

1.2 Avaliação de força em diferentes manifestações

1.2.1 Medições em ativações isoinerciais (pesos livres) em ação miométrica (concêntrica) e saltos (SSC intenso) com e sem tecnologia

A medição de intensidade com pesos livres (e inicialmente sem tecnologia) é talvez o sistema mais simples e barato de medição de força, embora só nos possa fornecer informações sobre valores máximos de força dinâmica expressos em quilogramas deslocados (Gonzalez e Rivas, 2002). O exemplo mais simples é obter o valor de 1 RM (repetição máxima) em um exercício. Também poderíamos obter o valor dessa RM através da utilização de diferentes fórmulas.

Os fatores que devem ser levados em conta na estimativa da RM (de Tous, 2000; Weir et al., 1994; Kraemer, Fry, 1991; Brown e Weir, 2001; Heredia et al., 2005; González Badillo e Ribas Serna, 2002; Jiménez, 2003)

- Familiarização: será necessário que os sujeitos tenham contato com o equipamento a ser utilizado pelo menos uma sessão antes de avaliar a RM.). (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramón e Pomar, 2006).

No caso do treino em esportes de equipe (estes com menos risco de lesão) nas sessões de exercícios coadjuvantes (isto é, no treino para melhorar a condição do jogador), é recomendado gerenciar exercícios em que a intensidade seja controlada pela natureza do esforço; em outras palavras, trabalhar com uma carga que pode ser próxima do máximo ou longe do máximo. Isso exige que o jogador se familiarize com o material e os exercícios propostos para seu desenvolvimento.

Em exercícios propostos para otimizar as estruturas do jogador (ou seja, otimizar o treino), eles não são classificados pela intensidade de carga, mas

por áreas de trabalho onde a variedade de repetições é alta dentro do volume da sessão, situações preferenciais no simulador são realizadas, destacando uma série de estruturas em cada atividade.

- Selecionar os exercícios que serão mais treinados, ou que possuem maior especificidade e/ou funcionalidade. Nesse caso, se exercícios com pesos livres ou máquinas são escolhidos, temos de garantir que eles sejam direcionados para os grandes grupos musculares. De acordo com Kannus (1994), realizar testes com máquinas resulta em um movimento muito específico, que geralmente não é um movimento natural. É por essa razão que os resultados obtidos não serão aplicáveis às ações que envolvem uma cadeia cinética multiarticulada completa (González Badillo e Ribas Serna, 2002). (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramón e Pomar, 2006).

No caso dos esportes de equipe, se estamos falando em monitorar os exercícios de todos os jogadores, temos de acompanhar os exercícios de natureza geral que permitem que cada jogador seja monitorado. Por outro lado, se estamos falando de reabilitação, temos de monitorar exercícios organizados pela equipe médica para recuperar a estrutura lesionada de modo que o jogador possa regressar à competição com confiança.

- Dentro da mesma sessão de avaliação, não efetuar mais de dois a três exercícios. Na mesma sessão, evitar testar músculos que atuam como agentes sinérgicos em outros movimentos ou exercícios a serem avaliados.
- Usar especialistas. Devemos ter em mente que haverá uma importante influência sobre a variável aprendizagem dentro da avaliação de sujeitos que iniciarem o treino. Tal avaliação não seria muito necessária quando sabemos que as primeiras adaptações (principalmente neurais) são produzidas com cargas muito baixas (com resistências estimadas de 45-50% e ainda menores), o que também permite a aprendizagem adequada da técnica correta para a realização dos exercícios (Feigenbaum, Pollock, 1999; Jiménez, 2003).
- O intervalo de recuperação entre as séries não deve ser inferior a um minuto ou maior que cinco (Weir *et al.*, 1994).

- O número ideal de séries de uma repetição para determinar a força máxima não deve ultrapassar três ou cinco (Kraemer, Fry, 1991).
- Confiabilidade: duas tentativas devem ser feitas em dois dias diferentes para obter dados que sejam os mais confiáveis possíveis e evitar grande variabilidade nas medições.
- Aquecimento de cinco a dez repetições a 40-60% do esforço máximo percebido.
- Descanso por um minuto e alongamentos leves. Executar de três a cinco repetições a 60-80% do esforço máximo percebido.
- O próximo passo será levar o sujeito próximo da 1RM percebida dele. O peso, então, será aumentado e o sujeito tentará uma repetição. Se ela for realizada, será concedido um período de repouso de três a cinco minutos, após o qual o peso continuará a ser aumentado até que não seja mais possível levantá-lo.
- O valor de 1RM corresponderá ao peso do último levantamento com sucesso.
- É importante estabelecer uma comunicação constante com os temas sendo avaliados, perguntando sobre o que estão sentindo e sua própria estimativa sobre o quanto eles estão perto de sua 1RM.
- A capacidade postural tônica equilibrada (BTPA) correta (Heredia *et al.*, 2005) deve ser mantida durante a realização do teste.
- É aconselhado cuidado ao interpretar os dados obtidos (Brown e Weir, 2001), uma vez que existem muitos fatores que podem influenciar na sua manifestação.
- Os testes devem ser aplicados no momento oportuno e os resultados obtidos devem ter uma aplicação no processo de treino.
- É recomendado dividir o número de quilogramas levantados pelo peso do corpo para obter a força em relação ao peso e executar medições interindividuais.

Tabela 3: Protocolo de determinação direta de 1RM (Jiménez, 2005)

Protocolo de determinação direta de 1RM			
Fase	Objetivo	Meios	Tempo
1	Aquecimento geral	Exercícios de mobilidade e flexibilidade cardiovasculares e articulares	5 a 10 minutos
2	Fase específica e aplicada	6 a 8 repetições com 40% - 60% do suposto peso máximo	Descansando um minuto
3	Preparação específica das articulações	3 a 5 repetições com 70% - 80% do peso teórico estimado e com velocidade crescente	Fazer uma pausa de 3 minutos
4	Preparação neuromuscular específica	Aumento de peso, próximo ao máximo (85 a 90% do peso estimado ou teórico), realizando 2 repetições	Descansar por 3 a 5 minutos
5	Ativação neuromuscular máxima	Com um peso próximo de 95% do peso teórico, o sujeito é instruído a realizar uma repetição	Descansar por 1 a 2 minutos
6	Procura por peso máximo	Aplicar uma carga a 100% e determinar o peso máximo (1RM) de 3 a 5 tentativas até que o máximo seja determinado	3 a 5 minutos de tempo de repouso entre tentativas

Fonte: Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramón e Pomar, 2006.

Caso seja necessário utilizar a RM, pode ser executado um teste de carga progressiva. Alternativamente, qualquer fórmula (linear ou exponencial) pode ser utilizada para encontrar o valor dessa RM (Tous, 2000).

Tabela 4: Fórmulas para estimar o valor da 1RM

Brzycki (1993)
$1RM = \text{Peso levantado} \times 1,278 - (2,78 \text{ repetições até falha})$ (Lembre-se que parece ser mais preciso quando são realizadas menos de 10 repetições)
Wlday (1988) Epley (1985)
$1RM = (\text{peso levantado} \times 0,3333 \times \text{repetições até falha}) + \text{peso levantado}$ (Muito mais preciso quando mais de 10 repetições são realizadas)
Lander (1985)
$\% 1RM = 01,3 - (2,67123 \text{ repetições até falha})$
O'Connor et al (1989)
$\% 1RM = 0,025 (\text{peso} \times \text{repetições até à falha}) + \text{peso levantado}$

Fonte: Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramón e Pomar, 2006.

Embora seja verdade que para o desempenho esportivo, o teste com pesos livres pode ficar muito perto da situação competitiva real, essa informação é insuficiente e deve ser completada. Essa é a razão por que alguns instrumentos interessantes foram concebidos para o técnico, que nos proporcionará mais informações (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramón e Pomar, 2006).

É verdade que o monitoramento de tudo o que o jogador faz pode nos dar algumas informações sobre a carga externa que aquele jogador percebe durante uma sessão, dia ou microciclo. Mas com essas informações, não podemos afirmar que os testes ou controles sejam o que nos permite chegar mais perto da verdadeira competição e prever o desempenho do jogador.

Controlar a carga do jogador nos permite modular o seu tempo de exposição e tipo de treino, com o objetivo de que o jogador sempre esteja disponível, para que todas as suas estruturas (bioenergéticas, condicionais, emotivas/volitivas, socioafetivas, coordenativas, cognitivas e mentais) permitam uma inter-relação entre elas que otimize o seu próprio sistema. No entanto, nunca seremos capazes de propor mais testes do que o treino em si ou competição que nos permita avaliar o seu desempenho.

A revolução tecnológica da avaliação e monitoramento do treino de força pode ser aplicada a qualquer manifestação de força. Os parâmetros que essa tecnologia nos oferece para avaliação de força são: velocidade, aceleração, tempo para atingir a velocidade máxima, tempo para atingir a aceleração máxima; média de força, força máxima, tempo para atingir a força máxima; média de potência, potência máxima, tempo para atingir a potência máxima e ângulo máximo (Pérez, 2004). (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramón e Pomar, 2006).

Esses parâmetros de resistência ($m \cdot a$) nos permitem monitorar as características do jogador em um determinado contexto fora da competição. Isso pode ajudar a nos dar uma ideia de sua condição física, compreender esse estado como algo individual e não coletivo. Além disso, permite que controlemos e melhoremos uma das estruturas, mas para otimizar o sistema, é necessário determinar a inter-relação de todas as estruturas através de situações preferenciais que simulam a competição.

Codificadores lineares (podemos encontrar dois dispositivos fornecidos pelos dados citados acima: a Ergopower (Sistema Bosco) e Realpower (Globus)) têm um sistema de medição eletrônica com base no codificador linear que pode ser adaptado e aplicado a qualquer aparelho de musculação que use a força da gravidade como resistência externa. O biorrobô mede e registra a velocidade de deslocamento como uma função do tempo. Dessa forma, ele pode exibir todos os parâmetros derivados, como velocidade, aceleração, potência, trabalho etc.

O sistema MuscleLab, projetado pela equipe liderada pelo Dr. Carmelo Bosco, ou na sua versão microMuscleLab Power, permitirá a medição precisa de potência (W), força (N), trabalho mecânico (kJ), velocidade (m/s), pico de velocidade, tempo (s) e deslocamento de carga (cm). Isso implica uma operação em um nível superior de conhecimento dos envolvimento neuromusculares; pelo monitoramento desses parâmetros, vamos ser capazes de compreender o status da estrutura condicional do sujeito.

