

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO NEUROMUSCULAR

Data de aceite: 06/06/2023

ÁDRIA SAMARA NEGRÃO NORONHA

ANTENOR BARBOSA CALANDRINI DE AZEVEDO

RAYRA KHALINKA NEVES DIAS

VICTOR SILVEIRA COSWIG

Introdução

O sistema neuromuscular é a comunicação entre o sistema nervoso central e o músculo esquelético por meio de potenciais elétricos e neurotransmissores (FAGERLUND; ERIKSSON, 2009). A união desses sistemas consiste em um complexo mecanismo de controle; os músculos transformam sinais neuronais e energia química em energia cinética (movimento) (RÖHRLE *et al.*, 2019). O impulso neural que resulta dessa conexão é adaptável e altera-se devido a alguns aspectos como envelhecimento, fadiga, habilidade motora, degeneração neuromuscular e lesões (ENOKA *et al.*, 2003; SHADMEHR; SMITH; KRAKAUER, 2010; SHIELDS, 2002).

Para a prescrição do exercício físico eficiente, é imprescindível a realização da avaliação física para obtenção dos dados e com o objetivo de auxiliar no acompanhamento e na reavaliação do indivíduo (PRESTES *et al.*, 2015). A avaliação da função neuromuscular é de fundamental importância em várias áreas relacionadas ao movimento humano, permitindo identificar fatores limitantes de desempenho físico, monitorar os efeitos de programas de treinamento e reabilitação, comparações entre grupos e indivíduos e identificação de talentos (ABERNETHY; WILSON; LOGAN, 1995; WILSON; MURPHY, 1996).

As capacidades físicas neuromusculares mensuráveis como força muscular, potência, resistência, flexibilidade e agilidade são componentes da aptidão física que influenciam no desempenho de atividades rotineiras (GUEDES *et al.*, 2002). Portanto, o objetivo deste capítulo é abordar os métodos de avaliação da função neuromuscular sobre as aptidões neuromusculares, assim como

descrever os equipamentos de medidas e o grupo-alvo das avaliações.

Equipamentos de medidas

De modo geral, aparelhos de musculação (ex: *Leg press* e supino reto), dinamometria e isocinéticos são amplamente utilizados para mensurar a força muscular para o público idoso, crianças, desempenho esportivo e reabilitação (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019; GRGIC *et al.*, 2020; LESNAK *et al.*, 2019; O'MALLEY *et al.*, 2018). Os procedimentos realizados nesses equipamentos podem ser considerados medidas padrão ouro - em outras palavras, avaliações altamente confiáveis para mensuração. Em relação à utilização de instrumentos para desempenho de potência muscular, podem ser denominados como padrão ouro a plataforma de força e câmeras de alta velocidade (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ *et al.*, 2014).

Mecanismos intermediários, como tapetes de contatos, mas com alto valor de confiabilidade e reprodutibilidade, também são uma alternativa para ponderação (FARIAS *et al.*, 2013). Por outro lado, a maior tendência para avaliação de potência muscular vem sendo direcionada para a utilização de aplicativos móveis com elevada portabilidade e de fácil manuseio (AZEVEDO, A. B. C. *et al.*, 2019). Além disso, o custo-benefício torna-se uma vantagem em relação aos outros instrumentos citados anteriormente (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; GLAISTER; LOCKEY, 2015). Em se tratando de esportes de alto desempenho, sensores inerciais e encodes são altamente sugeridos para aferição da aceleração e avaliação da cinemática do movimento (SHIGEMURA *et al.*, 2021). Entretanto, a operacionalização desses equipamentos está fora da realidade de vários centros de treinamento pelo Brasil. Por fim, flexibilidade, agilidade e resistência muscular localizada utilizam ferramentas mais acessíveis, a exemplo de cones, fitas métricas, halteres, banco de *wells* e régua. Todos os testes relacionados com as capacidades físicas e equipamentos citados anteriormente são descritos passo a passo neste capítulo.

Força muscular

A força muscular é a capacidade de um músculo ou grupo de músculos exercer força para superar uma resistência de oposição (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Os testes a seguir são utilizados para a avaliação da força muscular no desempenho físico em esportes e exercícios, assim como em outras ciências relacionadas ao movimento (JARIC, 2002).

1 Repetição máxima (RM)

Neste teste, a carga é estipulada empiricamente mais próxima da suposta carga máxima. Caso o avaliado consiga realizar uma repetição completa com determinada carga, não precisará realizar a próxima repetição. O avaliado descansa entre três e

cinco minutos para realizar a próxima tentativa com acréscimo de 0,4 a 5 kg. O ideal é que sejam realizadas de três a cinco tentativas. O teste finaliza quando o avaliado não consegue realizar o movimento com a carga estipulada pelo avaliador – nesse momento, a carga da repetição anterior será considerada a carga máxima (ACSM, 2009). A maioria dos estudos selecionam exercícios com movimentos multiarticulares por oferecerem baixo risco de lesão. Esse teste é indicado para preparação física do treinamento desportivo, da reabilitação física ou como dados para pesquisa científica (BROWN; WEIR, 2001).

