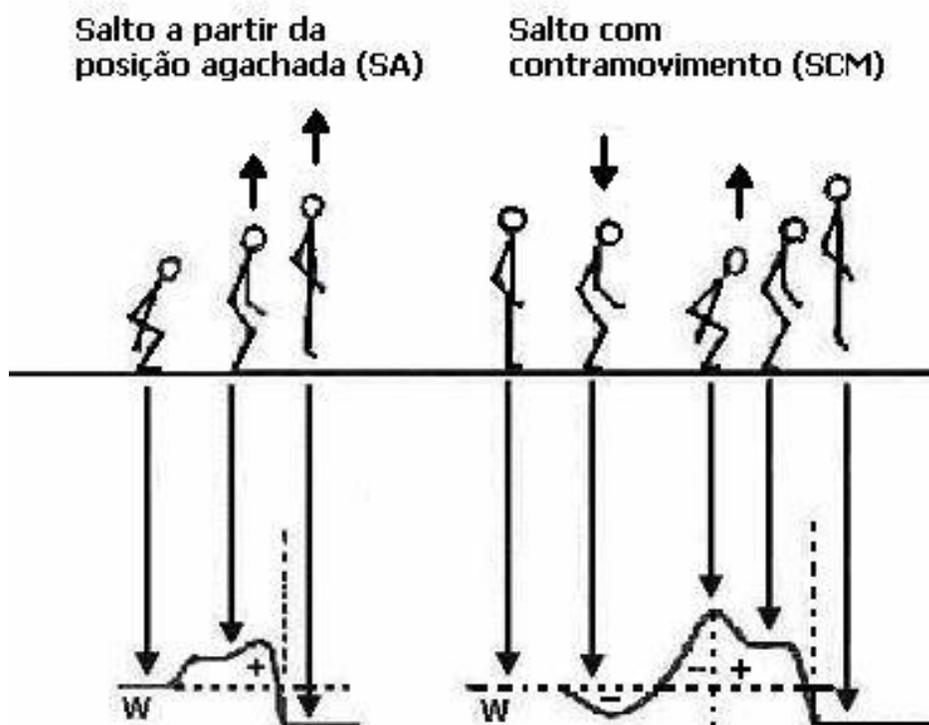


FIGURA 4 – Padrão da curva de força tempo para as técnicas de salto a partir da posição agachada e com contramovimento.

Fonte: Adaptado de SALE, 1991, p. 63.

A posição inicial do indivíduo, ângulo de flexão do joelho, no SA foi auto-estabelecida pelo voluntário. Para as duas técnicas o afastamento dos pés foi livre, podendo o voluntário escolher o que julgasse ser mais confortável.

Durante a execução dos saltos os indivíduos mantiveram as mãos fixas na cintura, para padronização da altura do centro de gravidade, e evitar movimento dos membros superiores, que poderia influenciar no impulso durante o salto. Em todas as tentativas os indivíduos foram incentivados a atingir a maior altura possível.

Coleta

No dia da coleta foram realizadas 3 tentativas para cada técnica de salto, sendo o melhor resultado utilizado posteriormente na análise estatística. A ordem foi mantida fixa para todos os voluntários que realizaram sempre a técnica de SA antes do SCM. Os indivíduos não realizaram qualquer tipo de alongamento previamente ao testes e foram

instruídos a não realizar nenhum tipo de treinamento físico ou atividade esportiva no dia anterior aos dias de coleta de dados, sendo permitidas apenas as atividades cotidianas.

5.3.2 Teste de uma repetição máxima

Posicionamento

Os voluntários realizaram o teste de modo concêntrico partindo de uma flexão de joelhos de 100° , seguindo as recomendações de Escamilla *et al.* (1998; 2001) e Caruzo *et al.* (2003), e com o quadril flexionado entre 60° e 70° , de acordo com as possibilidades de regulagem do equipamento (FIG. 5). Um goniômetro manual foi utilizado para padronizar estes ângulos e o posicionamento dos pés em contato com o aparelho foi controlado por uma fita métrica.



FIGURA 5 – Posicionamento para o Teste de 1RM.

Familiarização

Uma semana antes da coleta, os voluntários participaram de uma sessão de familiarização no teste de 1RM. A importância da realização de uma sessão prévia, como familiarização, já foi demonstrada para esse teste por McCurdy, *et al.* (2004). Todos os voluntários precisaram entre 4 e 7 tentativas para realizar 1RM. O intervalo entre as tentativas foi de 5 minutos, conforme sugerido por Matuszak *et al.* (2003) e Cronin *et al.* (2004).

Coleta

No dia da coleta os voluntários realizaram, como exercício preparatório, 8 repetições com 50% da carga máxima do dia da familiarização, segundo Dias *et al.* (2005). Após 3 min de intervalo, os voluntários começaram o teste com a primeira repetição contendo 5kg a menos que a última tentativa da familiarização. Foi estabelecido um incremento mínimo de 1,25kg na carga entre cada repetição. O teste foi encerrado quando o indivíduo não conseguia completar o movimento, sendo o peso da repetição anterior considerado como o de 1RM.

No dia anterior aos dias de coleta, os indivíduos foram instruídos a manter as atividades cotidianas e a não realizar qualquer tipo de treinamento para os membros inferiores.

5.3.3 Composição corporal e antropometria

Na mesma semana em que foram realizados os testes os voluntários compareceram ao Laboratório para a medição das dobras cutâneas, massa corporal e estatura. Para estimar a composição corporal dos voluntários foi utilizado o protocolo proposto por Silami-Garcia *et al.* (1990) composto de nove dobras cutâneas: bíceps, tríceps, peitoral, sub-axilar, sub escapular, abdominal, supra íliaca, coxa e perna.

5.3.4 Variáveis Analisadas

O QUADRO 2 apresenta as variáveis cinéticas analisadas nas duas técnicas de salto e suas respectivas definições.