Para obter dados sobre os resultados dos parâmetros de um movimento efetuado com um aparelho de musculação ou um peso livre, o sensor de movimentos está conectado a partir do MuscleLab para a carga a ser deslocada. O equipamento registrará o deslocamento em função do tempo e todos os parâmetros derivados são calculados automaticamente: Velocidade (m/s), velocidade angular (rad/s), força, potência, tempo etc. podem ser vistos de forma numérica ou gráfica. Calcular a carga de 1RM. Relação carga-peso corporal. Fornece equações personalizadas das curvas de força-velocidade e carga-velocidade. Para obter mais informações, podem ser usados goniômetros, EMG ou acelerômetros incorporados no aparelho, incluindo também um sistema de biofeedback que permite otimizar a eficiência do treino de força (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramón e Pomar, 2006).

1.2.2 Avaliações da força no treino esportivo: Reflexões Iniciais

Como explicamos, um dos principais fatores que determinarão diretamente a avaliação da força, neste caso do campo do treino esportivo, é a carga de treino. A definição da carga do treino de força (neste caso com resistências, em ativações anisométrico-concêntricas com pesos livres ou máquinas) implica a tentativa de definir o parâmetro de intensidade de carga. A intensidade é o aspecto qualitativo do treino, que é o grau de esforço exigido por um exercício (González e Gorostiaga, 1996). (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramón e Pomar, 2006).

O aspecto qualitativo do treino é o nível da relação que existe entre as diferentes estruturas e permite a evolução do sistema do atleta humano quanto a sua preparação para a competição.

A intensidade máxima pode ser expressa a partir do peso utilizado e comparado com a % desse peso em relação ao máximo no exercício. Usar a % de 1 RM (repetição máxima) como uma expressão da intensidade de treino é algo muito frequente e prático. De acordo com essa afirmação, isso significaria que se o atleta executar um teste de 1RM de supino, por exemplo, e ele for capaz de fazer uma repetição (e apenas uma) de 100 kg nesse teste, ele estaria trabalhando com uma intensidade de 80% ao trabalhar com 80 kg. (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramón e Pomar, 2006).

Tabela 5: Treino de força: Parâmetros de controle de carga (Isidro, Heredia, Pinsach e Ramon, 2006)

Avaliação de Força e suas Aplicações em Treinamento Esportivo e Saúde	
Força: Parâmetros de controle de carga	
Volume	Por si só, não é particularmente relevante, mas adquire valor quando ligado a valores de intensidade. Esta é a média quantitativa global de diferentes cargas de treinamento que se desenvolvem durante uma sessão, micro, meso ou macrociclo.
Intensidade	Aspectos qualitativos da carga. INDICADORES DE INTENSIDADE Peso médio - área de intensidade - intensidade relativa média
Natureza do Esforço	Número de repetições que não são realizadas em cada exercício/série. Tempo de recuperação entre sessões, micro e mesociclos.
Recuperação de Densidade	Tempo de repouso entre as séries (micropausa) e exercícios (macropausa)
Exercício e Tipo de Resistência	Exercícios com efeitos localizados, gerais e específicos. Tipos de resistência/carga. Peso corporal (autocarga), peso livre (halteres-barras), máquinas (fixas, variáveis, adaptadas e resistência à inércia), equipamentos lastrados.
Tipo de Execução	Determina o método de execução do referido exercício (velocidade, estabilidade e ROM)

Fonte: Adaptado de Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006.

Como veremos, mesmo ao fazer um teste de 1RM e estimar o peso máximo que podemos mover naquele exercício naquele momento em que podemos estabelecer a dinâmica da intensidade de treino, a intensidade estimada (por exemplo, 60%) nem sempre corresponde ao potencial máximo do sujeito. Outros fatores, como, por exemplo, a velocidade de execução, também serão determinantes. Quando a resistência (esse termo é muito mais adequado) usada é igual ou superior a 90% de 1RM, a velocidade de execução deve ser a velocidade máxima possível, uma vez que a velocidade não pode ser regulada com essas porcentagens. No entanto, com % inferior a 85-90%, realizar o movimento em velocidade máxima ou não pode ser extremamente importante. (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006).

É interessante começar a monitorar as cargas que um jogador pode fazer em velocidades diferentes (máquinas que permitem o controle e o monitoramento de caráter isocinético), bem como controlar os parâmetros de velocidade, antes dos exercícios, com a mesma carga, nas máquinas que oferecem recursos diferentes (pneumática, inércia rotacional, isotônica, resistência variável).

Temos de considerar vários problemas em relação ao uso de fórmulas para estimar o valor de 1 RM. De fato, quando nem o peso nem o número de repetições por conjunto foram os maiores possíveis, deve-se ter cuidado para não ir demasiado longe do objetivo pretendido. Levando em consideração que (de Gonzalez Badillo, 1997):

- Saber qual porcentagem representa uma carga (peso) em conformidade com as repetições que podem ser feitas com ele. Para se ter uma ideia geral, muitas fórmulas são propostas para encontrar o valor de 1RD e a % que um peso representa com base nas repetições alcançadas. Mas deve-se tomar cuidado ao aplicar isso para todos os exercícios. Gonzalez Badillo (1997) expõe apenas uma correlação entre preditores (número máximo de repetições realizadas com o peso correspondente), e o critério (1RD ou % de 1RD) de 0,99 no supino e 0,96 no agachamento. A fórmula descrita por Brzycki (1993) mostra precisão reduzida depois de 10-12 repetições. Outros, como Weldon (1988) e Epley (1985) parecem ser mais precisos ao fazer mais de 10 repetições. Sua utilização, tanto no treino quanto no teste, é mais confiável quando o número de repetições está entre 2 e 10 (Gonzalez Badillo, 1997; Tous, 1999).
- Os objetivos do treino precisam ser muito claros. Para isso, é necessário que as necessidades de competição sejam claramente identificadas.
- Saber que, de acordo com esses objetivos e necessidades de força, o mesmo número de repetições/séries deve representar carga/esforço diferente.
- O grau de esforço necessário está relacionado ao número de repetições não feitas (tipo de esforço) em cada série em relação ao máximo possível.

- Conhecer o efeito de cada número de repetições por série em relação ao esforço necessário (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006).

1.2.3 A RM para determinação da carga de treino de força: Uso, Problemas e Propostas

Poderíamos dizer que, através de um teste de 1RM, conhecemos a "verdadeira capacidade de pico" do sujeito para aquele exercício? Ou, por outro lado, haverá algumas variáveis que influenciam diretamente em como o valor de 1RM corresponde à situação atual do desempenho do sujeito naquele dia particular e em uma determinada situação psicobiológica? As medições do valor obtido, e suas aplicações possíveis, são realmente valiosas em relação ao custo/benefício? Vamos dar uma olhada nisso por um momento (Heredia *et al.*, 2005):

- Vários autores falam sobre a necessidade de tomar em consideração o fato de que os sujeitos vivenciam melhorias significativas nos seus valores de força em sucessivas sessões de teste apenas devido à sua familiarização com o teste, o equipamento e o tipo de ação muscular solicitada (Kroll, 1962; Reinking *et al.*, 1996; citados por Brown e Weir, 2001; Jiménez, 2004).
- Isso só determina a capacidade de desempenho em ações miométricas (concêntricas) e não informações sobre a capacidade pliométrica (Jiménez, 2004).
- O valor obtido em 1RM é limitado por ponto de menor eficiência mecânica em todo o intervalo de movimento (ponto de permanência) (McArdle *et al.*, 1996; Jiménez, 2004).
- Eles dependem da situação psicobiológica do indivíduo naquele dia e naquele momento.
- Medição incorreta de 1RM. Por exemplo, se o valor da velocidade média do movimento é medido durante um supino, e for igual a ou maior que $0,3 \text{ m s}^{-1}$ (1 ft/s)¹, a RM medida estará abaixo do valor real, o que poderia significar que, a partir daí, o treino tenderá a ser realizado com resistência abaixo daquela teoricamente programada.

Em geral, poderíamos considerar a proposta inicial de desencorajar ou limitar o teste de força máxima (outros valores ou parâmetros utilizados para determinar a intensidade de exercício no treino de força podem ser mais úteis). Por exemplo, instituições como a Academia Americana de Pediatria e a Associação Nacional de Força e Condicionamento (in Garcia Manso, 1996) recomendam o uso de 10 RM e/ou o uso de fórmulas, normalmente lineares (Brzycki, 1993, Epley, 1985; Lander, 1985, O'Connor *et al.* 1989 in Tous, 2000).

A esse respeito, seria necessário reiterar algumas questões:

- Uma perda de confiabilidade após 10-15 repetições (dependendo do teste) é documentada (conforme indicado acima), o que poderia nos levar a uma má estimativa de 1 RM da capacidade real do sujeito.
- Como a fadiga influencia a 1RM? É muito importante compreender que esse fator afetará o resultado no teste de estimativa de 1RM baseado em fórmula (mais ainda quando um número mais alto de repetições é realizado).
- O fator velocidade de execução é decisivo nesse caso, e ainda mais importante quando mais repetições são feitas para determinar o valor de RM.

A esse respeito, a partir da proposta dada por Gonzalez Badillo (1996) (in Heredia *et al.*, 2006), compreendemos que a aplicação das alternativas ao conceito tradicional de RM é muito mais útil e, possivelmente, precisa. Assim como considerar o tipo de esforço (Gonzalez Badillo, 1997) e a velocidade de execução como meios complementares para controlar a intensidade de treino, focado, naturalmente, no controle individual do sujeito.

A **natureza do esforço** é determinado pelo número de repetições que fazemos ou não fazemos em uma série. Portanto, não é a mesma coisa, por exemplo, agendar um teste para 3 repetições por série quando poderiam ser feitas 6

(de um tipo de esforço submáximo), como realizar o número máximo de repetições com uma carga (de um tipo de esforço máximo).

Se a natureza do esforço é máxima (número máximo de repetições em uma série), a força máxima trabalhará em detrimento de adaptações funcionais (repetições de 1 a 3, por exemplo) ou estruturais (com repetições de 8 a 10). Embora devamos estar cientes do estado do sujeito e controlar os valores de carga interna e externa, propor exercícios na força pura de pico pode representar um risco para as articulações, e talvez não haja benefício em relação ao custo (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006).