Cargas Submáximas

Para a avaliação de cargas submáximas, é necessário estipular uma carga para a realização das repetições desejadas, a exemplo 6RM e 10RM. Se, com a carga, o avaliado ultrapassar o número de repetições desejadas, será necessário acrescentar uma sobrecarga de 5-10% em relação à carga inicial. Caso o avaliado não consiga realizar o número de repetições estipulada, deve-se dividir o peso incrementado pelo número de séries que ele realizou para determinar a carga ideal para o RM determinado. O tempo de descanso entre as tentativas e exercícios deve ser entre três e cinco minutos, respectivamente. Caso ocorram cinco tentativas durante o teste, e se ainda assim não for possível determinar a carga para as repetições, será dado um intervalo de 24 horas para a realização de um novo teste (MIDDLETON; YAFFE, 2009). Ele pode ser aplicado em diferentes populações.

Potência muscular

A potência muscular tem como finalidade a realização de uma ação em alta velocidade utilizando uma determinada sobrecarga muscular (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011). Considerando a cinemática na física, potência muscular é a resultante da força multiplicada pela aceleração (BAKER, 2007). Ponderando a aplicabilidade prática, a potência muscular tem se tornado um ponto-chave para o sucesso competitivo de modalidades que exijam ações balísticas, como levantamento de peso olímpico (SANDAU; GRANACHER, 2020), aumento de funcionalidade no público idoso (RAMIREZ-CAMPILLO *et al.*, 2018), monitoramento da carga interna de treinamento (CLAUDINO *et al.*, 2017), e possui uma alta associação com o desempenho de modalidades que utilizam “sprints” em curtas e médias distâncias (LOTURCO *et al.*, 2018). A seguir, serão descritos alguns testes de fácil aplicabilidade prática para avaliação de potência muscular, em que o principal está relacionado ao desempenho de saltos verticais e suas variações para membros inferiores e arremesso de *medicine ball* para membros superiores.

Arremesso de *medicine ball*

Neste teste, é necessário que uma trena seja fixada ao solo, com o ponto zero

fixado a uma parede. O avaliado irá se sentar no chão com as pernas estendidas e com as costas em contato com a parede. Em seguida, com a *medicine ball* de 3 kg colocada na altura do peito, abaixo do queixo e com os cotovelos próximos ao corpo, o avaliado efetuará o lançamento da bola sem tirar as costas da parede. A distância do ponto de partida ao primeiro toque da bola no solo será considerada (JOHNSON, B. L.; NELSON, 1986). Esse teste consiste em 3 tentativas, e com o resultado do teste é possível classificar o desempenho de acordo com a tabela a seguir:

Distância do Arremesso (cm) Homens	Distância do Arremesso (cm) Mulheres	Classificação
<274	<122	Iniciante
275-366	123-213	Iniciante avançado
367-610	214-366	Intermediário
611-762	357-427	Intermediário avançado
>763	>428	Avançado

Tabela 1: Distância do arremesso associado ao nível de aptidão física

Fonte: Johnson e Nelson, 1986.

Salto vertical

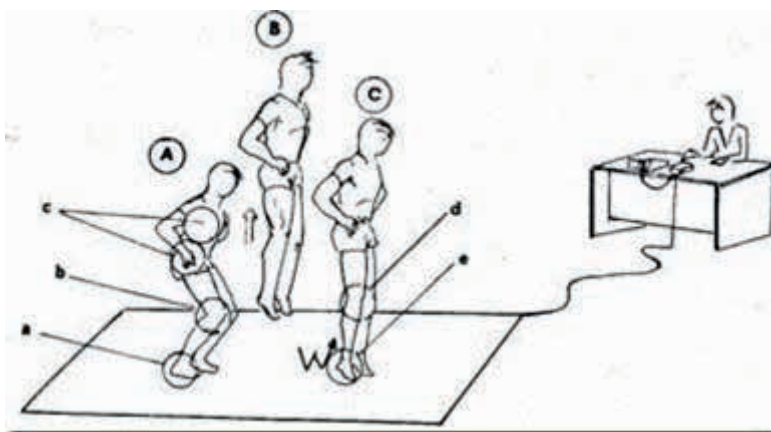
O salto vertical é uma habilidade necessária para diversas modalidades esportivas e por vezes determinante para um bom desempenho esportivo (GOMES *et al.*, 2009). O teste visa a avaliar a força explosiva dos membros inferiores. Pode ser analisado através de plataformas de força, tapetes de contato, aplicativos móveis e de formas mais simples, como *sargento jump*. Por fim, esses saltos podem ser realizados com contramovimento ou sem contramovimento (SATTLER *et al.*, 2012).

