

Guia para Seleção de Exercícios Resistidos em Idosos

Cristiane Afonso
Alex Silva Ribeiro



IAEPETEL

INSTITUTO AVANÇADO DE ENSINO,
PESQUISA E TECNOLOGIA DE LONDRINA

PÓS-GRADUAÇÃO

Apresentação

Com o envelhecimento biológico ocorrem importantes modificações em diversos sistemas orgânicos, que podem influenciar a saúde e a aptidão físico-funcional do idoso. Dentre estas, podemos destacar, as importantes reduções na massa muscular esquelética e nos níveis de força muscular ^(1, 2). A aptidão neuromuscular é maximizada entre a segunda e terceira década de vida e se mantém relativamente estável ou diminui gradativamente ao longo dos próximos 20 anos, e a partir da sexta década de vida, a perda de força e massa muscular passa a ser exponencial atingindo uma taxa de declínio mais acentuada a cada década ⁽³⁻⁵⁾.

A força e a massa muscular são componentes fundamentais da aptidão física para a manutenção da saúde, funcionalidade e qualidade de vida, visto que níveis reduzidos desses atributos em idosos favorecem as quedas (6, 7), reduz o nível de autonomia funcional (8, 9) e estão associados com indicadores de síndrome metabólica (10). Portanto, os níveis de força e massa muscular são importantes preditores de longevidade em idosos ^(8, 11).



Uma outra consequência do envelhecimento é a tendência para o aumento dos depósitos de gordura, sobretudo, visceral ⁽¹²⁾, que ocorre em parte devido a redução da massa muscular e, conseqüentemente, redução da taxa metabólica em repouso ⁽¹³⁾. O excesso de gordura corporal visceral é um fator de risco para o desenvolvimento de diabetes, hipertensão arterial, doença coronariana, doença renal, osteoartrite, dislipidemias, doenças pulmonares, diversos tipos de câncer e problemas psicológicos ⁽¹⁴⁾.

Obesidade associada com baixos níveis de conteúdo mineral ósseo, massa e força muscular, resultam em uma condição denominada como síndrome da obesidade osteosarcopenica ^(15, 16). Essa síndrome está associada a maior risco para quedas ⁽¹⁷⁾, incapacidade física ⁽¹⁸⁾, redução na qualidade de vida ⁽¹⁹⁾ e osteoartrite de joelhos ⁽²⁰⁾. Para além do prejuízo causado por alterações negativas de cada componente, os desfechos negativos são potencializados com a combinação dessas desordens ⁽²¹⁾.

Ainda, o processo de envelhecimento guarda estreita relação com os fatores de risco à saúde, tais como aumento da resistência à insulina, intolerância à glicose, dislipidemia e inflamação crônica ⁽²²⁻²⁵⁾, alterações metabólicas que acabam predispondo o indivíduo idoso a um maior risco para o desenvolvimento de algumas doenças, com destaque para as doenças cardiovasculares ⁽²⁶⁾. Mais recentemente, especial atenção tem sido dispensada ao papel da inflamação no evento cardiovascular, uma vez que tanto o envelhecimento quanto o sedentarismo estão associados a produção endógena de citocinas pró-inflamatórias ^(23, 25), um fenômeno que acarreta estado inflamatório basal, sendo considerado um fator de risco independente para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares ⁽²⁷⁻²⁹⁾.

Portanto, o idoso, particularmente, sedentário encontra-se em um estado bastante delicado no que tange a suscetibilidade para o desenvolvimento, sobretudo, de doenças crônico-degenerativas e redução da capacidade funcional. Diante deste contexto, para atenuar ou reverter as disfunções relacionadas ao envelhecimento biológico, a prática regular de exercício físico tem sido encorajada para os idosos ⁽³⁰⁾. Dentre as diferentes formas de prática de exercício físico, o treinamento resistido, vem sendo recomendado para idosos por impactar, positivamente, a musculatura esquelética e a força muscular ^(24, 31). Além disso, a prática regular de treinamento resistido também induz a aumento da flexibilidade ⁽³²⁾; aumento da velocidade de caminhada ⁽³³⁾ e habilidades funcionais ⁽³⁴⁾; prevenção de lesões ^(35, 36); melhoria da estabilidade dinâmica e redução na incidência de quedas ⁽³⁵⁾; redução da gordura corporal ⁽³⁷⁾; aumento da densidade e do conteúdo mineral ósseo ^(38, 39); aumento da taxa metabólica de repouso ⁽⁴⁰⁾, melhoria da pressão arterial de repouso ⁽⁴¹⁾; melhoria do estado inflamatório ^(42, 43), melhoria de indicadores de síndrome metabólica ^(43, 44), melhoria dos indicadores de risco cardiovascular ⁽⁴⁵⁾, melhoria do estresse oxidativo ⁽⁴⁶⁾ e melhoria da integridade da membrana celular ⁽⁴⁷⁾.