Tabela 6: Definição e classificação do tipo de esforço (Gorostiaga Ayestarán e Gonzalez Badillo, 1995; Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006).

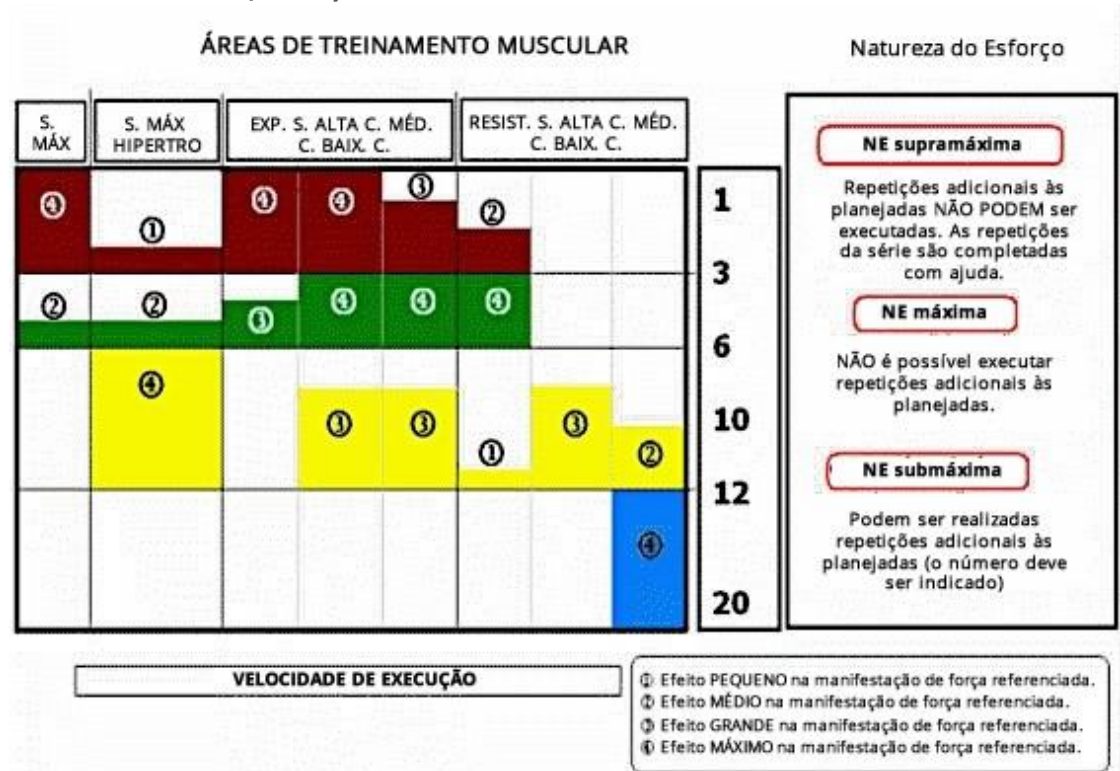
Natureza do esforço	Esforço máximo (MaxE). Não é possível efetuar mais do que as repetições planejadas.
	Esforço submáximo (SubE). Pode-se realizar mais do que as repetições planejadas.
	Esforço supramáximo (SupraE). Completar mais repetições do que o possível (com ajuda).

Fonte: Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006.

Está bem documentado que, fazendo um número "x" de repetições por série, e nada mais, estamos influenciando uma demonstração particular de força e realizando uma gama de efeitos em nível nervoso ou estrutural etc. (Gonzalez e Gorostiaga, 1996). Sabendo isso, podemos estabelecer a intensidade com base na determinação de faixas de treino muscular (repetições/séries), juntamente com a determinação do tipo de esforço (e sua influência sobre a demonstração de força alegada: pode salientar, minimizar ou neutralizar essa influência), sem esquecer a importância da velocidade de execução de tais efeitos (essa abordagem é definida com base em um pico de velocidade para a carga a

ser referida, e a alta velocidade de pico pode ser determinante nas manifestações de força de pico de tipo neural (coordenação intramuscular), e manifestações explosivas com diferentes tipos de carga (Figura 8)).

Figura 8: Definição de faixas ou áreas de treino muscular (Isidro, Heredia, Pinsach e Ramon, 2006)



Fonte: Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006.

O uso de escalas de esforço percebido (Robertson *et al.*, 2003) é amplamente documentado e constitui uma ferramenta valiosa para o técnico. A escala de OMNI-resistência (0-10) teria vantagens para perceber a intensidade do esforço em atividades intermitentes, tais como treino de força (Day *et al.*, 2004; Pincivero *et al.*, 2003; Naclerio in Jiménez, 2004). O uso dessa escala parece exigir um período de adaptação e de aprendizagem com instruções adequadas sobre a sua implementação (Glass e Satanon, 2004; Noble e Robertson, 1996; Naclerio in Jiménez, 2004). A estimativa é que ela leve entre 8 e 12 sessões, onde o sujeito deve se familiarizar com o

uso da escala (Naclerio in Jiménez, 2004). (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006).

Estimativa de 1 RM com base na velocidade de movimento

Em relação à avaliação da força muscular em atletas, Naclerio (2011) propõe a possibilidade de medir a velocidade durante a execução de um teste submáximo e, conhecendo o peso mobilizado, estimar o valor de 1 RM em determinados exercícios utilizados para o treino de força.

Naclerio (2011) cita alguns estudos que descreveram uma relação linear, inversa e muito alta ($r^2 = -0,83$ a $0,99$) entre o peso mobilizado e a velocidade atingida. Essa relação tornaria possível analisar as variações do desempenho muscular e estimar o valor da força máxima devido à velocidade ser inversa em relação ao peso utilizado (Kellis *et al.*, 2005; Rhamani *et al.*, 2002).

Esse modelo de previsão toma a velocidade como variável independente (preditor) e a carga de mobilização como variável dependente (prevista). Ele é baseado nos seguintes pressupostos:

- A relação entre % de 1 RM e velocidade alcançada em um exercício é diretamente proporcional.
- As variações da velocidade máxima atingida com pesos baixos e moderados indicam as modificações do peso utilizado (1 RM %).

O Dr. Naclerio, juntamente com a sua equipe na Universidad Europea de Madrid, desenvolveu equações de previsão de 1 RM em exercícios com pesos livres (supino e meio-agachamento) a partir da velocidade vertical da barra utilizada pelos atletas (Naclerio, 2011).

A Tabela 7 mostra a equação de previsão recomendada para diferentes grupos de atletas:

Tabela 7: Equações de previsão da 1RM a partir da velocidade vertical

Amostra	Agachamento paralelo com barra livre	Supino com barra livre
Sexo masculino (20-35 anos), candidatos ao corpo de bombeiros	$1RM = kg / (1,145 + (-0,495)v)$ $r^2 = 0,835$	$1RM = kg / (1,082 + (-0,607)v)$ $r^2 = 0,90$
Sexo masculino (14-16 anos) treinados em força explosiva	$1RM = kg / (1,094 + (-0,388)v)$ $r^2 = 0,86$	$1RM = kg / (1,050 + (-0,517)v)$ $r^2 = 0,94$
Sexo feminino (14-16 anos) treinadas em força explosiva	$1RM = kg / (1,139 + (-0,445)v)$ $r^2 = 0,82$	$1RM = kg / (1,056 + (-0,604)v)$ $r^2 = 0,97$

Fonte: Naclerio F., 2011.

Então, se o técnico possui equipamento que lhe permite medir a velocidade vertical do implemento (transdutor de velocidade linear), ele será capaz de obter um valor de 1RM bastante preciso e dizer ao atleta para fazer apenas uma série de duas ou três repetições com a velocidade máxima possível e com o peso normal de treino, ou uma sobrecarga moderada (50-70 % da 1 RM estimada 1 RM) (Naclerio, 2011). Essa metodologia permite um controle contínuo das flutuações dos valores de força e, portanto, permite atualizar permanentemente os níveis de carga em cada treino, ajustado de acordo com o estado de cada atleta antes do início de cada sessão (Naclerio, 2011).

Consideramos que a proposta de Naclerio pode ser muito útil para estimar a carga máxima a ser mobilizada (1 RM) sem expor o indivíduo em questão ao teste de 1RM (lembre-se de que esse teste exige um elevado nível de motivação e concentração e, uma vez que é feito no nível máximo, é estressante para cada sujeito avaliado). Ele também permite que a carga movida seja relacionada à velocidade e à aceleração, tornando possível detectar alterações importantes com os objetivos de trabalho concebidos para manter ou melhorar a relação de força e velocidade do indivíduo no programa de treino. Finalmente, a possibilidade de acompanhar o treino a partir de verificações que podem ser efetuadas aplicando sucessivamente esse teste é interessante para gerar variações relevantes na carga de treino contribuinte.

Cálculo da velocidade de execução média

Em muitos casos, os dispositivos para medir a velocidade e a aceleração dos implementos de treino não estão disponíveis. Portanto, verificar essas variáveis não pode ser feito, negligenciando e abandonando o objetivo. Sendo assim, a velocidade de realização de exercícios de força é muitas vezes a variável menos controlada e, possivelmente, a mais influente quando se trata de causar adaptação (Tous, 1999).

No caso onde não há nenhum dispositivo de controle de velocidade (codificador linear), a velocidade média pode ser calculada através de um sistema menos preciso. A velocidade média de execução é calculada multiplicando o número de repetições que o sujeito é capaz de fazer pelo deslocamento total em cada repetição, e dividindo esse produto pelo bloco de tempo a ser verificado ou avaliado (Tous, 1999).

Recomendou-se para este tipo de verificação que o bloco de tempo seja de cerca de 5 segundos de duração, a fim de não influenciar o tempo de reação, uma vez que a fadiga pode influenciar a execução (manifestando um desvio padrão mais alto) ao usar um período de tempo mais longo. Esse teste apresenta uma limitação importante ao medir a velocidade em cargas mais elevadas a 85% de 1 RM (5 RM). Por isso, deve ser feito usando cargas inferiores a essa porcentagem (Tous, 1999).

Uma situação concreta é proposta (Teste W5) (Tous, 1999):

- Exercício: força em supino reto.
- Distância percorrida pela barra: 35 cm (70 cm de distância total percorrida pelo movimento concêntrico e excêntrico).
- Distância total percorrida pela barra: 0,70 metros.
- Tempo de execução: 5 segundos.
- Instruções: faça o maior número de repetições possível dentro de 5 segundos.
- Resultado do teste: 5 repetições em 5 segundos.