Countermovement jump

Em primeiro plano, os avaliados devem se estabelecer em uma posição ortostática com as mãos posicionadas na crista íliaca. Em seguida, os sujeitos devem realizar o CMJ flexionando os joelhos (~90°) e o quadril (~120°). Posteriormente, devem realizar a extensão do joelho e quadril com maior velocidade possível. Após o retorno ao solo, os indivíduos devem flexionar os joelhos e o quadril novamente, com o intuito de reduzir o impacto nas principais articulações envolvidas no movimento. Para o rastreamento da fadiga, é recomendada a utilização da média aritmética por meio da avaliação de três tentativas de saltos; por outro lado, na verificação de altura máxima de salto deve-se realizar apenas o maior valor de mensuração (CLAUDINO *et al.*, 2017).

Squat jump

O teste se inicia com o avaliado na posição em pé, com as mãos nos quadris e os joelhos flexionados no ângulo de 90 graus. Após o sinal do avaliador, o participante fica parado por cerca de 1 segundo, e em seguida realiza o salto mais alto possível, sem tirar as mãos do quadril. O avaliado deve sempre decolar e pousar na mesma posição, com as pernas esticadas. É importante que nenhum contramovimento (pré-alongamento) seja executado ao redor das articulações do joelho e do quadril; caso aconteça, o salto é desconsiderado (BOSCO; LUHTANEN; KOMI, 1983). Os instrumentos necessários para esse teste ficam a critério do avaliador, podendo escolher entre o tapete de salto, plataforma de força ou aplicativos específicos para avaliação de saltos verticais.



Fonte: Bosco, Luhtanen e Komi (1983).

Drop jump

Este teste envolve pular de uma pequena altura, aterrissar e, em seguida, pular de forma explosiva verticalmente. Para iniciar, o sujeito deve se encontrar em cima do banco (30 cm) em posição ereta, pernas estendidas. Em seguida, levar à frente um pé e deixando-se cair sob o efeito da gravidade. Ao contato com o solo, deve reagir o mais rápido possível, saltando o mais alto que puder, e durante esse movimento evitar a flexão do joelho (KOLLIAS; PANOUTSAKOPOULOS; PAPAIAKOVU, 2004). A forma de avaliação fica a critério do avaliador, podendo escolher entre o tapete de salto, plataforma de força ou aplicativos específicos para avaliação de saltos verticais.

Sargent jump test

Os participantes devem se posicionar em paralelo em relação à superfície vertical, na qual a trena está posicionada. Em seguida, utilizando as mãos voltadas para trás como

uma forma de estabilização e propulsão, devem flexionar os joelhos ($\sim 90^\circ$) e quadril ($\sim 120^\circ$), ocasionando a contração máxima para promover o melhor desempenho de altura de salto, com o objetivo de tocar as pontas dos dedos na maior distância possível. O cálculo de medida é realizado pela subtração da envergadura do praticante pelo ponto de referência avaliado em cada tentativa (AZEVEDO, A. B. C. *et al.*, 2019).

Impulsão horizontal

Neste teste, o avaliador deve traçar uma linha no solo e nele fixar a trena, com o ponto zero fixado sobre a linha. O avaliado se posicionará atrás da linha, com os pés paralelos, ligeiramente afastados, joelhos semiflexionados, tronco ligeiramente projetado à frente. Ao sinal do avaliador, o participante deverá saltar a maior distância possível. A medição da distância saltada se dá do calcanhar mais próximo da linha inicial. O avaliado poderá repetir o teste e o melhor valor deve ser considerado (BULTEN; KING-DOWLING; CAIRNEY, 2019).

Resistência muscular localizada

A resistência muscular é a qualidade física que permite ao músculo executar uma quantidade de contrações sem que haja diminuição na frequência, amplitude de movimento, força e velocidade. Geralmente é expressa como a quantidade máxima de repetições realizadas até a exaustão, o máximo número de repetições dentro de um período fixo ou como uma porcentagem do 1RM relativo (JOHNSON, D. *et al.*, 2009).

Resistência abdominal

A princípio, os participantes devem se posicionar em decúbito dorsal e flexionar os joelhos em um ângulo de 90° . Logo em seguida, com os braços sobrepostos, devem direcionar as mãos no deltoide anterior e flexionar os principais músculos abdominais, ocasionando a extensão e flexão do tronco, com o intuito de gerar uma amplitude que proporcione os cotovelos tocarem nos joelhos, e retornando à posição de partida. No total, as repetições são mensuradas por um intervalo de 60 segundos, sendo contabilizadas até três tentativas para cada participante (KORDI *et al.*, 2015).