QUADRO 2

Variáveis cinéticas analisadas nas técnicas de SA e SCM

Variáveis (unidade)	Definição
F_{\max} (N)	Força máxima
I (N.s)	Impulso
v (m/s)	Velocidade de Saída
P_{\max} (W)	Potência máxima

- A força máxima foi determinada pelo maior valor de força registrado na fase de impulsão, pico de força da curva de força-tempo.
- O impulso foi calculado pela área abaixo da curva de força-tempo.
- A velocidade de saída, ou velocidade final foi obtida através da normalização do impulso pela massa corporal do indivíduo.
- A Potência máxima foi estabelecida como o maior valor de potência observado na curva força-velocidade, derivada da multiplicação da força vertical pela velocidade instantânea.

A altura do salto também foi avaliada nesse estudo e para tanto foram utilizados dois métodos, levando em consideração a limitação de cada um deles.

- Velocidade de saída:

Uma vez que a altura atingida pelo centro de gravidade varia com o quadrado da velocidade, pequena alteração na velocidade de saída resulta em uma grande variação na altura do salto.

$$h = v^2/2g$$

h = altura do salto; v = velocidade de saída; g = aceleração da gravidade.

- Tempo de voo:

Apesar do tempo de vôo não ser considerado o método mais preciso para determinação da altura do salto, uma vez que não se pode assegurar que a posição do centro de gravidade do indivíduo é a mesma no momento da saída do solo e da aterrissagem, ele também foi utilizado para o cálculo da altura do salto. O objetivo de apresentar essa variável foi comparar os resultados encontrados com outros artigos que também a utilizaram como critério de desempenho.

$$h = g.t^2 / 8$$

h = altura do salto; g = aceleração da gravidade.

O QUADRO 3 apresenta as variáveis do teste de 1RM

QUADRO 3
Variáveis do teste de 1RM

Variáveis (unidade)	Definição
1RM (kg)	Carga máxima no teste de 1RM
1RM/ MC	1RM dividido pela massa corporal
1RM/ MCM	1RM dividido pela massa corporal magra
1RM/ MC ^{0,67}	1RM dividido pela massa corporal elevada a 0,67
1RM/ MCM ^{0,67}	1RM dividido pela massa corporal magra elevada a 0,67

5.3.5 Métodos Estatísticos

Análise Estatística

Dentre as 3 tentativas de salto, o salto mais alto, ou seja, com a maior velocidade de saída, foi utilizado para a análise estatística. Primeiramente foi feito o teste de Shapiro-wilk para verificar se os dados possuíam distribuição normal. Após confirmar a normalidade dos dados, a relação entre o desempenho nos dois testes, 1RM e saltos verticais, foi verificada através da correlação de *Pearson*. Valores de correlação acima de 0,71 foram considerados altos por indicarem uma maior proporção de generalidade do que de especificidade entre os testes, 50% ou mais de variância comum ($R^2 > 50\%$), conforme foi sugerido nos estudos de Hortobagyi *et al.* (1989) e Baker *et al.* (1994). Para as variáveis que apresentaram valores de r acima de 0,71 foi feita uma análise de regressão linear para verificar a capacidade do modelo em prever a mesma em função do resultado de 1RM (variável independente). O nível de significância adotado foi de $\alpha < 0,05$. Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa SPSS, versão 12.0.

6 RESULTADOS

A TAB. 2 apresenta a estatística descritiva (média e desvio padrão) para as variáveis do teste de 1RM.

TABELA 2
Resultados descritivos das variáveis do teste de 1RM

<i>Leg press</i>	1RM	1RM/MC	1RM/MCM	1RM/MC ^{0,67}	1RM/MCM ^{0,67}
média	426,52	5,36	6,27	22,64	25,16
DP	99,63	1,08	1,19	4,63	4,96

A TAB. 3 apresenta a estatística descritiva (média e desvio padrão) para as variáveis do SA.

TABELA 3
Resultados descritivos das variáveis do SA

SA	h1 (cm)	h2 (cm)	F _{max} (N)	I (N.s)	v (m/s)	P _{max} (W)
média	30,39	33,80	1163,82	207,04	2,57	2698,73
DP	5,56	5,06	182,28	33,59	0,19	675,26

h1= altura do salto calculada pelo tempo de vôo; h2=altura do salto calculada pela velocidade de saída

A TAB. 4 apresenta a estatística descritiva (média e desvio padrão) para as variáveis do SCM.

TABELA 4
Resultados descritivos das variáveis do SCM

SCM	h1 (cm)	h2 (cm)	F _{max} (N)	I (N.s)	V (m/s)	P _{max} (W)
média	36,09	37,44	1119,72	217,46	2,70	2250,63
DP	5,94	6,43	186,96	34,80	0,23	516,04

h1= altura do salto calculada pelo tempo de vôo; h2=altura do salto calculada pela velocidade de saída

6.1 1RM X SA

A TAB. 5 apresenta os valores da correlação entre a altura do SA (hSA) e 1RM, absoluto e relativo.

TABELA 5
Correlações entre hSA e 1RM

Variáveis	1RM	1RM/MC	1RM/MCM	1RM/MC ^{0,67}	1RM/MCM ^{0,67}
h1	0,61**	0,63**	0,52*	0,65**	0,57**
h2	0,63**	0,65**	0,54**	0,67**	0,60**

h1= altura do salto calculada pelo tempo de vôo; h2=altura do salto calculada pela velocidade de saída. *p<0,05; **p<0,01

A TAB. 6 apresenta os valores de correlação entre as variáveis do teste de 1RM e do SA.

TABELA 6
Correlações entre as variáveis dinâmicas do SA e 1RM

Variáveis	1RM	1RM/MC	1RM/MCM	1RM/MC ^{0,67}	1RM/MCM ^{0,67}
F _{max} (N)	0,61**	0,48*	0,41	0,55**	0,50*
I (N.s)	0,77**	0,34	0,34	0,52*	0,52*
v (m/s)	0,64**	0,66**	0,56**	0,68**	0,61**
P _{max} (W)	0,66**	0,47*	0,43*	0,56**	0,54**

*p<0,05; **p<0,01

O GRAF. 1 ilustra a relação entre as variáveis, impulso no SA (ISA) e 1RM.