Usando os resultados, obtemos a velocidade média do seguinte modo:

- Velocidade média = (Número de repetições feitas x deslocamento total em metros) / bloco de tempo em segundos.
- Velocidade média = $(5 \times 0,70 \text{ m}) / 5\text{s}$
- Velocidade média = 0,70 m/s

Uma possibilidade é repetir esse teste com outras cargas. Podem ser feitas curvas de velocidade-carga que, talvez, mostrem informações importantes sobre o estado do sujeito (Tous, 1999).

Avaliação de força em um sistema excêntrico

A força excêntrica máxima é estimada com base na maior carga (peso) a que o sujeito pode resistir, em um grupo muscular e exercício específico, durante a fase excêntrica da contração muscular.

Embora os estudos relacionados à eletromiografia certamente possam fazer mais para ajudar a medir o nível de ativação muscular em exercícios em sistemas excêntricos, Naclerio (2011) afirma que existem poucos estudos onde seja medido o peso máximo que pode ser suportado durante a fase excêntrica do movimento, e, até agora, não há um critério padrão relacionado à velocidade do movimento que deve ser utilizada para medir esse valor de força. Hollander (2007) propõe determinar o 1 RM excêntrico quando um ritmo mínimo de 3 segundos não pode ser tolerado ao realizar a fase excêntrica de um exercício.

Hollander (2007) observou uma grande variabilidade no peso excêntrico máximo analisado em seis exercícios de força.

Os valores de força excêntrica podem superar a força concêntrica de 10% a 60% em homens e de 20% a 46% em mulheres. As diferenças foram maiores nos exercícios para membros superiores. Por outro lado, Meylan (2008) recomenda a avaliação em sistemas excêntricos para se poder identificar as cargas de trabalho excêntricas e não determiná-las com base em um teste de velocidade predominantemente concêntrico.

A relação agonista-antagonista

Esse índice compara o nível de demonstração de força entre os músculos agonistas e antagonistas em diferentes sistemas de contração muscular. Geralmente, a relação agonista (concêntrico)/antagonista (concêntrico) foi usada como referência (Figuras 3 e 4) (Zatsiorsky, 1995; Verkhoshansky, 2000).

Os dados fornecidos por diferentes pesquisadores (Heyward, 2008) nos dão orientações para avaliar a relação de força concêntrica agonista-antagonista (Tabela 8).

Tabela 8: Força concêntrica agonista-antagonista ou relação de equilíbrio muscular agonista-antagonista (Heyward, 2008)

Articulação	Movimento	Relação - Equilíbrio
Tornozelo	Flexão plantar – Flexão dorsal	3: 1
Tornozelo	Inversão – Eversão	1: 1
Joelho	Flexão – Extensão	2: 3
Quadril	Extensão – Flexão	1: 1
Coluna vertebral	Flexão – Extensão	1: 1
Cotovelo	Flexão – Extensão	1: 1
Ombro	Flexão – Extensão	2: 3
Ombro	Rotação interna – Rotação externa	3: 2

Fonte: Heyward, 2008.

Alguns estudos associaram a incidência de lesões ligamentares ou musculares a desequilíbrios entre os níveis de força produzidos em torno de um núcleo de articulações específico. Como para o joelho, foi indicado que a redução da força da musculatura posterior (flexora) em relação à anterior (extensora) da coxa pode significar predisposição a lesões da musculatura posterior (Orchard et al., 1997).

No entanto, há outros estudos em que essa relação não foi encontrada (Bennell et al., 1998, Newton et al., 2006), e eles ainda questionam se existe uma significativa associação de causa e efeito entre os desequilíbrios na força da musculatura anterior e posterior da coxa e a incidência de lesões.

A contradição entre os diferentes estudos foi atribuída à falta de especificidade dos meios utilizados para medir a força (máquinas isocinéticas) ou os exercícios utilizados para efetuar essas medições (exercícios de cadeia aberta, como flexão e extensão da perna) (Newton et al., 2006). (Naclerio, 2011).

De qualquer forma, embora os testes isocinéticos não incluam o regime de ação muscular específico da maioria dos gestos esportivos, levando em conta aquilo que Lehance (2009) declarou, haveria um risco de lesão ligamentar (ACL) ou lesão muscular (posterior da coxa) se o relacionamento

tradicional (força concêntrica dos isquiotibiais em relação à força concêntrica do quadríceps) for $<0,47$. Note que a proporção ideal é 0,66.

Um elemento de limitação deste índice é que a avaliação é realizada (como com o anterior) com pesos livres ou máquinas de resistência variável (ação gravitacional ou inercial). Portanto, não poderiam fornecer mais dados ou precisão.

Outro elemento a se levar em conta é a velocidade em que a avaliação é realizada. Ela será bastante baixa devido ao nível de força máximo sendo avaliado entre agonista e antagonista (além do tipo de sistema dominante). Isso significa que esse índice só poderia ser levado em conta como um elemento para verificar os fatores limitantes (relacionados à força máxima). No entanto, deve-se esclarecer que esses valores devem ser entendidos como referências válidas para estudos sobre populações com características diferentes daquelas da população de atletas de elite.

É possível que um jogador de elite tenha alguns dos valores anteriores alterados. No entanto, isso não significa automaticamente que eles tenham de ser classificados como jogadores com um risco de lesões. É claro que esses são aspectos que devem ser levados em conta quando se analisa o estado real em que o jogador é estudado e o restante dos parâmetros que podem ser controlados (carga interna e externa do jogador). O objetivo é ver se essas alterações em níveis de força são resultado da competição e se os ajustes que o mesmo jogador faz para ser mais eficiente envolvem valores ou indicadores alarmantes que causam sobrecargas e, portanto, aumentam o risco de lesão.

As lesões que ocorrem inesperadamente através de impactos e contusões são em grande medida inevitáveis. No entanto, as razões de força e os parâmetros cinesiológicos das articulações devem ser controlados para evitar lesões devidas da sobrecarga.

Figura 9: Teste de 5 RM para quadríceps direito, em exercício em OKC, regime concêntrico



Fonte: Preparado pelo autor.

Figura 10: Teste de 5 RMS para isquiotibiais direitos, em exercício em OKC, regime concêntrico



Fonte: Preparado pelo autor.

Diferença de força (relação contralateral agonista-agonista)

Esse índice mostra o nível de força produzida pelo peso mobilizado (kg) em um exercício que, preferencialmente, permite isolar um grupo muscular específico. Geralmente, o exercício usado é de uma cadeia cinética aberta (CCA) de uma só articulação, e avalia a força de pico (com um teste de 1 RM ou vários testes de repetição de pico).

O objetivo deste teste é comparar a força entre agonistas contralaterais em um mesmo regime de contração muscular e a um taxa semelhante.

A proporção ideal deve ser próxima de 1 (+/- 5 %) (Steel, 2007). Esse equilíbrio é considerado aceitável quando a diferença de força entre o músculo agonista e o agonista contralateral é inferior ou igual a 10%. Embora, geralmente no esporte como um todo, o jogador gere maiores desequilíbrios com o objetivo de adaptar-se à competição, o que, por si só, gera desequilíbrios.

Newton *et al.* (2006), indicou que a diferença entre as forças transmitidas através dos membros inferiores esquerdo e direito não deve exceder 10%. No entanto, outros estudos indicaram que o limite de risco é de cerca de 15% (Impellizzeri *et al.*, 2007). Um aspecto positivo dessa avaliação é a sua capacidade de isolar um grupo muscular e compará-lo com o lado contralateral sem participação ou assistência de outros. A desvantagem é que essa forma de avaliação corresponde ao torque cinemático, enquanto nas atividades desportivas, a cadeia cinemática seria melhor devido à integração simultânea ou sequencial de diferentes articulações centrais no movimento esportivo. Também é possível que, se for feita uma tentativa de corrigir estes déficits, poderia haver uma mudança no esquema proprioceptivo de controle motor que possa afetar a eficiência na competição. Por esta razão, a sua utilização poderia restringir algumas fases da reabilitação, tais como controlar a diminuição da diferença de força entre músculos, adicionando mais dados para a integração de informações no processo de reabilitação no esporte. Na fase de reabilitação pós-lesão, é interessante ter valores pré-lesão para tentar voltar a esses valores durante o período de reabilitação, até que o atleta seja capaz de competir novamente.

No entanto, existe a possibilidade de avaliar a diferença de força entre os grupos musculares que trabalham, simultânea ou sequencialmente, através de exercícios de cadeia cinemática, que podem ser exercícios de cadeia cinética fechada (CCF) de múltiplas articulações. Sendo assim, seria interessante ter dados e valores do exercício de CCA.

O problema aqui é que, no caso da parte inferior do corpo, a fim de avaliar uma limitação da capacidade, como força de pico, os exercícios devem utilizar máquinas que mantêm a estabilidade (leg press horizontal, leg press a 45°, máquina Hack), já que usar pesos livres (agachamentos de 1 perna, afundos) e um pé como apoio põe em risco o equilíbrio, o que limita a possibilidade de desenvolver níveis de força significativos (Naclerio, 2011).

Figura 11: Teste de 5 RM para quadríceps direito, em exercício de OKC



Fonte: Preparado pelo autor.

Figura 12: Teste de 5 RM para quadríceps esquerdo, em exercício de OKC



Fonte: Preparado pelo autor.