Flexão de cotovelos

Para a realização deste teste, o avaliado se posicionará em decúbito ventral, com as mãos apoiadas no solo, com uma distância de 10 a 20 centímetros a partir da linha dos ombros, com os dedos voltados para frente. A posição das mãos não deve ser acima da linha dos ombros e o rosto deve permitir um alinhamento adequado entre o tronco e as

pernas. Ao sinal do avaliador, o participante flexionará os cotovelos até que haja um ângulo de 90 graus, e então retornará à posição inicial com os braços estendidos. A aplicação do teste para o sexo feminino pode ser modificada pelo apoio dos joelhos sobre o solo ou colchonete. Os demais procedimentos são realizados para ambos os sexos. O avaliador irá considerar o máximo de repetições que o avaliado conseguir realizar corretamente (JOHNSON, B. L.; NELSON, 1986; MAYHEW *et al.*, 1991).

Idade	Excelente	Bom	Acima da média	Média	Abaixo da média	Pobre
17 – 19	> 56	47-56	35-46	19-34	11-18	<11
20 – 29	> 47	39-47	30-38	17-29	10-16	<10
30 – 39	> 41	34-41	25-33	13-24	8-12	<8
40-49	> 34	28-34	21-27	11-20	6 a 10	<6
50 – 59	> 31	25-31	18-24	9-17	5-8	<5
60 – 65	> 30	24-30	17-23	6-16	3-5	<3

Tabela 2: fornece dados normativos para o teste de flexão de cotovelos para homens

Fonte: Golding e Sinning (1989).

Idade	Excelente	Bom	Acima da média	Média	Abaixo da média	Pobre
17 - 19	> 35	27-35	21-26	11-20	6 a 10	<6
20 - 29	> 36	30-36	23-29	12-22	7-11	<7
30 - 39	> 37	30-37	22-29	10-21	5-9	<5
40-49	> 31	25-31	18-24	8-17	4-7	<4
50 - 59	> 25	21-25	15-20	7-14	3-6	<3
60 - 65	> 23	19-23	13-18	5-12	2-4	<2

Tabela 3: fornece dados normativos para o teste de flexão de cotovelos para mulheres

Fonte: Golding e Sinning (1989).

Sentar e levantar

Existem duas formas para a realização desse teste, a saber: no solo e com a cadeira. O teste sentar e levantar no solo deve ser realizado em uma superfície plana e não escorregadia, e o avaliado deverá estar descalço e com roupas que não limitem seus movimentos. Um colchonete é necessário para minimizar o impacto do quadril com o solo e deve ser posicionado atrás do avaliado durante a ação de sentar-se. Para o uso escala de mensuração, a nota máxima cinco corresponde à ação de sentar ou à de levantar, realizada sem a utilização de apoios, sem qualquer desequilíbrio corporal evidente. Para cada apoio extra utilizado no solo e/ou no próprio corpo, para facilitar a execução ou evitar choque com

o solo, subtrai-se um ponto da nota máxima. Duas tentativas são necessárias para que o indivíduo consiga seu melhor resultado (RICARDO; ARAÚJO, 2001).

Pontos	Sentar	Levantar
5	Sem apoio	Sem apoio
4,5	1 desequilíbrio	1 desequilíbrio
4	1 apoio	1 apoio
3,5	1 apoio e 1 desequilíbrio	1 apoio e 1 desequilíbrio
3	2 apoios	2 apoios
2,5	2 apoios e 1 desequilíbrio	2 apoios e 1 desequilíbrio
2	3 apoios	3 apoios
1,5	3 apoios e 1 desequilíbrio	3 apoios e 1 desequilíbrio
1	4 apoios	4 apoios
0,5	4 apoios e 1 desequilíbrio	4 apoios e 1 desequilíbrio
0	Mais de 4 apoios ou com ajuda do avaliador	Mais de 4 apoios ou com ajuda do avaliador

Tabela 4: Resultados possíveis com o teste sentar e levantar no solo

Fonte: Ricardo e Araújo (2001).

O teste de sentar e levantar inicia-se com o participante sentado em uma cadeira, com as costas apoiadas no encosto e os pés bem apoiados no solo e afastados à largura dos ombros. Os braços estão cruzados ao nível dos punhos e contra o peito. Ao sinal de “partida”, o participante eleva-se até a extensão máxima (posição vertical) e regressa à posição inicial. É contabilizado o máximo de repetições durante 30 minutos (RICARDO; ARAÚJO, 2001). Esse teste é uma ferramenta de avaliação funcional voltado para o público idoso e que pode ser utilizado em outros grupos.

Flexibilidade

A flexibilidade é um dos componentes da aptidão física essenciais para adquirir e desenvolver o condicionamento físico humano (POLLOCK *et al.*, 1998). A avaliação da flexibilidade permite identificar grupos músculos-articulares com pouca flexibilidade e estabelecer parâmetros para prescrição de exercícios de alongamento. Além disso, avaliar a flexibilidade periodicamente é importante para verificar as possíveis alterações na amplitude do movimento com o passar dos anos.