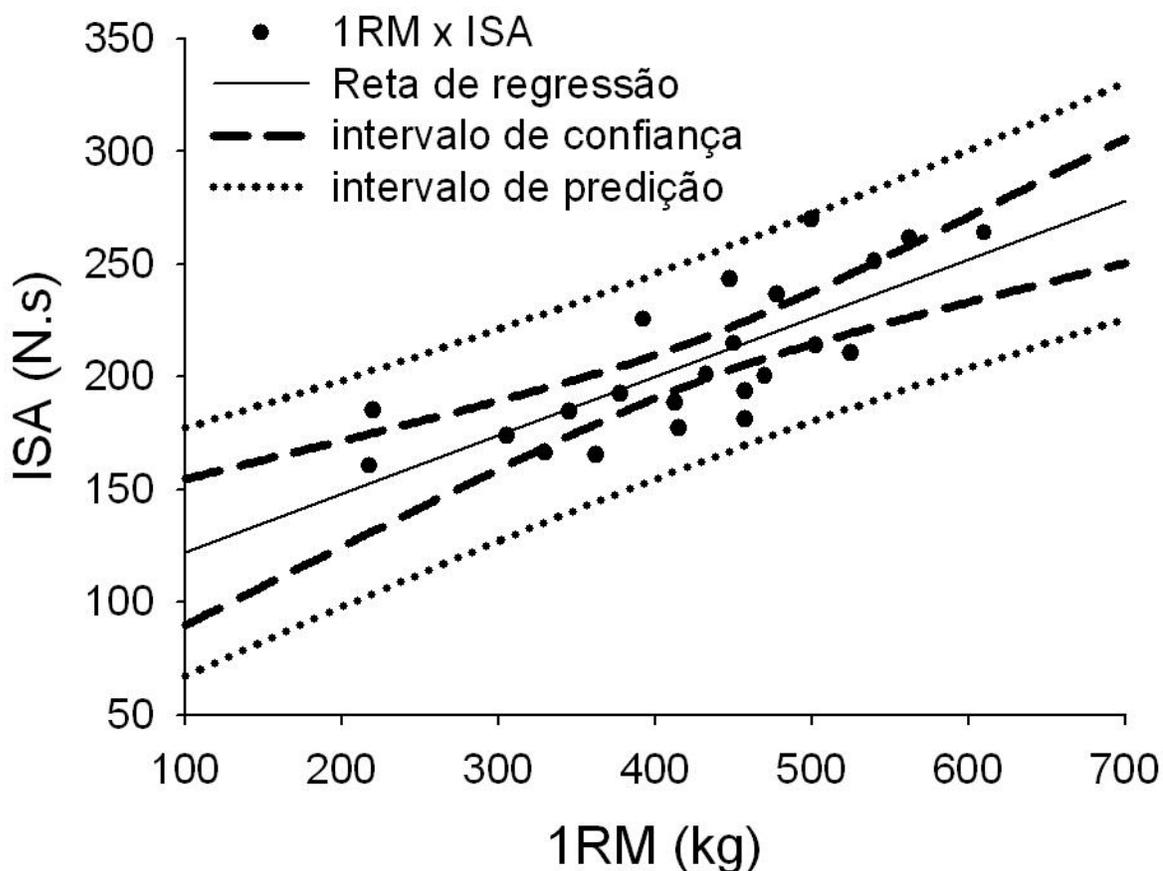


GRÁFICO 1- Diagrama de dispersão para as variáveis ISA e 1RM juntamente com a reta de melhor ajuste.

Equação de regressão

A relação entre 1RM (variável independente) e ISA (variável dependente) pode ser representada pela equação $ISA = a + b(1RM)$.

$$ISA = 96,29 + 0,26(1RM)$$

Com um intervalo de confiança de 95% a e b obtiveram limite inferior e superior de 53,61 e 138,96 e de 0,16 e 0,36, respectivamente. O erro de predição foi de 21,92 e o coeficiente de determinação (R^2) de 0,57.

6.2 1RM X SCM

A TAB. 7 apresenta os valores da correlação entre a altura do SCM (hSCM) e o teste de 1RM, absoluto e relativo.

TABELA 7
Correlações entre hSCM e 1RM

Variáveis	1RM	1RM/MC	1RM/MCM	1RM/MC ^{0,67}	1RM/MCM ^{0,67}
h1	0,48*	0,56**	0,45*	0,56**	0,48*
h2	0,50*	0,62**	0,48*	0,60**	0,51*

h1= altura do salto calculada pela velocidade de saída; h2=altura do salto calculada pelo tempo de voo. *p<0,05; **p<0,01

A TAB. 8 apresenta os valores de correlação entre o teste de 1RM e as variáveis da curva de força tempo para o SCM.

TABELA 8
Correlações entre as variáveis dinâmicas do SCM e 1RM

Variáveis	1RM	1RM/MC	1RM/MCM	1RM/MC ^{0,67}	1RM/MCM ^{0,67}
F _{max} (N)	0,63**	0,43*	0,42*	0,53*	0,52*
I (N.s)	0,75**	0,34	0,33	0,51*	0,51*
v (m/s)	0,49*	0,57**	0,46*	0,56**	0,49*
P _{max} (W)	0,47*	0,32	0,27	0,39	0,36

*p<0,05; **p<0,01

O GRAF. 2 ilustra a relação entre as variáveis, impulso no SCM (ISCM) e uma repetição máxima (1RM).