1.2.4 Avaliação do Ciclo Alongamento-Encurtamento (CAE). Avaliação de Força Explosiva através da Capacidade de Salto

Os saltos são outra maneira interessante de se avaliar a força e seus indicadores. Se o salto é feito em uma plataforma de contato ligada a um timer (por exemplo, Ergojump, Bosco System, os feitos pela Globus, ou o software de plataforma de contato Chronojump; uma sugestão de software gratuito), quando corretamente implementada, é possível saber o tempo no ar e, portanto, a altura atingida pelo centro de massa do atleta:

$$H_v = \frac{T_v^2 \cdot g}{8}$$

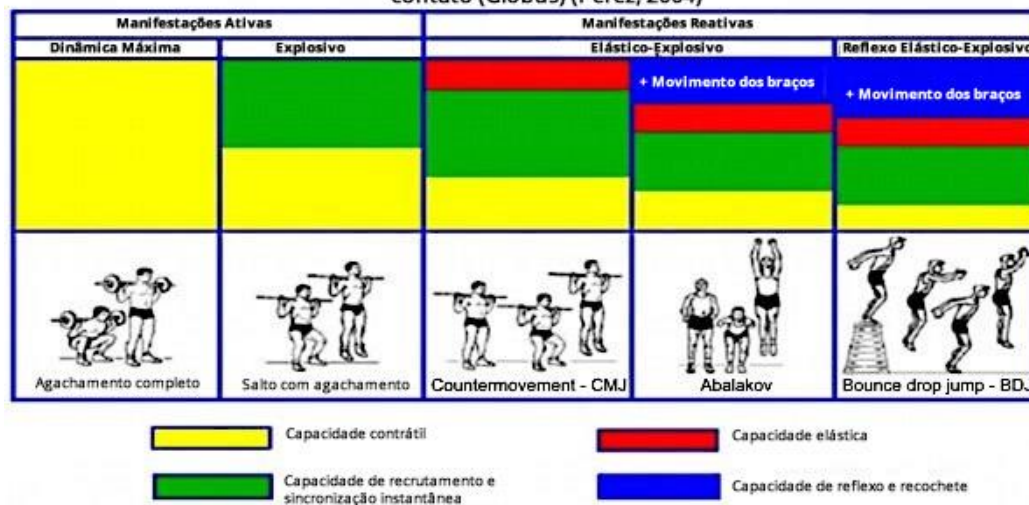
Onde H_v é a altura, em metros, atingida pelo centro de massa do atleta, T_v é o tempo no ar, em segundos, e g é a aceleração da gravidade (média de $9,81 \text{ m/s}^2$).

Isso nos permitirá estabelecer a influência dos componentes contráteis, recrutamento e sincronização, índice de uso de movimento do braço, reatividade e elasticidade neuromuscular, e com esses dados, estabelecer o perfil dessas capacidades e relacioná-las a um determinado perfil em relação às especialidades esportivas, assim como nos ajudar a determinar quais fatores merecem prioridade na estratégia de treino (Vélez, 1997).

Esse tipo de avaliação é difícil de implementar (devido a sua utilidade) em programas de condicionamento orientados a saúde, dado o valor relativo e a pouca transferência de informações que estes testes fornecem (Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006).

Figura 13: Manifestações de força e avaliação da capacidade de saltar (Vittori, 1990; Gorostiaga Ayestarán e Gonzalez Badillo, 1995)

Valorações Manifestações forças ativas e reativas: MI/saltos Ergo tester e plataforma de contato (Globus) (Pérez, 2004)



$$\begin{aligned}
 DJ &= (SJ_{PC}) + (SJ - SJ_{PC}) + (CMJ - SJ) + (Abk - CMJ) + (DJ - Abk) \\
 100\% &= (A\%) + (B\%) + (C\%) + (D\%) + (E\%)
 \end{aligned}$$

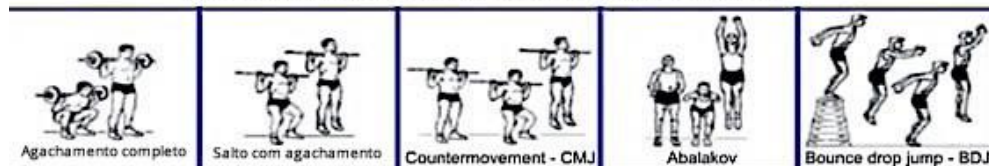
Fonte: Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006.

Figura 14: Avaliação das manifestações ativas e reativas de força: Membro inferior/saltos (Vittori, 1990; Gorostiaga Ayestarán e Gonzalez Badillo, 1995).

Valorações Manifestações forças ativas e reativas: MI/saltos



Ergo tester e plataforma de contato (Globus) (Pérez, 2004)



Fonte: Heredia Elvar, Chulvi Medrano, Ramon e Pomar, 2006.

Teste na plataforma de contato (SJ, RJ, CMJ, teste de 10 e 30 segundos, DJ, etc.)

O nível de força explosiva ativa e reativa da metade inferior do atleta pode ser avaliado através de testes padronizados que incluem uma bateria de testes de Bosco, exigindo o uso de uma plataforma de contato, ou testes de salto clássicos. As ferramentas necessárias para realizá-los são uma fita métrica, giz e uma parede ou, melhor ainda, uma fita métrica e uma caixa de salto.

A força explosiva pode ser estimada a partir da capacidade do atleta de saltar.

Nesse caso, inicialmente, seguimos para descrever a execução de testes de força explosiva e reativa usando uma plataforma de contato.

A plataforma de contato nos permite obter o tempo no ar, em milissegundos, quando o sujeito executa um determinado salto. Em seguida, o tempo no ar é convertido em centímetros e obtemos os dados, que podem ser comparados a novos testes ou tabelas de referência, se desejável.

A plataforma de contato também nos permite obter, para determinados tipos de salto (*salto após queda*), o tempo de contato do salto. Isso mostra indiretamente o tempo que o sujeito levou para aplicar força contra o solo.

Os testes de Bosco e alguns outros testes incluem saltos introduzidos por Palazzi. São eles:

- 1) *Agachamento com salto* (SJ), ou saltar, sem contramovimento, a partir de um meio agachamento estático.
- 2) *Salto com contramovimento* (CMJ)
- 3) *Salto foguete* (RJ) ou salto a partir de uma flexão profunda.
- 4) *Salto com queda* (DJ) ou saltar e cair de alturas variáveis (20 a 100 cm).
- 5) Saltos CMJ reativos ou contínuos, com uma duração variando de 5 a 60 segundos (de preferência de 5 a 15 segundos).
- 6) *Agachamento com salto* enquanto levanta cargas variáveis (20-100 kg com a barra sobre os ombros) e particularmente com cargas semelhantes ao peso corporal (SJbw).
- 7) Saltos reativos ou contínuos com joelhos rígidos, com duração de 5 a 7 segundos, com ou sem obstáculos, com ou sem suporte de braço.

Os saltos convencionais que podem ser executados sem a plataforma de contato são:

- 1) *Teste de salto e alcance* (Teste de Abalakov ou CMJ com auxílio do braço).
- 2) *Salto máximo* (MJ)
- 3) Testes de salto em distância ou salto horizontal.

Agachamento com salto

O método de execução do agachamento com salto é o seguinte:

- a- Sola do pé em contato com a plataforma.
- b- Ângulo do joelho a 90°.
- c- Mãos nos quadris e tronco reto.
- d- Ângulo do joelho na elevação = 180°.
- e- Queda com pés hiper-estendidos.

Nesse teste, o sujeito deve executar um salto vertical, a partir da posição de $\frac{1}{2}$ agachamento (joelho flexionado a 90°), com um tronco reto ou bastante neutro, com as mãos sobre os quadris.

O sujeito deve realizar o teste sem fazer um contramovimento para baixo; ou seja, o salto da posição de parada deve ser realizado sem utilizar os braços.

O tempo de aplicação da força muitas vezes é bem curto (entre 280 e 320 ms), o que dependerá em grande parte de ter sujeitos com uma porcentagem alta ou baixa de fibras musculares de contração rápida (FT). Se o sujeito possui uma maior porcentagem de FT, a força será aplicada em menos tempo [aproximadamente 280 ms (milissegundos)], mas se o indivíduo tem uma maior porcentagem de contração lenta, a força será aplicada em um período de tempo mais prolongado (cerca de 320 ms).

O sujeito deve manter a posição de meio agachamento em 4"-5" para se livrar da maior parte da energia elástica acumulada durante a flexão.

Figura 15: Agachamento com salto (SJ)



Fonte: <http://goo.gl/XaRWM0>

Características do SJ

- Característica examinada: força explosiva (Bosco e Komi, 1979), capacidade de recrutamento nervoso (Bosco e Viitasalo, 1982), a expressão de uma alta porcentagem de CR (Bosco e Komi, 1979).
- Modo de ativação: trabalho concêntrico (positivo).
- Relação com outros parâmetros: correlação com arrancada ($r = -0,63$) (Bosco e Komi, 1983), teste de Abalakov, teste de

Seargent, salto em distância de pé, com força de pico registrada em máquinas Cybex a uma velocidade de 4,2 rad/s.

A tabela 9 mostra os dados de referência para agachamentos com salto (AS) de atletas em nível internacional.

Tabela 9: Referência de agachamento com salto Atletas masculinos (Bosco, 1994)

Esporte	SJ (cm)
Rúgbi	34,5
Jóquei (Noruega)	35,6
Futebol americano	37,2
Handebol (Itália)	37,5
Jóquei (Itália)	38,2
Futebol americano (Noruega)	38,2
Beisebol (Finlândia)	39
Futebol (Itália)	40,6
Voleibol (Finlândia)	41
Voleibol (Itália)	41,7
Voleibol (URSS)	43,5
Voleibol (Noruega)	47
Maratona	23
800-1500 m	34
400 m	40,5
100-200 m	45,5
Salto em distância	46
Salto em altura	46,5
110 metros com barreiras	51,5
Arremesso de peso	56,5
Salto de esqui	49,5
Tênis (Itália)	36,5
Esgrima	41,5
Luta livre	37

Fonte: Bosco, 1994.

Os dados apresentados na Tabela 10 tornam possível relacionar o valor de SJ obtido pelo sujeito com o predomínio de fibras de FT nos músculos da parte inferior do corpo.

Tabela 10: Relação entre valor de SJ e fibras de FT (Bosco, 1994)

Predomínio de fibras de FT	SJ (cm)
> 60 %	> 36,7
< 40 %	< 33,8

Fonte: Bosco, 1994.

Variante de agachamento com salto: Agachamento com salto com 1 perna

Essa variante do agachamento com salto consiste na execução do agachamento com salto com apenas uma perna. Para fazer isso, a execução tradicional do SJ é respeitada, mas ele é executado primeiro com uma perna (duas a três tentativas), e depois com a outra (duas a três tentativas). Esse método para executar o SJ é usado frequentemente para analisar se um atleta saudável tem um nível equilibrado de força explosiva (com forma ativa ou puramente concêntrica) em ambas as pernas, bem como sujeitos que estão realizando um programa de recuperação de lesão; o progresso da força explosiva da perna lesionada precisa ser analisado em relação à perna saudável.

Salto com contramovimento (CMJ)

O método para executar o CMJ é o seguinte:

- a-** Sola do pé em contato com a plataforma de contato.
- b-** Mãos nos quadris e tronco reto na posição vertical.
- c-** Efetuar um contramovimento de 90° (sugerido, mas é adaptável para cada sujeito, desde que esteja próximo a esse ângulo) e salto.
- d-** Ângulo do joelho na elevação = 180°.
- e-** Pousar com os pés hiperestendidos.