Sentar e alcançar

Para o teste sentar e alcançar com o banco de *Wells*, os sujeitos devem se sentar

com os pés à altura do quadril contra o banco de *Wells*. Com seus joelhos estendidos, irão colocar a mão direita sobre a esquerda, e lentamente se estenderão para frente o máximo que puderem, deslizando as mãos ao longo da placa de medição do banco de *Wells* (DIAS *et al.*, 2020).



Fonte: GUARIGLIA *et al.* (2011).

Para o teste na cadeira, inicia-se com o participante sentado na borda do assento da cadeira. O avaliado tentará inclinar-se à frente com uma mão sobre a outra e tentará alcançar o mais perto possível os dedos do pé, sendo que a perna dominante estará estendida. Se o participante não conseguir encostar os dedos dos pés, será contada com uma régua a distância que falta para alcançar ou que passar dos dedos dos pés (de SANTANA *et al.*, 2014).



Fonte: de Santana *et al.* (2014).

Agilidade

Agilidade é descrita como a execução de movimentos em alta velocidade estabelecendo a mudança de direção, através de obstáculos em um determinado percurso (SHEPPARD; YOUNG, 2006). Essa capacidade física necessita de uma elevada

coordenação motora entre as musculaturas envolvidas no movimento e fortalecimento das estruturas estabilizadoras (ex: ligamentos) (CHAALALI *et al.*, 2016). Na prática esportiva, a agilidade tem se tornado ponto-chave para atletas que busquem o sucesso competitivo, sendo altamente requisitada em modalidades coletivas e individuais (MAKHLOUF *et al.*, 2018). De modo geral, os testes utilizados necessitam de baixo custo e são altamente aplicados em qualquer ambiente esportivo, sendo citados vários exemplos a seguir.

Shuttlerun

Para a realização deste teste, deve-se demarcar no solo duas faixas paralelas equidistantes a 9,14 metros. Atrás de uma das faixas serão colocados dois blocos de madeira (com as dimensões de 5 x 5 x 10 cm) de forma paralela a ela e distantes 30 centímetros. O avaliado iniciará o teste na posição em pé com afastamento anteroposterior das pernas, com o pé anterior o mais próximo possível da linha de partida. Ao sinal do avaliador, o participante correrá em sua maior velocidade até a segunda faixa, pegará um dos dois blocos e retornará à linha de partida, posicionando esse bloco atrás da linha, e deverá repetir essa movimentação com o outro bloco, sem interromper a corrida. O bloco não deve ser jogado nem arremessado, e o avaliado deve transpor uma ou duas pernas à frente da linha, para validar seu deslocamento. Todo trajeto é cronometrado e é finalizado quando o voluntário ultrapassa a linha pela segunda vez (HUNSICKER; REIFF, 1976).

Time up and go

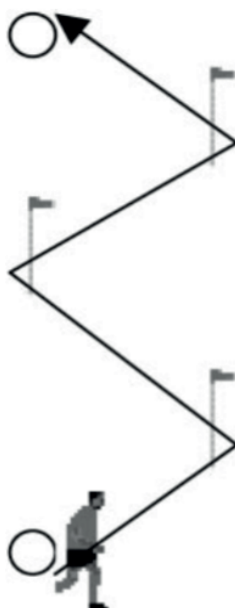
O teste *Time up and Go* inicia-se com o participante sentado na cadeira, com postura ereta, mãos nas coxas e com os pés no solo, e, quando solicitado, ele se levanta e caminha o mais rápido possível (sem correr) três metros, contorna o cone ou marcador e retorna à posição inicial (sentada). O cronômetro deve ser iniciado no começo do movimento e parado no momento exato em que o avaliado retornar ao assento (JEONG *et al.*, 2019).

Obstáculo hexagonal

O teste abrange uma área de formato hexagonal composto por seis obstáculos horizontais com diferentes nivelamentos de altura: 32, 20, 25, 20, 35 e 20 cm. Os participantes devem ficar posicionados no centro do hexágono e, após o comando do avaliador, saltar sobre o obstáculo número 1, retornando em seguida para o centro da estrutura para, na sequência, realizar os mesmos procedimentos para os demais obstáculos. No total, devem ser realizadas quatro voltas completas em torno do hexágono, com as voltas 1 e 2 em sentido horário e 3 e 4 sentidos anti-horário. A mensuração do tempo deve ser realizada com um cronômetro, com a cautela de observar o momento em que os pés dos avaliados deixam o solo. Por fim, após as 4 voltas, o cronômetro deve ser paralisado (ANDERSEN;