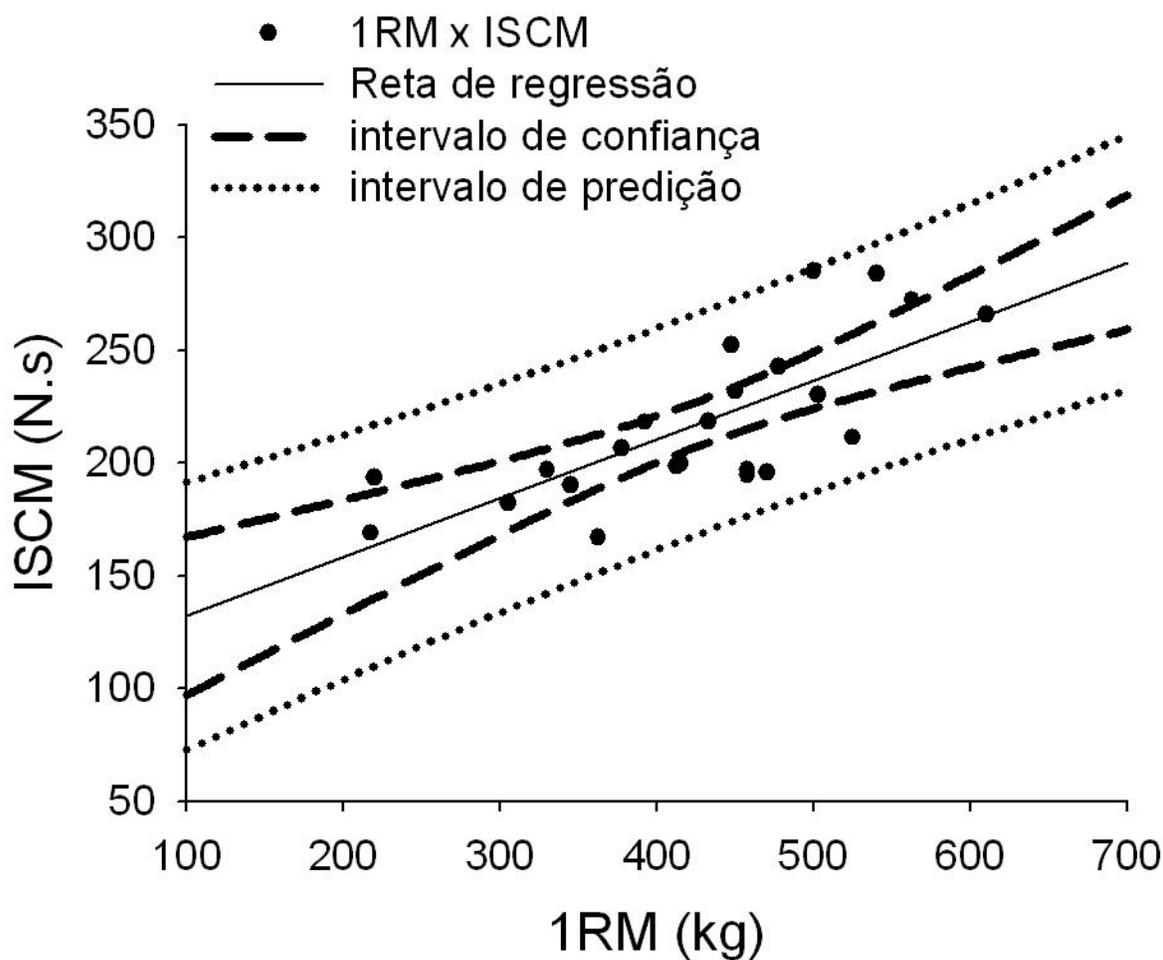


GRÁFICO 2- Diagrama de dispersão para as variáveis ISCM e 1RM juntamente com a reta de melhor ajuste.

Equação de regressão

A relação entre 1RM (variável independente) e ISCM (variável dependente) pode ser representada pela equação $ISCM = a + b(1RM)$.

$$ISCM = 106,03 + 0,26(1RM)$$

Com um intervalo de confiança de 95% a e b obtiveram limite inferior e superior de 60,01 e 152,04 e de 0,16 e 0,37, respectivamente. O erro de predição foi de 23,63 e o coeficiente de determinação (R^2) de 0,54.

7 DISCUSSÃO

7.1 Altura do salto:

Os resultados mostraram maiores correlações entre o teste de 1RM e a hSA, $r=0,61$ (IC: 0,27 a 0,82) comparada com a hSCM, $r=0,50$ (IC: 0,11 a 0,76). Provavelmente esse resultado se deve à forma com que o teste de 1RM foi realizado, modo apenas concêntrico. De acordo com Sale (1991), a variabilidade é minimizada na realização do teste de 1RM da forma concêntrica. Esses resultados corroboram os resultados do estudo de Carlock *et al.* (2004), que verificaram valores semelhantes em sua amostra composta por atletas de levantamento de peso, hSA ($r=0,58$) e hSCM ($r=0,52$). Entretanto, uma alta correlação entre 1RM e hSCM ($r=0,78$) foi encontrada por Wisloff *et al.* (2004). A divergência entre os resultados poderia ser explicada pelas características da amostra dos estudos. Wisloff *et al.* (2004) analisaram atletas habituados a realizar saltos verticais como parte da rotina de treinamento. Outro ponto importante é que em ambos os estudos, Wisloff *et al.* (2004) e Carlock *et al.* (2004), o teste de 1RM foi realizado no exercício de agachamento que incluía as ações excêntrica e concêntrica, diferentemente do presente estudo que realizou um teste concêntrico no *leg press*.

Os valores dos coeficientes de determinação (R^2 ajustado) representam a percentagem da variância da altura do salto que pode ser explicada pela variância no desempenho de 1RM. O teste de 1RM foi capaz de explicar 25% e 37% da variância na hSCM e hSA, respectivamente, enquanto que a variância da força máxima relativa ($1RM/MC^{0,67}$) explicou 33% da variância da hSCM e 39% da hSA.