No teste de salto com contramovimento (CMJ), a ação de saltar para cima é realizada com a ajuda do ciclo alongamento-encurtamento (SSC).

Devido ao fato de que o movimento descendente é realizado com uma aceleração muito modesta e os extensores são ativados apenas no momento da inversão do movimento, podemos afirmar que o alongamento dos elementos elásticos e a consequente reutilização de energia elástica são limitados. Por conseguinte, a melhoria do envolvimento em relação ao SJ também é devida ao uso do reflexo alongamento/miotático (fator de coordenação).

Recomenda-se que a flexão dos joelhos no contramovimento seja de 90°, embora a realidade indique que o indivíduo deva realizar o contramovimento no ângulo em que se sentir mais confortável, e que for indicado pela técnica de salto com contramovimento.

Durante a flexão, o tronco deve permanecer o mais reto possível para evitar qualquer influência dele no resultado do envolvimento dos membros inferiores.

Figura 16: Salto com contramovimento (CMJ)



Fonte: goo.gl/bhZE6m

Durante um CMJ, o armazenamento e a recuperação de energia elástica no músculo e tendão contribuem em 25-50% para a melhoria do desempenho após um gesto de contramovimento (Shorten, 1987). Os ganhos médios entre um CMJ e um SJ são entre 15-20%.

Se as diferenças entre um CMJ e um SJ forem menores que 10%, isso significa que a eficácia de uso do SSC é insuficiente, mas se as diferenças forem maiores que 20%, então elas indicam que existe um déficit na capacidade contrátil do músculo.

Características do CMJ

- Característica investigada: força explosiva, capacidade de recrutamento nervoso, expressão da porcentagem de FT, reutilização de energia elástica, e coordenação intermuscular e intramuscular.
- Tipo de atividade: trabalho concêntrico precedido por uma atividade excêntrica (contramovimento).

Durante a fase excêntrica, o sistema nervoso está envolvido e os elementos elásticos ativos (pontes cruzadas) e passivos (tendões) são alongados com a subsequente armazenagem de energia elástica que é reutilizada durante a fase de impulso (Baldino, 2014).

A pré-ativação do sistema nervoso que é revelada durante o trabalho excêntrico permite que os sujeitos com uma alta porcentagem de fibras lentas tenham tempo para recrutar unidades motoras tônicas (contração lenta, ST) que exigem um tempo de ativação maior que as fásicas (FT). Por conseguinte, no início do impulso, a atividade dos nervos manifesta o seu nível mais alto (Viitasalo e Bosco *et al.*, 1982) em sujeitos rápidos e lentos, fazendo uma diferença perceptível em relação ao SJ, em que há um aumento progressivo do desenvolvimento de força e atividade mioelétrica (Bosco *et al.*, 1987).

- Relação com outros parâmetros e funções: Correlação com os resultados da arrancada ($r=-0,75$) (Bosco, 1981; Padullés, in Bosco 1994), Teste de Abalakov (Padullés in Bosco 1994), teste de Seargent, com salto em distância a partir de repouso, pico de torque no dinamômetro isocinético Cybex, força isométrica máxima, área das fibras musculares de FT do músculo vasto lateral (Mero *et al.*, 1991) e porcentagem do FT dos músculos extensores da perna (Bosco e Komi, 1979).

A Tabela 11 mostra dados de referência do salto com contramovimento (CMJ) de atletas de nível internacional.

Tabela 11: Referência de salto contramovimento (CMJ). Atletas masculinos (Bosco, 1995)

Esporte	CMJ (cm)
Rúgbi (Itália)	38,5
Hóquei (Noruega)	40
Futebol	37,2
Handebol (Itália)	41
Futebol (Itália)	43,5
Beisebol (Finlândia)	42
Voleibol (Finlândia)	46
Voleibol (Itália)	45,5
Voleibol (URSS)	49
Voleibol (Noruega)	53
Maratona	27
800-1500 m	39
400 m	44
100-200 m	49,5
Salto em distância	51,7
Salto em altura	51,5
Arremesso de peso	63

Fonte: Bosco, 1995.

Variante de salto com contramovimento: Salto com contramovimento com 1 perna

Essa variante do salto contramovimento consiste em realizar o CMJ com apenas uma perna. Para fazer isso, o CMJ é realizado da maneira tradicional, mas é feito primeiro com uma perna (duas a três tentativas), e depois com a outra (duas a três tentativas).

Essa maneira para executar o CMJ é usada frequentemente para analisar se um atleta saudável tem um nível equilibrado de força explosiva (com modo reativo ou excêntrico seguido por concêntrico, com um CAE longo) em ambas as pernas, bem como sujeitos que estão passando por um programa de recuperação de lesão; o progresso da força explosiva reativa da perna lesionada precisa ser analisado em relação à perna saudável

Salto foguete (RJ)

É um salto sem qualquer contramovimento ou giro dos braços, a partir de um agachamento ou uma flexão relaxada profunda. É caracterizado por ter um duplo pico de força na fase de impulso, e uma alta correlação com os valores máximos obtidos no agachamento profundo.

Utilizado para quantificar o movimento dos músculos extensores do membro inferior, em seus ângulos mais profundos, subtraindo o valor de SJ.

O método para executar o RJ é o seguinte:

- a) O sujeito se encontra de pé na plataforma de contato na posição de agachamento ou agachamento profundo, e permanece nessa posição durante 3 a 4 segundos, relaxado.
- b) As mãos são colocadas sobre a cintura, tornando impossível para o sujeito interromper o contato com a cintura. Assim, no ponto de elevação, não será possível que o sujeito use os braços para ajudar na propulsão.
- c) Sob comando do avaliador, o sujeito executa um salto vertical máximo.

Figura 17: Salto foguete (RJ)



Fonte: <http://goo.gl/b3iV7n>

Salto com queda (DJ) ou salto vertical com um pouso a partir de uma altura variável (20 a 100 cm).

O método para executar o DJ é o seguinte:

- a- O sujeito está de pé sobre um degrau, caixa etc. a uma certa altura, com as mãos ou na cintura, ou livres, de acordo com aquilo que o avaliador determina, com pernas estendidas e o tronco na vertical.
- b- O sujeito pouso dando um passo à frente.
- c- Após fazer contato com a plataforma, executa um esforço violento tentando executar um salto vertical à altura máxima.
- d- Ângulo do joelho na elevação = 180° .
- e- Pouso com os pés hiperestendidos.

A altura de queda varia conforme a capacidade do sujeito (20-100 cm).

Figura 18: Salto com queda (DJ)



Fonte: <http://goo.gl/4T9zLR>

Deve ser realizado progresso sobre a altura de queda, levando em consideração dois aspectos. Por um lado, o tempo de contato é inferior a 250 ms ou 300 ms (Schmidtbleicher e Gollhofer, 1982) e, por outro, a altura do salto após o desembarque é maior ou igual à altura do CMJ.

No ponto de contato, o sujeito deve parar o movimento para baixo o mais rapidamente possível, tentando bloquear os joelhos, para mover-se para cima o mais rápido possível.

- Característica investigada: rigidez ou dureza muscular, que representa a capacidade neuromuscular de desenvolver valores extremamente altos de força durante o ciclo

alongamento-encurtamento, comportamento viscoelástico dos músculos extensores, reflexo miotático ou de alongamento, e comportamento inibidor proprioceptivo (corpúsculos tendinosos de Golgi).

- Tipo de ativação muscular: ativação dos músculos extensores das pernas após o SSC.

Ao pousar de alturas de cerca de 30-40 cm, os principais músculos utilizados são o tríceps sural. Com maiores alturas, os músculos da coxa são mais utilizados (Schmidtbleicher e Gollhofer, 1982).

Teste de salto reativo de 5 a 60 segundos. Avaliação da potência mecânica do metabolismo anaeróbio alático e láctico

O método de execução dos saltos é idêntico ao do CMJ, com a única diferença de que são executados um após o outro durante um período de tempo predefinido.

Bosco e Komi (1982) indicam que a flexão dos joelhos deve ser de 90°, e que como resultado de fadiga, em testes de mais de trinta segundos, a flexão não atinge essa angulação.

Se houver uma variação no ângulo de salto (p.ex., 50°), o registro de potência não deve ser considerado como válido, já que essa variação angular provoca uma melhoria de 30% no desempenho energético no que diz respeito a variações angulares grandes (próximas a 90°).

A realidade mostra que é muito difícil a obtenção de angulações de 90° em todos os saltos dos atletas individuais que executam esse tipo de teste. Assim, faremos registros dos tempos no ar, tempos de contato e centímetros saltados, mas não registros de potência, porque teriam uma ampla margem de erro.

Em média, um salto por segundo deverá ser alcançado, enquanto o ângulo de 90° for respeitado. Se não for esse o caso, o número de saltos será maior. Durante o desempenho desses tipos de saltos, temos duas grandes variantes: o desempenho de saltos reativos em um período de tempo curto (5"-15") ou médio ou (15" a 60"). No nosso caso específico, estamos interessados no desempenho de saltos reativos durante um curto período de tempo.

Teste de saltos contínuos ou reativos em um curto período de tempo (5 - 15 segundos)

Bosco (1982) propõe que o teste de saltos reativos durante um curto período de tempo deve ser aplicado em atletas onde a força explosiva é uma função importante nos resultados da competição.

Cálculo da capacidade de resistência à força rápida

Dois valores são fornecidos pelo teste de saltos contínuos: a energia mecânica e a altura média (H10) alcançada durante o período de saltos.

Capacidade de resistência à força rápida: $H10/HSCM$, onde:

- H10: altura média dos saltos em 10 segundos.
- HSCM: altura do CMJ.

Outra fórmula seria:

Capacidade de resistência à força rápida: H_f/H_i , onde:

- H_f : a média dos três últimos saltos.
- H_i : a média dos três primeiros saltos.

A relação entre esses valores deve ser sempre próxima de 1.

A Tabela 12 mostra os valores de referência para resistência à força rápida (Bosco, 1994).

Tabela 12: Resistência a valores de força rápida (Bosco, 1994)

H15/HSCM x 100 Esporte individual	Nível	H15/HSCM x 100 Esporte de equipe
80	Baixa	70
90	Média	80
100	Alta	90

Fonte: Bosco, 1994.