Zig-zag

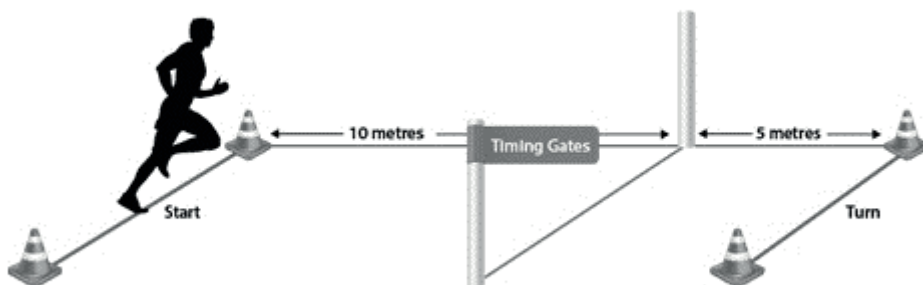
Este teste consiste na realização de corrida numa distância de 20 metros, com mudança de direção de 100 graus a cada 5 metros (LITTLE; WILLIAMS, 2005). O avaliado se posicionará atrás do ponto de partida e, ao sinal do avaliador, percorrerá os 20 metros em sua maior velocidade possível até o ponto final, sem derrubar as marcações dos pontos de mudança de direção.



Fonte: Little e Williams (2005).

Teste 505

O avaliador realiza marcações no solo com cones ou marcadores a uma distância de 10 metros (A e B) e uma distância de 5 metros (B e C), conforme a imagem abaixo. O avaliado deve estar na linha de partida e, ao comando do avaliador, correr os 15 metros, virar e correr de volta para a linha de largada. O cronômetro do avaliador iniciará a contagem quando o participante passar da linha dos 10 metros, e encerrar-se-á quando o avaliado passar pela linha dos 10 metros no seu retorno (STEWART; TURNER; MILLER, 2014). O teste é indicado para: preparação física; treinamento desportivo; reabilitação física; ou como dados para pesquisa científica.



Fonte: Sopa e Dan-Alexandru (2015).

Illinois Agility

Primeiramente, deve ser estruturado um retângulo com a área de 10 x 5 metros; em seguida, devem ser posicionados 4 cones na região central do retângulo e 4 cones nas extremidades. Na região central, os cones devem ser separados com uma distância de 3,3 metros no eixo vertical e 2,5 metros no eixo horizontal. Já os das extremidades devem ser utilizados com uma distância de 10 metros. Antes da realização do teste, os avaliadores devem utilizar duas tentativas como familiarização e aquecimento; em seguida, os avaliados devem ficar em decúbito ventral e, após o comando do avaliador, levantar-se rapidamente e deslocar-se até o primeiro cone central realizando o movimento de *zig-zag* em direção ao quarto cone central, e seguindo para o primeiro. Posteriormente, realizando os movimentos citados anteriormente, os participantes partirão para o terceiro cone central e seguindo para o último cone localizado no eixo vertical. No total, duas tentativas serão realizadas com o intervalo mínimo de 2 minutos. O tempo da cronometragem deve ser estabelecido em décimos de segundos (VESCOVI; MCGUIGAN, 2008).

Sexo	Excelente	Acima da média	Média	Abaixo da média	Ruim
Masculino	<15,2 seg	15,2 - 16,1 seg	16,2 - 18,1 seg	18,2 - 19,3 seg	>19,3 seg
Feminino	<17,2 seg	17,0 - 17,9 seg	18,0 - 21,7 seg	21,8 - 23,0 seg	>23,0 seg

Tabela 5: Classificação dos resultados em relação ao nível de condicionamento entre jovens de 16-19 anos para ambos os sexos

Fonte: Vescovi; Mcguigan, 2008.

Quickfeet test

Neste teste de agilidade, o sujeito avaliado correrá o mais rápido possível ao longo de uma escada de corda de 20 degraus, colocando somente um pé em cada vaga, sem tocar nos degraus. O teste se inicia com o sinal do avaliador, e a contagem do tempo começará quando o pé do sujeito tocar o solo entre o primeiro e segundo degrau. O avaliador irá parar a contagem do tempo quando o contato do pé for feito com o solo além do último degrau. O tempo é registrado em segundos (MACKENZIE, 2000).

T-Test Agility

A princípio, os avaliadores devem determinar uma área com 5 metros no eixo horizontal e vertical, respectivamente. No eixo horizontal, são posicionados três cones separados com uma distância de 2,5 metros. No eixo vertical, com um distanciamento de 5 metros, deve ser posicionado o quarto cone. Após a familiarização e o aquecimento, o teste inicia-se da seguinte forma: i) no eixo horizontal, o participante desloca-se em corrida em alta velocidade em direção ao cone central, realizando um giro de 90° para a direita; ii) em seguida, corre em direção ao terceiro cone e realiza o retorno em 180°; iii) o percurso continua até o cone central localizado no eixo vertical; IV) o participante retorna ao cone central do eixo horizontal realizando o retorno no cone em 180°; V) finalizando a prática, o avaliado retorna no sentido da direita em alta velocidade e realizando um giro 90° até o cone inicial, finalizando o teste. No total, duas tentativas serão realizadas com o intervalo mínimo de 2 minutos. O tempo da cronometragem deve ser estabelecido em décimos de segundos (OLIVEIRA, 2017).