Outros estudos que correlacionaram testes de força com o desempenho nos saltos verticais utilizaram testes isométricos (WILSON e MURPHY,1995; HAFF *et al.*,1997), dinamômetros isocinéticos (WILSON e MURPHY,1995; TRICOLI *et al.*,1994; PAASUKE *et al.*,2001; BOSCO *et al.*,1983; UGRINOWITSCH *et al.*,2000) ou uma adaptação do teste de 1RM (THOMAS *et al.*1996), nesse caso, foi utilizado um sistema pneumático que avaliava a força (em N) e não a carga movimentada (em kg). Além disso, no trabalho de Thomas *et al.* (1996) a avaliação do desempenho dos saltos foi

feita através do teste de saltar e alcançar. No qual o resultado também é influenciado pelo movimento dos membros superiores, flexibilidade escapulo-umeral do membro utilizado para tocar as hastes, coordenação espaço-temporal (*timing*) e características antropométricas do indivíduo, impossibilitando assim a comparação entre os resultados.

7.2 Variáveis dinâmicas

A correlação entre o teste de 1RM e a P_{\max} no SA e SCM foi de $r=0,66$ (IC: 0,37 a 0,84) e $r=0,47$ (IC: 0,07 a 0,74), respectivamente. Mais uma vez, o fato do teste de 1RM ter sido realizado no modo apenas concêntrico talvez explique um maior valor de r entre 1RM e a P_{\max} SA do que entre 1RM e a P_{\max} SCM.

Carlock *et al.* (2004) porem encontraram altas correlações entre 1RM e a P_{\max} no SA ($r=0,93$) e no SCM ($r=0,92$). No trabalho desses autores, a potência máxima foi estimada através da fórmula de Sayers (1999), que apresenta um alto coeficiente de correlação intraclass (CCI = 0,99). Entretanto, quando esta fórmula foi utilizada com os dados do presente estudo, o coeficiente de correlação verificado entre a potência mensurada e a estimada pela fórmula foi de $r=0,52$ ($p<0,05$) para o SJ e $r=0,37$ (não significativo) para o CMJ. Uma limitação do estudo de Carlock *et al.* (2004), que poderia explicar os resultados controversos, seria que os valores de 1RM foram obtidos em uma anamnese sobre o desempenho máximo no exercício, e não foram mensurados.

Stone *et al.* (2003) também encontraram altos valores de correlação entre o teste de 1RM no agachamento e a P_{\max} nos saltos, $r=0,84$ (SA) e $r=0,78$ (SCM). Porém, os saltos foram realizados com cargas que correspondiam a 10% de 1RM, resistência externa que variou de 8,5 a 22,5 kg no SCM e 6,5 a 20 kg no SA. Acreditando que essa massa adicional, além da massa corporal, a ser movimentada representa uma grande influência no desempenho dos saltos, a comparação desses resultados com os encontrados no presente se torna limitada.

Levando em consideração a divergência dos resultados do presente estudo e os trabalhos publicados por Carlock *et al.* (2004) e Stone *et al.* (2003), e considerando os resultados encontrados por Cronin *et al.* (2000) é possível que a relação entre a força máxima (1RM) e outras variáveis, como a potência, seja diferente nas ações

concêntricas daquelas que envolvem o contramovimento. Carlock *et al.* (2004) e Stone *et al.* (2003) investigaram a correlação entre o desempenho em saltos e o teste de 1RM no exercício de agachamento que incluía as fases excêntrica e concêntrica. Os resultados apresentados por ambos contradizem Schmidbleicher (1992), que afirma que em ações dentro do ciclo de alongamento e encurtamento, a correlação entre a força máxima e a potência é baixa. Esse mesmo autor ainda sugere que a força máxima é a qualidade básica que afeta o desempenho da potência, sendo que para a produção de potência em ações concêntricas a influência da força máxima aumenta com o aumento da resistência externa, o que provavelmente justifica os maiores valores de correlação encontrados no estudo de Stone *et al.* (2003). Além disso, as diferentes técnicas de saltos verticais utilizam formas de contração distintas e, portanto, se relacionam de forma diferente.

O teste de 1RM foi capaz de explicar 41% e 19% da variância da P_{\max} no SA e SCM, respectivamente. Indicando uma pequena parcela de associação comum entre os fatores que influenciam os dois testes, 1RM e P_{\max} nos saltos verticais.

Além da potência máxima, os métodos adotados no presente estudo possibilitaram investigar outras variáveis dinâmicas relacionadas ao desempenho nos saltos verticais, como a F_{\max} e o impulso, que não haviam sido correlacionadas com o teste de 1RM anteriormente em outros trabalhos.

Foram verificadas baixas correlações entre a F_{\max} SA e 1RM ($r=0,61$) e entre a F_{\max} SCM e 1RM ($r=0,63$). Neste estudo, a F_{\max} representa o pico máximo da força em uma curva F-t durante a realização dos saltos.

Haff *et al.* (1997), correlacionaram a F_{\max} mensurada durante um exercício de levantamento de peso (*midthigh clean pulls*) com as mesmas variáveis utilizadas nesse estudo, F_{\max} SA e F_{\max} SCM. Foram verificadas correlações de $r=0,28$ (não significativa) com a F_{\max} SA e $r=0,80$ ($p<0,5$) com a F_{\max} SCM.

Murphy *et al.* (1994), que também verificaram a correlação entre testes de 1RM e F_{\max} , realizaram os teste no exercício de supino e utilizaram cargas de 10kg e 30% de 1RM para mensurar a F_{\max} nesse movimento. Nos outros trabalhos, Murphy e Wilson (1996) e Paasuke *et al.* (2001), a forma de medição da força máxima não foi a mesma, ambos utilizaram testes isométricos para mensuração da F_{\max} . Sabendo que este

parâmetro pode representar demandas diferenciadas ao sistema neuromuscular, dependendo das características do teste, torna-se inviável a comparação entre os resultados.