As adaptações positivas proporcionadas pela prática regular do treinamento resistido estão associados à adequada seleção dos exercícios que irão compor uma rotina de treino ⁽⁴⁸⁾. Entretanto, existe uma escassez de material didático orientado ao profissional responsável pela prescrição do programa de treinamento no que tange a seleção dos exercícios que irão compor uma rotina de treinamento. As principais recomendações indicam somente que sejam realizados exercícios multiarticulares e monoarticulares em máquinas e pesos livres ⁽⁴⁸⁾. Entretanto, não especifica quais exercícios devem ser incluídos e se deve haver músculos prioritários.

Portanto, o presente produto teve como objetivo abordar diversos aspectos sobre como

selecionar os exercícios resistidos, focando nas necessidades do idoso, na eficácia para promoção da saúde, além dos aspectos de segurança e conforto dos exercícios. Espera-se que as informações produzidas contribuam para um melhor entendimento sobre quais os exercícios resistidos serão selecionados, servindo como subsídio para otimização das adaptações induzidas pela prática regular do treinamento resistido, e também para se conhecer meios de evitar lesões. Vale destacar que outros aspectos também importantes para prescrição do exercício como volume, intensidade, intervalo de recuperação, ação muscular, ordem dos exercícios, progressão, entre outros, não serão abordados nesse material.



Seleção dos exercícios

A seleção dos exercícios resistidos que irão compor a rotina de treino é uma importante tomada de decisão por parte do profissional de Educação Física para que o programa de treinamento resistido possa ter sucesso. Existe uma vasta gama de possibilidades de exercícios resistidos, logo, os fatores a serem levados em consideração para seleção dos exercícios passam pela análise das necessidades individuais de acordo com os objetivos, e deve se levar em conta, basicamente, três fatores: eficiência, segurança e conforto.

Com relação a eficiência, é verificar se o exercício selecionado possui ação efetiva sobre a musculatura pretendida. Entretanto, a tomada de decisão deve ir além da efetividade. O profissional também deve se pautar em algum potencial risco lesivo de cada exercício e, também, no conforto da execução, ou seja, em fatores que visam a segurança e melhora da aderência do indivíduo ao programa. Por exemplo, é possível que um determinado exercício (ou variação) aumente a ativação de um determinado grupo muscular, porém, paralelamente, também se aumenta o risco de lesão articular. Nesse caso será que o risco compensaria o benefício? O conforto é uma variável que poderá ter impacto na aderência do indivíduo, uma vez que utilizar algum exercício em que o praticante se sinta desconfortável ao executá-lo poderá reduzir a sua aderência ao programa, entretanto, é uma variável subjetiva, portanto será importante o feedback do aluno para verificar o conforto do exercício.

Máquinas e pesos livres

Quanto ao material a ser utilizado, os exercícios são classificados como pesos livre e máquinas. Os exercícios realizados com pesos livres (conjunto de barras, halteres e anilhas) normalmente permitem um movimento mais natural da articulação, ativam mais músculos estabilizadores e, em alguns casos, uma maior ativação da musculatura agonista. Por outro lado, exigem maior nível de equilíbrio e coordenação para realizar o movimento. Neste sentido, os exercícios realizados em máquinas facilitam a execução do movimento, uma vez que a trajetória já estará pré-definida.

Considerando que o idoso faz parte de uma população bastante heterogênea, muitos realizarão exercícios com pesos livres sem maiores dificuldades. Por outro lado, muitos terão dificuldade em realizar exercícios com pesos livres por terem pouca experiência com treinamento resistido, o equilíbrio prejudicado, baixos níveis de força e massa muscular para estabilização corporal, fragilidade, lesões, dores e desconforto articular e/ou déficit de coordenação motora. Por isso exercícios em máquinas específicas podem tornar a execução mais fácil e segura nestes casos. O Colégio Americano de Medicina do Esporte recomenda a utilização de ambos (pesos livres e máquinas) em rotinas de exercício resistido ⁽⁴⁹⁾, uma vez que combinação de ambos poderá otimizar os resultados.

Nível de status funcional

Indivíduos idosos possuem diferentes graus de dependência física. A Tabela 1 apresenta a classificação do estado funcional do idoso de acordo com o modelo proposto por Spirduso ⁽⁵⁰⁾.