Outros resultados que obtemos e podemos usar em uma análise longitudinal dos dados é a altura média ou média de tempo no ar, e o tempo de contato médio no teste de salto reativo de 10 segundos, que é o mais

utilizado em nosso meio para trabalhar com tempos em que prevalece o sistema anaeróbico alático na entrada de energia.

Variante dos saltos contínuos ou reativos em um teste de curta duração (5 - 15 segundos)

Essa variante de saltos reativos consiste no desempenho de saltos reativos breves com apenas uma perna. Para isso, os saltos reativos são realizados da maneira tradicional, mas são feitos primeiro com uma perna (uma a duas tentativas), e depois com a outra (uma a duas tentativas).

Essa maneira para executar saltos reativos é usada frequentemente para analisar se um atleta saudável tem um nível equilibrado de resistência a força explosiva (com modo reativo ou excêntrico seguido por concêntrico) em ambas as pernas, bem como sujeitos que estão passando por um programa de recuperação de lesão; o progresso da resistência da perna lesionada à força explosiva reativa precisa ser analisado em relação à perna saudável.

Agachamento com salto com cargas crescentes sobre os ombros até o peso corporal (SJ_{bw}) e outros

As etapas para a realização do teste são as seguintes:

- a) Solas do pé são colocadas na plataforma de contato.
- b) Joelhos dobrados até 90°.
- c) Tronco reto.
- d) Ângulo do joelho em 180° em extensão máxima.
- e) Pés hiperestendidos no ponto de contato com o tapete.

Característica investigada: força dinâmica máxima com cargas leves e cargas pesadas (SJ_{bw}). Capacidade de recrutamento nervoso (Bosco e Komi, 1982). Expressão da estrutura morfológica da musculatura extensora das pernas (seção transversal dos músculos e a dimensão das fibras, tanto a FT como a ST) (Bosco, 1985). Método de ativação: trabalho concêntrico (positivo).

Relação com outros parâmetros e funções: SJ com cargas baixas (10-40 kg) está correlacionado o SJ e CMJ. O SJ_{bw} está relacionado com a força isométrica máxima, o que é muito importante para a transformação de força de básica a força rápida.

Esse teste deve ser realizado somente se o atleta estiver plenamente consciente de técnicas de levantamento de peso e tiver um nível muito elevado de força na musculatura da parte inferior do corpo e dos músculos posturais do tronco.

Se o atleta não tem um alto nível de força na musculatura envolvida no exercício, o risco de lesões é maior, e é por isso que será necessária sua aplicação em situações onde o sujeito avaliado realmente necessita dela e está totalmente preparado para as exigências do teste.

Teste de salto reativo com joelhos flexionados durante 5 a 7 segundos com e sem obstáculos

De acordo com o que foi sugerido por Vittori (Bosco, 1994), este teste pode ser realizado com ou sem obstáculos. Ele representa uma variante do teste de DJ, em que a coordenação intermuscular e intramuscular desempenha um papel importante, bem como a capacidade de usar os braços, energia elástica e reflexos de alongamento.

O teste consiste na realização de um número de saltos verticais durante um período de tempo relativamente curto (5 a 7 segundos), em que a maior altura é buscada em cada salto, estando em contato com o solo durante o mais curto espaço de tempo possível. A elevação do centro de gravidade e o tempo de contato são medidos.

Durante a execução do teste, os joelhos devem ser dobrados até o máximo e os braços podem ser usados. O uso dos braços contribui de 15% a 25% do resultado alcançado.

Figura 19: Teste de salto reativo



Fonte: <http://goo.gl/hEgs4X>

Teste de Abalakov (ABK), teste de Seargent e CMJ com oscilação dos braços

Esses testes permitem que saibamos sobre os benefícios que a oscilação dos braços tem sobre a capacidade de salto vertical: sua execução é a mesma que a do CMJ, mas nesse caso, a pessoa que executa o teste não mantém os braços na cintura. Em vez disso, o atleta terá que aumentar a capacidade de impulso por meio de oscilação coordenada dos braços (Harman, 1990).

As diferenças entre os testes de Seargent e Abalakov têm a ver com a forma como eles são medidos. No primeiro, uma fita é colocada entre as pernas, anexada a um cinto e um pedaço de metal sobre o qual ele desliza. O último mede a diferença de altura entre um braço estendido e o ponto mais alto a ser alcançado após um salto.

Com a plataforma de contato executamos o teste de Abalakov, medindo o tempo no ar e a altura do salto, onde temos participação muito ativa dos braços e do tronco no impulso.

Figura 20: Teste de Abalakov (ABK)



Fonte: <http://goo.gl/Qx4Bcz>

A Tabela 13 exibe dados de salto e alcance (salto vertical) com impulso dos braços (Cappa, 2000).

Tabela 13: Valores de salto vertical com a ajuda dos braços (Cappa, 2000)

Idade (anos)	Sexo feminino (cm)	Sexo masculino (cm)
5	17	17,8
6	18	19
7	21	22
8	22	23,5
9	24	26
10	28	29
11	29,5	31
12	33	33,9
13	32,5	37,5
14	33	38
15	32,5	41
16	33	44,5
17	33,1	48
18	33,2	50

Fonte: Cappa, 2000.

Salto máximo (salto máximo, máx. ou MJ)

É um salto vertical livre com a única restrição de que a elevação e a queda devem ser realizadas sobre as superfícies de avaliação. Estritamente falando, esse salto não é tecnicamente um salto vertical. Assim, e por razões de segurança, o tapete de contato deve ser colocado sobre uma superfície antiderrapante para que o atleta não escorregue durante a elevação ou pouso. Esse salto é utilizado para quantificar o componente quantitativo por simples diferença com o ABK, além de indicar o limite máximo em termos de capacidade de salto do atleta.

Uma maneira conveniente de avaliar esse salto é com o uso de dois tapetes: um para a elevação e o outro para o pouso.

Para esse salto, uma ou duas etapas podem ser tomadas para servir como impulso anterior. O número de etapas dependerá das características do gesto técnico a ser medido, bem como a técnica específica do sujeito a ser avaliado e a sua eficiência a fim de alcançar o melhor desempenho.

Figura 21: Salto máximo (máx. ou MJ)



Fonte <http://goo.gl/jcbDo9>

Testes de salto em distância ou salto horizontal

Consistem em testes de salto predominantemente horizontal, de modo a obter a maior distância de um salto ou sucessão de saltos.

Da mesma forma que os testes anteriormente analisados, o salto em distância pode ser realizado das seguintes formas:

- a) Salto em distância ou horizontal sem contramovimento e sem oscilação dos braços. Nesse caso, o sujeito está situado na posição de

salto com os joelhos flexionados em 90°, mantendo a angulação por cerca de 3 a 4 segundos, e então salta.

- b) Salto em distância ou horizontal com contramovimento e sem oscilação dos braços. O sujeito, de pé no ponto de elevação do salto com as mãos sobre a cintura, executa um contramovimento e salta para a frente.
- c) Salto em distância ou horizontal com contramovimento e oscilação dos braços. A pessoa pode realizar um contramovimento antes do salto, nesse caso, e também pode usar seus braços para gerar equilíbrio que lhe ajude a realizar o impulso.

Variante de salto em distância ou salto horizontal: salto em distância ou salto horizontal com 1 perna

Essa variante do salto em distância ou salto horizontal consiste na execução do salto em distância ou salto horizontal com apenas uma perna. O salto em comprimento ou salto horizontal é realizado da maneira tradicional (ou seja, em variantes onde não há uso de movimentos do braço para a sua execução), mas é feito primeiro com uma perna (duas a três tentativas), e depois com a outra (duas a três tentativas).

Essa maneira para executar o salto em distância ou salto horizontal é usada frequentemente para analisar se um atleta saudável tem um nível equilibrado de força explosiva (com modo reativo ou excêntrico puro, isto é, excêntrico seguido por concêntrico) em ambas as pernas, bem como sujeitos que estão passando por um programa de recuperação de lesão; o progresso da força explosiva da perna lesionada (ativa e reativa) precisa ser analisado em relação à perna saudável.

No departamento de treino de basquetebol do FCB, plataformas de força monoaxiais são usadas para monitorar os saltos dos jogadores. As seguintes variáveis são aquelas que são primariamente monitoradas e controladas:

- Pico de força concêntrica (N).
- Tempo de contração concêntrica (s).
- Tempo de fase excêntrica (s).
- Tempo a partir do início do movimento até o pico de força máxima (s).
- Força média aplicada na fase concêntrica (N).
- Força média aplicada na fase excêntrica (N).
- Relação da força média aplicada na fase concêntrica-excêntrica (%).
- Tempo no ar (s).

- Altura no ar (cm).
- Pico de força máxima relativa em fase concêntrica (N/kg).
- Velocidade máxima em fase concêntrica (m / s).
- Pico de potência relativa (W/kg).
- Pico de força no pouso (N).
- Pico de força relativa no pouso (N/kg).
- RFD no pouso (N/s).
- Assimetria da força aplicada na fase concêntrica (% E,D).
- Assimetria do pico de força máxima (% E,D).

Saltos pré-programados devem ser efetuados numa base periódica para monitorar essas variáveis.

Referências

Andersen LB, Henckel P (1987). Maximal voluntary isometric *strength* in Danish adolescents 16-19 years of age. Eur J Appl Physiol 56, 83-9.

Alén M, Häkkinen K, Komi PV. (1984). *Changes in neuromuscular performance and muscle fiber characteristics of elite power athletes self-administering androgenic and anabolic steroids.*

Avis, F. J., Hoving, A., and Toussaint, H. M. (1985). A dynamometer for the measurement of force, velocity, work and power during explosive leg extension. Eur. J. Appl. Physiol. 54 (2): 210-15

Axon Bioingeniería Deportiva. Simple Jumps. Source: <http://www.axonjump.com.ar/#!rocket-jump/zoom/clytu/i37k1>

Baldino, J. M. (2014). *Análisis de las características antropométricas y las diferentes manifestaciones de fuerza de miembros inferiores de surfistas profesionales. Especialización en programación y evaluación del ejercicio.* UNLP

Beachle, T. e Earle, R. (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico.* Madrid: Panamerican.

Bompa, T. (2000). *Periodización del entrenamiento deportivo.* Barcelona: Paidotribo.

Bompa, T. (2000). *Periodización del entrenamiento deportivo.* Barcelona: Paidotribo.

Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular: aspectos metodológicos.* Barcelona: INDE.

Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Colección Deporte y Entrenamiento.* Ed. Paidotribo. Barcelona.