A correlação entre 1RM e o Impulso no SA foi de $r=0,77$ (IC de 0,52 a 0,90) e o coeficiente de determinação entre as duas variáveis de $R^2=0,57$. Entre 1RM e o impulso no SCM o coeficiente de correlação foi $r=0,75$ (IC de 0,49 a 0,89) e $R^2=0,54$. Esta foi a única variável do estudo que apresentou maior percentual de generalidade do que de especificidade entre os testes. A vantagem de ter o impulso como referência, é que este procedimento possibilita discutir a estruturação da capacidade motora força e seus componentes dentro do ponto de vista da fisiologia e da física. Partindo da afirmação básica que a aceleração e a velocidade de um movimento dependem do impulso alcançado, torna-se importante avaliar a capacidade do teste de 1RM em predizer o impulso. Além disso, através do impulso pode-se calcular a velocidade de saída, variável determinante no desempenho dos saltos verticais.

7.3 Mecanismos

A baixa associação entre as variáveis dinâmicas (P_{max} e F_{max}) mensuradas na plataforma de força e o resultado do teste de 1RM poderia ser explicada por três mecanismos:

7.3.1 Relação força- velocidade

Os esportes envolvem aceleração do corpo e implementos esportivos. Devido às diferenças na capacidade individual em exercer força em diferentes velocidades, os valores de força obtidos em testes isométrico e em baixa velocidade, como o teste de 1RM, têm um valor limitado na predição do desempenho esportivo que envolve acelerações em alta velocidade, como os saltos verticais (HARMAN, 1993). Segundo Moritani (1993) a ativação preferencial de unidades motoras (UMT's) depende da demanda de força e velocidade da tarefa, esse recrutamento seletivo talvez explique diferenças entre o desempenho dos indivíduos. Além disso, indivíduos com valores

idênticos para 1RM poderiam exibir curvas de força-tempo diferentes durante a execução desse teste. Tais diferenças individuais na curva de força-tempo (por exemplo, o tempo até alcançar a força máxima, os gradientes) podem refletir diferenças neuromusculares individuais que o teste de 1RM não consegue avaliar.

7.3.2 Coordenação intermuscular

O equipamento utilizado para a realização do teste de 1RM, apesar de avaliar a força de membros inferiores, não permite reproduzir exatamente o movimento realizado pelas articulações do quadril e joelho durante um salto. E, por serem tarefas motoras distintas, requerem diferentes níveis de ativação da musculatura sinergista e inibição da musculatura antagonista. A ativação relativa dos agonistas e sinergistas também pode variar dependendo da ação realizada (SALE, 2003), já que no desempenho de força o objetivo da ativação ou coordenação apropriada dos sinergistas é atingir a maior produção de força possível na direção desejada do movimento. O que provavelmente explica os menores valores de correlação do teste de 1RM com o SCM, quando comparado com os coeficientes de correlação entre 1RM e SA.

Gryzlo *et al.* (1994) verificaram diferentes níveis de ativação para cada porção do quadríceps e isquiotibiais durante o agachamento e extensão do joelho em diferentes amplitudes. Escamilla *et al.* (2001) confirmaram essas diferenças variando o posicionamento dos pés nos exercícios de agachamento e *leg press* horizontal e o mesmo pode ser esperado para o *leg press* 45°. Entretanto, não é possível inferir sobre a participação de cada grupo muscular na produção total da força nos saltos e no teste de 1RM. Além disso, é possível que haja um padrão individual de solicitação da musculatura exigida em cada teste (SAHRMANN, 2002).

7.3.3 Especificidade do ângulo avaliado

Como o desempenho em ações concêntricas está relacionado à rigidez das UMTs (WILSON *et al.*, 1994), parece que o comprimento ótimo de um músculo para gerar força pode alterar em relação ao seu comprimento de repouso, que varia de

indivíduo para indivíduo. A posição inicial no SA foi auto selecionada, ou seja, os indivíduos foram instruídos a assumir a posição na qual eles obtinham o seu melhor desempenho no salto. Já no teste de 1RM no *leg press*, o ângulo de flexão de joelhos foi de 100° para todos os indivíduos. Pode ser que alguns voluntários tenham se beneficiado dessa posição inicial e outros não. Porém, de acordo com Sale (1991), é importante considerar a segurança, minimizando o risco de lesão, e o conforto dos voluntários para estabelecer a posição inicial do teste de 1RM.

7.4 Utilização da escala alométrica

Utilizando o expoente alométrico de 2/3, previsto pela similaridade geométrica para a área dos músculos, era esperado um aumento da correlação entre 1RM e o desempenho nos saltos, altura calculada pela velocidade de saída.

Ao normalizar os resultados do teste de 1RM pela MC o valor da correlação entre hSA e 1RM/MC aumentou de 0,65 para 0,67 ($hSA \times 1RM/MC^{0,67}$). Quando foi levado em consideração apenas a MCM o r aumentou de 0,54 ($hSA \times 1RM/MCM$) para 0,60 ($hSA \times 1RM/MCM^{0,67}$).

Entretanto, essa previsão não se confirmou na técnica de SCM. O valor da correlação entre 1RM/MC e hSCM foi de 0,56, o mesmo entre $1RM/MC^{0,67}$ e hSCM. Apenas quando o valor de 1RM foi normalizado pela MCM pôde ser observado novamente um aumento do valor de r , que de 0,45 ($hSCM \times 1RM/MCM$) foi pra 0,48 ($hSCM \times 1RM/MCM^{0,67}$).

Nos saltos verticais o indivíduo realiza um movimento contrario às forças gravitacionais e inerciais, sendo a magnitude de ambas proporcional à MC (JARIC *et al.*, 2002). O simples fato de o indivíduo ter que acelerar a sua própria massa corporal justifica a utilização da MC e não da MCM para a normalização. A utilização da MCM para a normalização parece ser mais adequada em tarefas como os chutes e arremessos (JARIC *et al.*, 2002).