Considerações finais

Este capítulo buscou alternativas para mensuração de diferentes capacidades físicas relacionadas ao sistema neuromuscular. A princípio, essas informações são relevantes para treinadores, técnicos, profissionais de educação física e fisioterapeutas que busquem avaliações confiáveis para diversos públicos, como idosos, atletas, praticantes regulares de atividade física e crianças. Por fim, acreditamos que este capítulo gere ótimos resultados, considerando a aplicabilidade prática dos profissionais da grande área da saúde.

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.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

ANDERSEN, R. E.; MONTGOMERY, D. L.; TURCOTTE, R. A. An on-site test battery to evaluate giant slalom skiing performance. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 30, n. 3, p. 276–282, set. 1990.

AZEVEDO, A. B. C. *et al.* Application for mobile devices is a valid alternative for vertical jump height measurement in fighters. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 12, n. 2, p. 83–87, 2019.

AZEVEDO, Antenor Barbosa Calandrini *et al.* Respostas neuromusculares ao treinamento resistido de alta intensidade (HIRT). **Pensar a Prática**, v. 22, p. 1–11, 2019.

BAKER, D. Using full acceleration and velocity-dependant exercises to enhance power training. **Strength and Conditioning Coach**, v. 15, n. 2, p. 16–21, 2007.

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C. *et al.* The Concurrent Validity and Reliability of a Low-Cost, High-Speed Camera-Based Method for Measuring the Flight Time of Vertical Jumps. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 2, p. 528–533, fev. 2014.

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; GLAISTER, M.; LOCKEY, R. A. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 15, p. 1574–1579, 2015.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P. V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, 1983.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 4, n. 3, p. 1–21, 2001.

BULTEN, R.; KING-DOWLING, S.; CAIRNEY, J. Assessing the Validity of Standing Long Jump to Predict Muscle Power in Children with and Without Motor Delays. **Pediatric exercise science**, p. 1–6, jun. 2019.

CHAALALI, A. *et al.* Agility training in young elite soccer players: promising results compared to change of direction drills. **Biology of sport**, v. 33, n. 4, p. 345–351, dez. 2016.

CLAUDINO, J. G. *et al.* The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 4, p. 397–402, 2017.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power: Part 1--biological basis of maximal power production. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 41, n. 1, p. 17–38, jan. 2011.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; SAYER, A. A. Sarcopenia. **The Lancet**, v. 393, n. 10191, p. 2636–2646, 2019.

- DE SANTANA, F. S. *et al.* Avaliação da capacidade funcional em pacientes com artrite reumatoide: implicações para a recomendação de exercícios físicos. **Revista Brasileira de Reumatologia**, p. 1–17, 2014.
- DIAS, R. K. N. *et al.* Cluster-sets resistance training induce similar functional and strength improvements than the traditional method in postmenopausal and elderly women. **Experimental Gerontology**, v. 138, n. April, p. 111011, 2020.
- ENOKA, R. M. *et al.* Mechanisms that contribute to differences in motor performance between young and old adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 13, n. 1, p. 1–12, 2003.
- FAGERLUND, M. J.; ERIKSSON, L. I. Current concepts in neuromuscular transmission. **British Journal of Anaesthesia**, v. 103, n. 1, p. 108–114, 2009.
- FARIAS, D. L. *et al.* Reliability of Vertical Jump Performance evaluated with contact mat in elderly women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 33, n. 4, p. 288–292, 2013.
- GOLDING, L.; SINNING, W. Y's Way to Physical Fitness: The Complete Guide to Fitness Testing and Instruction: YMCA of the USA. **Champaign, IL**: Human Kinetics Publishers, 1989.
- GOMES, M. M. *et al.* Características cinemáticas e cinéticas do salto vertical: Comparação entre jogadores de futebol e basquetebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 4, p. 392–399, 2009.
- GRGIC, J. *et al.* Test-Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. **Sports medicine - open**, v. 6, n. 1, p. 31, jul. 2020.
- GUARIGLIA, D. A. *et al.* Avaliação da confiabilidade e usabilidade de três diferentes programas computacionais para a análise fotogramétrica do ângulo de flexão de quadril. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 18, n. 3, p. 247–251, 2011.
- GUEDES, D. P. *et al.* Atividade física habitual e aptidão física relacionada à saúde em adolescentes. **Rev. bras. ciênc. mov**, v. 10, n. 1, p. 13–21, 2002.
- HUNSICKER, P. A.; REIFF, G. G. AAHPER Youth Fitness Test Manual. **American Alliance for Health, Physical Education, and Recreation**. Washington, D.C., 1976.
- JARIC, S. Muscle strength testing: Use of normalisation for body size. **Sports Medicine**, v. 32, n. 10, p. 615–631, 2002.
- JEONG, S.-M. *et al.* Timed up-and-go test is a useful predictor of fracture incidence. **Bone**, v. 127, p. 474–481, jul. 2019.
- JOHNSON, B. L.; NELSON, J. K. **Practical Measurements for Evaluation in Physical Education**, 1969.
- JOHNSON, D. *et al.* relationship of lat-pull repetitions and pull-ups to maximal lat-pull and pull-up strength in men and women. **Journal of strength and conditioning Research**, v. 23, n. 3, p. 1022–1028, 2009.