Bosco C. (1985). *L'effecto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo schelettico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva.* In *Atleticastudi* Jan-Feb. 7-117. Inseps Translation No. 644.

Bosco C. (1987). Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica láctica con los test de Bosco. *Notas de Medicina Deportiva*. 24:151-156

Bosco C., Viitasalo J., T. Komi, P. V. e Luhtanen P. (1982). *Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise*. *Acta Physiol Scand*, 114, (4) 557-565.

Bosco C, Komi PV (1982) *Muscle elasticity in athletes*. In: *Komi PV (ed) International series on sports sciences, vol. 12. Exercise and sport biology*. Human Kinetics PuN, Champaign Ill, pp 109-117.

Bosco C, Komi PV (1979) *Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles*. *Eur J Appl Physiol* 41:275-284.

Brown, L. E., and Weir, J. P. (2001). *Accurate Assessment of Muscular Strength and Power, ASEP Procedures Recommendation*. *Journal of Exercise Physiology* 4(3).

Cappa, D. (2000). *Entrenamiento de la potencia muscular*. Argentina

Colado Sánchez, J. C. (1996). *Fitness en las salas de musculación*. Barcelona: INDE

Cometti, G. (2005). *Los métodos modernos de musculación*. Barcelona: Paidotribo.

García Manso, J. M. (1999). *Alto rendimiento. Adaptación y excelencia deportiva*. Madrid: Gymnos.

García Manso, J. M., Navarro Valdivieso, M. e Ruiz Caballero, J. A. (1996). *Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte*. Madrid: Gymnos.

García Manso, J. M., Navarro Valdivieso, M. e Ruiz Caballero, J. A. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos.

Gorostiaga Ayestarán, E. e Gonzalez Badillo, J., (1994). *Prácticas de clase*. Datos não publicados.

Gorostiaga Ayestarán, E. e Gonzalez Badillo, J. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento*. Barcelona: INDE.

Gonzalez Badillo, J.J., Gorostiaga, E. *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: inde, 1996.

Gonzalez Badillo, J.J. *Planificación y programación del entrenamiento para los deportes de fuerza y velocidad 1*. Textos master alto rendimiento deportivo. Madrid: coes, 1997

Gonzalez Badillo, J.J. *Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento*. Revista de entrenamiento deportivo No. 1, p.6-10. La Coruña, 2000.

González Badillo, J. J. e Ribas Serna, J. (2002). *Programación del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde publications.

Harman E. A., Rosenstein M. T., Frykman P. N., Rosenstein R. M. *The effects of arms and countermovement on vertical jumping*. Med Sci Sports Exerc 1990; 22 (6):825-33.

Häkkinen K, Alén M, Komi PV. (1984). *Neuromuscular, anaerobic, and aerobic performance characteristics of elite power athletes*. Eur J Appl Physiol Occup Physiol; 53(2):97-105.

Häkkinen K, Komi PV, Alén M. (1985) *Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles*. Acta Physiol Scand. Dec; 125(4):587-600.

Häkkinen, K., Komi, P.V., & Kauhanen, H. (1986). *Electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles of elite weight lifters during isometric, concentric, and various stretch-shortening cycle exercises*. International Journal of Sports Medicine, 7, 144- 151.

Häkkinen K, Myllylä E. (1990) *Acute effects of muscle fatigue and recovery on force production and relaxation in endurance, power and strength athletes (Translation)*. J Sports Med Phys Fitness. Mar; 30(1):5-12.

Heredia Elvar, J. R., e Costa, M. R. (2004). *Propuesta para diseño de programas de fitness muscular*.

Heredia Elvar, J. R., Chulvi Medrano, I., Ramón, M., e Pomar, R. (2006). *Evaluación de la Fuerza para la Salud: Reflexiones para su Aplicación en Programas de Acondicionamiento Físico Saludable*. .

Heredia, J. R., Miguel, R., e Abril, M. (2005). Criterios para la observación, control y corrección de ejercicios de musculación para la salud.

Heyward, V. (2008). *Evaluación y prescripción del ejercicio*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Hislop, H. J. (1963). Quantitative changes in human muscular *strength* during isometric exercise. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 43, 21-38.

Hollander BD, Kraemer RR, Kilpatrick MW, Ramadan ZG, Reeves GV, Francois M, Hebert EP, Tryniecki JL. (2007). *Maximal eccentric and concentric strength discrepancies between Young men and women for dynamic resistance exercise*. *J. Strength Cond. Res*; 21(1): 4-40.

Hood, L. B., e Forward, E. M. (1965). Strength variations in two determinations of maximal isometric contractions. *Physical Therapy*, 45, 1046-1053.

Houtz S., Lebow M., Beyer F. (1957). Effect of posture on strength of the knee flexor and extensor muscles. *J Appl Physiol*, 11, pp. 475-480

Howley, E. T., e Frank, B. (2000). *Manual del Técnico en Salud y Fitness*. Barcelona: Paidotribo.

Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., Maffiuletti, N. & Marcora, S.M. (2007). *A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 2044-2050.

Insua, M. F. (2005). *Congress on Sport Science*. Buenos Aires.

Isidro, S., Heredia, J. R., Pinsach, P., Ramón, M. (2006). *Manual del entrenador personal: del fitness al wellness*. Barcelona: Paidotribo.

Jiménez, A. (Coord.). (2005). *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: INDE.

Jiménez, A. (Coord.). (2007). *Entrenamiento de Fuerza. Avances en ciencias de la actividad física y el deporte*. Madrid: Universidad Europea de Madrid.

Kannus, P. (1994). *Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation*. *Int J Sports Med*, 15: S11-S18

Kellis, E., Arambatzi, F. & Papadopoulos, C. (2005). *Effects of load reaction force and lower limb kinematics during concentric squat*. J. of Sport Sciences, 23(10), 1045-1055.

Knuttgen HG & Kraemer WJ. (1987). *Terminology and measurement in exercise performance*. J of Appl Sports Sci Res; 1: 1-10.

Lehance, C. Binet, J. Bury, T. Croisier, J. (2009). *Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players*. Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports [revista on-line]. 19(2):243-251.

Lunnen, J. D., Yack, J., & LeVeau, B. F. (1981). Relationship Between Muscle Length, Muscle Activity, and Torque of the Hamstring Muscles. Physical Therapy, 61(2), 190-195.

Mac Dougall, J., Wenger, H. e Green, H. (1995). *Evaluación Fisiológica del Deportista*. Barcelona Paidotribo.

MacArdle, W; Karch, F.; Katch, V.L. (1996). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human performance*. Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins (4th ed.)

ACSM Manual of Sports Medicine. V.A. (1998). Barcelona: Paidotribo.

Mero AP, Luhtanen JT, Viitasalo JH, Komi PV (1981) Relationship between the maximal running velocity, muscle fibre characteristics, force production and force relaxation of sprinters. Scand J Sports Sci 3:16–22

Meylan C, Cronin J, Nosaka K. (2008). *Isoenertial Assessment of eccentric muscular strength*. Strength Cond. J; 30 (4): 56-64.

Naclerio F. (2007). *Análisis de la producción de potencia en los ejercicios de fuerza y localización de las zonas de entrenamiento. Entrenamiento de Fuerza. Avances en ciencias de la actividad física y el deporte*. Madrid: Universidad Europea de Madrid.

Naclerio, F. (2011). *Entrenamiento Deportivo (Sports Training)*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Newton RU, Gerber A, Nimphius S, et al. (2006). *Determination of functional strength imbalance of the lower extremities*. J Strength Cond Res.; 20(4):971-77.

Pradet, M. (1999). *La preparación física*. Barcelona: INDE

Prentice, W. E. (1999). *Rehabilitation techniques in sports medicine*. Barcelona: Paidotribo.

Rahmani, A., F., V., Dalleau, G. & Lacour, J.R. (2002). *Force/Velocity and power/velocity relationships in squat exercise*. Eur J Appl Physiol, 84(3), 227-232.

Royce, J. (1962). Force-time characteristics of the exertion and release of hand-grip under normal and fatigued conditions. Research Quarterly, 33, 444-450

Saez de Villarreal, E. (2004). Variables determinantes en el salto vertical. Fuente: <http://www.efdeportes.com/efd70/salto.htm>

Schmidtbleicher, D. Gollhofer, a (1982). *Neuromuskulaere Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgroessen fñr ein Tiefsprungtrainig*. In: Leistungssport, 12, S. 298-307.

Secher, N.H. (1975) Isometric rowing strength of experienced and inexperienced oarsmen. Medicine and Science in Sports, 7, 280-283.

Seirul-lo Vargas, F. (1986). Entrenamiento Coadyuvante. Apunts de Medicina Esportiva, 23, 38-41.

Seirul-lo Vargas, F. (2012). *Competencies: Desde la Educación Física al Alto Rendimiento*. Educación Física Magazine, 128, 5-8.

Seirul-lo Vargas, F. (2013). La Estructura Cognitiva. FC Barcelona Document.

Thorstensson A, Karlsson J, Viitasalo JH, Luhtanen P, Komi PV. (1976) *Effect of strength training on EMG of human skeletal muscle*; 98(2):232-6.

Tlatoa Ramirez, H. M. Pepper Rodriguez, J., Ocaña Servín, H. L. e Aguilar Becerril, J. A. (2014). *Torque máximo en jugadores profesionales de fútbol asociación durante la pretemporada, Toluca, México, 2010*. Medicina e Investigación 2014; 2(2):146-153

Tornvall G., (1963) Assessment of Physical Capabilities with Special Reference to the Evaluation of Maximal Voluntary Isometric Muscle Strength

and Maximal Working Capacity: An Experimental Study on Civilian and Military Subject Groups. *Acta physiologica Scandinavica*,

Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en Fuerza y Musculación*. Barcelona: Ergo.

Verkhoshansky, Y., e Siff, M. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.

Viitasalo, J.T., Hakkinen, K., & Komi, P.V. (1981). *Isometric and dynamic force production and muscle fibre composition in man*. *Journal of Human Movement Studies*, 7(3), 199-209.

Viitasalo, J.T., Saukkonen, S., & Komi, P.V. (1980). *Reproducibility of measurements of selected neuromuscular performance variables in man*. *Electromyographical and Clinical Neurophysiology*, 20, 487-501.

Vittori, C. (1990). *El entrenamiento de la fuerza para el sprint*. *Revista Entrenamiento Deportivo*. Tomo IV. No. 4-5. p 2-11.

Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Editado por Champaign, IL; Human Kinetics.