Seres humanos apresentam características antropométricas diferentes, ou seja, não são geometricamente similares, como acontece com outros mamíferos (GARCIA, 2001). Sendo assim, ao levarmos em consideração apenas a massa corporal dos

indivíduos, estaremos dando um tratamento muito reducionista para o problema, pois além da área de corte transversal, o desempenho é influenciado pelas características das unidades motoras e por fatores neurais e mecânicos (KAUHANEN *et al.*, 2002).

E finalmente, Vanderburgh *et al.* (1996) ressalta que deve-se enunciar a força por unidade de massa corporal elevada a uma potência apropriada que deve ser determinada para o conjunto específico de dados. Com o tamanho da amostra utilizada no presente estudo não é possível concluir sobre a melhor forma de normalização dos dados de força.

8 CONCLUSÃO

O teste de 1RM apresentou uma alta correlação com o impulso nos saltos verticais, que pôde ser predito pelas equações $ISA = 96,28 + 0,26(1RM)$ e $ISCM = 106,03 + 0,26(1RM)$, para o SA e SCM, respectivamente. As demais variáveis da curva de força tempo apresentaram uma baixa correlação com o teste de 1RM no *leg press* 45°.

Considerações finais:

- _ Sabendo que os testes medem qualidades neuromusculares diferentes, a análise de mais variáveis por meio de dinamometria no teste de 1RM poderia esclarecer melhor a relação entre eles, para então determinar como estas qualidades estão relacionadas com o desempenho.
- _ Em estudos futuros, sugere-se realizar o teste de 1RM em outros exercícios, como o agachamento livre e guiado ou o *leg press* horizontal, que melhor representem a postura adotada para a realização dos saltos verticais e que possibilitem a realização das fases excêntrica e concêntrica, tal como no salto com contramovimento.
- _ Além disso, sugere-se a utilização de amostras compostas por atletas de diferentes níveis e modalidades esportivas, para melhor compreender em qual contexto cada protocolo deverá ser aplicado, pois diferentes níveis de habilidade requerem diferentes formas de medição.

REFERÊNCIAS

ABERNETHY, P.; WILSON, G.; LOGAN, P. Strength and Power Assessment - Issues, Controversies and challenges. *Sports Medicine*. v.19, n.6, p.401-417, 1995.

ASHLEY, C.D.; WEISS, L.W. Vertical jump performance and selected physiological characteristics of women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.8, n.1, p.5-11, 1994.

BARKER, M. *et al.* Performance factors, Psychological Assessment, Physical Characteristics, and Football Plating Ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.7, n.4, p.224-233, 1993.

BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, B. Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. v.68, p.350-355, 1994.

BATTERHAM, A.M.; GEORGE, K.P. Allometric modeling does not determine a dimensionless power function ratio for maximal muscular function. *Journal of Applied Physiology*. v.83, n.6, p.2158-2166, 1997.

BECK, J., BÖS, K. *Normwerte motorischer Leistungsfähigkeit*. Köln: Sport & Buch Strauß, 1995.

BOSCO, C.; MOGNONI, P.; LUHTANEN, P. Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. v.51, n.3, p.357-364, 1983.

CAMPOS, C.E.; MENZEL, H-J. A influência de características antropométricas na avaliação de saltos verticais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10,

2003, Ouro Preto. *Anais...* Belo Horizonte: Imprensa Universitária UFMG, 2003. p.286-290.

CARLOCK, J.M. *et al.* The relationship between vertical power estimates and weightlifting ability: A field-test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.18, n.3, p.534-539, 2004.

CARUZO, J.E. *et al.* A multivariate approach to predicting knee extensor performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.17, n.3, p.608-613, 2003.

CHRIST, C.B. *et al.* Reliability of Select Parameters of Isometric Muscle Function Associated With Testing 3 Days x 3 Trials in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.8, n.2, p.65-71, 1994.

CRONIN, J.; SLEIVERT, G. Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Medicine*. v.35, n.3, p.213-234, 2005.

CRONIN, J.B.; HENDERSON, M.E. Maximal Strength and power Assessment in Novice Weight trainers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.18, n.1, p.48-52, 2004.

CRONIN, J.B.; MCNAIR, P.J.; MARSHALL, R.N. The role of maximal strength and load on initial power production. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.32, n.10, p.1763-1769, 2000.

DIAS, R.M.R. *et al.* Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v.11, n.1, p.34-38, 2005.

ESCAMILLA, R.F. *et al.* Biomechanics of the knee during closed kinetic Caín and open kinetic Caín exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.30, n.4, p.556-569, 1998.

ESCAMILLA, R.F. *et al.* Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.33, n.9, p.1552-1562, 2001.

GARCIA, G.J.M. *Leis de Escala em Biologia*. 2001. 77 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

GRYZLO, S.M. *et al.* Electromyographic analysis of knee rehabilitation exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. v.20, n.1, p.36-43, 1994.

GÜLLICH, A.; SCHMIDTBLEICHER, D. Struktur der Krafftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. v.50, n.7+8, p.223-234, 1999.

HAFF, G.G. *et al.* Force-Time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.11, n.4, p.269-272, 1997.

HARMAN, E. Strength and Power: A definition of terms. *National strength and Conditioning Association Journal*. v.15, n.6, p.18-20, 1993.

HATZE, H. Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance. *Journal of Applied Biomechanics*. v.14, p.127-140, 1998.

HORTOBÁGYI, T.; KATCH, F.I.; LaCHANCE, P.F. Interrelationships among various measures of upper body strength assessed by different contraction modes- Evidence for

a general strength component. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. v.58, p.749-755, 1989.

JARIC, S.; UGARKOVIC, D.; KUKOLJ, M. Evaluation of methods for normalizing muscle strength in elite and young athletes. *The Journal of Sports Medicine Physical Fitness*. v.42, p.141-151, 2002.

KAUHANEN, H.; KOMI, P.V.; HÄKKINEN, K. Standardization and validation of the body weight adjustment regression equation in Olympic weightlifting. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.16, n.1, p.58-74, 2002.