- KOLLIAS, I.; PANOUTSAKOPOULOS, V.; PAPAIAKOVOU, G. Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical drop jumping from 60 centimeters. **Journal of strength conditioning research**, v. 18, n. 3, p. 50–546, 2004.
- KORDI, R. *et al.* Effect of abdominal resistance exercise on abdominal subcutaneous fat of obese women: a randomized controlled trial using ultrasound imaging assessments. **Journal of manipulative and physiological therapeutics**, v. 38, n. 3, p. 203–209, 2015.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, abr. 2004.
- LESNAK, J. *et al.* Validity of hand-held dynamometry in measuring quadriceps strength and rate of torque development. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 14, n. 2, p. 180–187, abr. 2019.
- LITTLE, T.; WILLIAMS, A. G. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2005.
- LOTURCO, I. *et al.* Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level sprint performance. **PloS one**, v. 13, n. 7, p. e0201475, 2018.
- MACKENZIE, B. **Quick feet test**.
- MAKHLOUF, I. *et al.* Combination of Agility and Plyometric Training Provides Similar Training Benefits as Combined Balance and Plyometric Training in Young Soccer Players. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 1611, 2018.
- MAYHEW, J. L. *et al.* Push-ups as a measure of upper body strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 1991.
- MIDDLETON, L. E.; YAFFE, K. Promising strategies for the prevention of dementia. **Archives of neurology**, v. 66, n. 10, p. 1210–1215, out. 2009.
- O'MALLEY, E. *et al.* Countermovement Jump and Isokinetic Dynamometry as Measures of Rehabilitation Status After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. **Journal of athletic training**, v. 53, n. 7, p. 687–695, jul. 2018.
- OLIVEIRA, P. C. A. Testes físicos para avaliação da agilidade: possibilidade de adaptação ao futebol. **Revista Brasileira de Futebol**, v. 8, n. 2, p. 65–76, 2017.
- POLLOCK, M. L. *et al.* The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. [S.l.: s.n.], 1998.
- PRESTES, J. *et al.* **Prescrição e periodização do treinamento de força em Academias**. 2ed. Barueri: Manole, 2015.
- RAMIREZ-CAMPILLO, R. *et al.* High-speed resistance training in elderly women: Effects of cluster training sets on functional performance and quality of life. **Experimental Gerontology**, v. 110, n. April, p. 216–222, 2018.

RICARDO, D. R.; ARAÚJO, C. G. S. DE. Teste de sentar-levantar: influência do excesso de peso corporal em adultos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 7, n. 2, p. 45–52, 2001.

RÖHRLE, O. *et al.* Multiscale modeling of the neuromuscular system: Coupling neurophysiology and skeletal muscle mechanics. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine**, v. 11, n. 6, p. 1–43, 2019.

SANDAU, I.; GRANACHER, U. Effects of the Barbell Load on the Acceleration Phase during the Snatch in Elite Olympic Weightlifting. **Sports (Basel, Switzerland)**, v. 8, n. 5, maio 2020.

SATTLER, T. *et al.* Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 6, p. 1532–1538, 2012.

SHADMEHR, R.; SMITH, M. A.; KRAKAUER, J. W. Error correction, sensory prediction, and adaptation in motor control. **Annual Review of Neuroscience**, v. 33, p. 89–108, 2010.

SHEPPARD, J. M.; YOUNG, W. B. Agility literature review: classifications, training and testing. **Journal of sports sciences**, v. 24, n. 9, p. 919–932, set. 2006.

SHIELDS, R. K. Muscular, skeletal, and neural adaptations following spinal cord injury. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 32, n. 2, p. 65–74, 2002.

SHIGEMURA, T. *et al.* Is a portable accelerometer-based navigation system useful in total hip arthroplasty? A systematic review and meta-analysis. **Orthopaedics & traumatology, surgery & research: OTSR**, v. 107, n. 1, p. 102742, fev. 2021.

SOPA, L. S.; DAN-ALEXANDRU, S. Testing Agility and Balance in Volleyball Game. **UNEFS Bucharest**, v. XI, n. 41, p. 167, 2015.

STEWART, P. F.; TURNER, A. N.; MILLER, S. C. Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests. **Scand J Med Sci Sports**, v. 24, p. 500–506, 2014.

VESCOVI, J. D.; MCGUIGAN, M. R. Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. **Journal of sports sciences**, v. 26, n. 1, p. 97–107, jan. 2008.

WILSON, G. J.; MURPHY, A. J. The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment. **Sports Medicine**, v. 22, n. 1, p. 19–37, 1996.