MARTIN, D. Zum Belastungsproblem im Kinder- und Jugendtraining unter besonderer Berücksichtigung von Vielseitigkeit oder Frühspezialisierung. *Leistungssport*, v.21, p.5-8, 1991.

MATUSZAK, M.E. *et al.* Effect of rest interval Length on Repeated 1 Repetition Maximum Back Squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.17, n.4, p.634-637, 2003.

McCURDY, K. *et al.* Reliability of 1- and 3RM tests of unilateral strength in trained and untrained men and women. *Journal of Sports Science and Medicine*. v.3, p.190-196, 2004.

MORITANI, T. Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. *Journal of Biomechanics*. v.26, p.95-107, 1993.

MOSS, B.M. *et al.* Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. v.75, p.193-199, 1997.

MURPHY, A.J.; WILSON, G.J.; PRYOR, J.F. Use of the iso-inercial force mass relationship in the prediction of dynamic human performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. v.69, p.250-257, 1994.

MURPHY, A.J.; WILSON, G.J. Poor correlations between isometric tests and dynamic performance: relationship to muscle activation. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. v.73, p.353-357, 1996.

PAASUKE, M.; ERELIN, J.; GAPEYEVA, H. Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *The Journal of Sports Medicine Physical Fitness*. v.41, n.3, p.354-361, 2001.

SALE, D.G. Neural adaptation to strength training. In: KOMI (Ed.) *Strength and power in sport*. Oxford: 2 ed. Blackwell Siences, 2003. p.281-314.

SALE, D.G. Testing strength and power. In: MacDOUGALL, J.; WENGER, H.; GREEN, H. (Ed.) *Physiological testing of the high-performance athlete*. Champaign: Human Kinetics, 1991. cap.3, p.21-106.

SAHRMANN, S.A. *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes*. St. Louis: Mosby, 2002. 460p.

SAYERS, S.P. *et al.* Cross-validation of three jump power equations. *Applied Sciences* v.31, n.4, p.572-577, 1999.

SCHMIDTBLEICHER, D. Training of power events. In: KOMI (Ed.) *Strength and power in sport*. Oxford: 1 ed. Blackwell Siences, 1992. p.381-395.

SILAMI-GARCIA, E. *et al.* Avaliação da composição corporal: uma nova proposta para o uso do método de dobras cutâneas. *Coletânea II*. n.2, p.27-37, 1990.

STONE, M.H. *et al.* How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sport*. v.3, p.88-96, 2002.

STONE, M.H. *et al.* Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.17, n. 1, p. 140-147, 2003.

STONE, M.H. *et al.* Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.37, n.6, p.1037-1043, 2005.

THOMAS, M.; FIATARONE, M.A.; FIELDING, R.A. Leg Power in Young women: relationship to body composition, strength, and function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.28, n.10, p.1321-1326, 1996.

TRICOLI, V.A.A.; BARBANTI, V.J.; SHINZATO, G.T. Potência muscular em jogadores de basquetebol e voleibol: Relação entre dinamometria isocinética e salto vertical. *Revista Paulista de Educação Física*. v.8, n.2, p.14-17, 1994.

UGRINOWITSCH, C. *et al.* Capacidade dos testes isocinéticos em predizer a performance no salto vertical em jogadores de voleibol. *Revista Paulista de Educação Física*. v.14, n.2, p.172-183, 2000.

VANDEBURGH, P.M. *et al.* Multivariate allometric scaling of men's world indoor rowing championship performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.28, n.5, p.626-630, 1996.

WILSON, G.J.; MURPHY, A.J.; PRYOR, J.F. Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *Journal of Applied Physiology*. v.76, n.6, p.2714-2719, 1994.

WILSON, G.J.; MURPHY, A.J. The efficacy of isokinetic, isometric and vertical jump tests in exercise science. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*. v.27, n.1, p.20-24, 1995.

WISLOFF, C. *et al.* Strong Correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. v.38, p.285-288, 2004.

YOUNG, W.B.; BILBY, G.E. The Effect of Voluntary Effort to Influence Speed of Contraction on Strength, Muscular Power, and Hypertrophy Development. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.7, n.3, p.172–178, 1993.

YOUNG, W.B. *et al.* An evaluation of the specificity, validity and reliability of jumping tests. *The Journal of Sports Medicine Physical Fitness*. v.37, n.4, p.240-245, 1997.

APÊNDICE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Correlação entre o desempenho e nos testes de uma repetição máxima e de saltos verticais padronizados

Prof. Hans-Joachim Menzel
Prof. Mauro Heleno Chagas
Juliana Herr de Moraes

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, voluntariamente concordo em participar desta pesquisa, realizada pelo Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional – UFMG – visando comparar o desempenho e nos testes de uma repetição máxima e de saltos verticais padronizados.

Serão realizados testes em que farei saltos com diferentes técnicas sobre uma plataforma de força.. Realizarei também teste de 1RM no aparelho de musculação *Leg press*. A coleta de dados será realizada no Laboratório de Biomecânica e na sala de musculação da Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

Será garantido o anonimato quanto à minha participação e os dados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins de pesquisa pelo Laboratório e Biomecânica.

Sei que posso me recusar a participar desse estudo ou que posso abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar me justificar e sem qualquer constrangimento.

Sei que não está prevista qualquer forma de remuneração e que todas as despesas relacionadas com o estudo são de responsabilidade do pesquisador – UFMG.

Esclareci todas as dúvidas e se durante o andamento da pesquisa novas dúvidas surgirem tenho total liberdade para esclarecê-las com a equipe responsável.

Compreendo também que os pesquisadores podem decidir sobre minha exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais serei devidamente informado.

Portanto, concordo com o que foi exposto acima e dou o meu consentimento.

Belo Horizonte, de 2006.

Assinatura do voluntário

Declaro que expliquei os objetivos desse estudo, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

Assinatura do pesquisador responsável

Tel: pesquisador (31) 3499-2360
Tel: COEP (31) 3499- 4592