Tabela 1 – classificação do estado funcional do idoso

Nível	Denominação	Características	Grau de dependência
1	Fisicamente dependente	Não realiza algumas ou todas ABVDs como andar, banhar-se, vestir-se, alimentar-se, transferir-se	Institucionalizados ou requerem cuidados contínuos
2	Fisicamente frágil	Realiza as ABVDs, mas não realiza algumas AIVDs como limpar a casa, preparar comida, fazer compras, manter contato com ambiente externo à casa	Depende de cuidados parciais de terceiros, principalmente para atividades mais intensas ou de grandes deslocamentos
3	Fisicamente independente, mas sedentário	Realiza todas as ABVDs e AIVDs mas a capacidade funcional é baixa, estando sujeito a perder a independência. Fazem trabalhos físicos leves (jardinagem), atividades físicas com baixa demanda de esforço (dança social, jogos de salão, golfe, viaja, dirige)	Independente
4	Fisicamente ativo (apto)	Exercita-se regularmente várias vezes na semana; possui capacidade funcional acima da média e aparenta ter menos idade que seus pares. Pode jogar e fazer esporte	Independente
5	Atletas de elite	Treina e compete regularmente, participa de esportes de alto risco /alta demanda física	Independente

Nota: ABVDs = Atividade básica da vida diária. AIVD = atividades instrumentais da vida diária. Adaptado de Spirduso (50).

De acordo com essa classificação, idosos de nível 1 e 2 terão mais dificuldades de realizar exercícios resistidos em centros tradicionais de treinamento físico. Logo, formas alternativas de exercício resistido devem ser utilizadas nesses casos. Portanto, esse material terá bastante utilidade para os idosos de nível 3, 4 e 5.

Exercícios para os membros inferiores

Ao selecionar exercícios para idosos, a atenção primária deve ser dada ao fortalecimento dos músculos de membros inferiores ⁽⁴⁸⁾, uma vez que a redução nos níveis de força e massa muscular relacionados com a idade são consideravelmente mais acentuadas nos membros inferiores em comparação aos membros superiores ⁽⁵⁾. Naturalmente, isso irá fazer com que o idoso tenha maior dificuldade para se movimentar, aumentando o esforço para tarefas como caminhar e levantar-se, logo, a tendência natural é se tornar menos ativo fisicamente. Esse cenário irá potencializar desfechos negativos relacionados com os baixos níveis de atividade física. Adicionalmente, isso irá se tornar um ciclo vicioso uma vez que baixos níveis de atividade física também reduzem os níveis de força e massa muscular ⁽⁵¹⁾. Portanto, os exercícios para membro inferior são vitais para idosos.

Dentre os exercícios para membros inferiores, o agachamento é considerado um dos principais exercícios ⁽⁵²⁾, pois permite o fortalecimento de músculos naturalmente envolvidos em atividades básicas como caminhar, sentar e levantar. Especificamente, esse exercício permite grande desenvolvimento dos quadríceps e glúteo máximo, por suas ações nas articulações de joelho e quadril, respectivamente. Além disso, este exercício também tem boa capacidade de ativação da musculatura do tronco ⁽⁵³⁾. Recentemente, alguns estudos vêm observando melhora na

capacidade funcional de mulheres idosas submetidas ao treinamento de agachamento (54, 55). A forma mais tradicional de realização do agachamento é com barra livre apoiada sobre a porção superior do trapézio (Figura 1).



Figura 1 – Agachamento com barra livre.

Nesses casos, quando o idoso não está apto para realizar adequadamente o agachamento, existe a possibilidade de variação para um exercício que proporcionará benefícios similares, porém com menos risco.

Uma alternativa será executar o agachamento em uma máquina Smith, isso reduz o grau de liberdade, uma vez que a trajetória já é pré-definida pela guia da máquina, exigindo menos equilíbrio por parte do praticante, tornando o movimento mais fácil comparado ao agachamento

Entretanto, apesar dos inúmeros benefícios, o agachamento com barra livre é um movimento complexo que exige articulações saudáveis, boa mobilidade de quadril e tornozelo, adequados níveis de equilíbrio e coordenação motora, para ser executado com boa técnica e segurança. Assim, nem todo idoso poderá realizar de forma adequada o movimento com barra livre, uma vez que algum destes pré-requisitos já pode estar comprometido pelo avançar da idade. Deste modo, a técnica de execução do agachamento ficará comprometida e por consequência, induzirá a erros de execução com potencial lesivo. Na prática, poucos idosos atenderão a estes pressupostos e irão conseguir realizar adequadamente o agachamento com barra livre com boa técnica e segurança.

com barra livre. Assim, pode ser interessante para aqueles que não têm coordenação para o agachamento livre e/ou aqueles que têm dificuldade em manter uma boa postura na barra livre. O movimento realizado em barra livre permite uma maior ativação muscular comparado ao agachamento realizado em máquina Smith ⁽⁵⁶⁾. Todavia, essa diferença de ativação parece não ser suficiente para induzir maiores ganhos de força e massa muscular ⁽⁵⁷⁾.

Importante destacar que tanto o agachamento com barra livre quanto em máquina Smith aumentarão a sobrecarga axial sobre a coluna vertebral, podendo não ser prudente a realização desses exercícios em idosos mais frágeis, com histórico de lesão na coluna vertebral, ou com desvio postural acentuado. Nesse sentido, outras formas alternativas de realizar o agachamento podem ser utilizadas, como, por exemplo, o agachamento com os halteres (Figura 2), que reduzirá significativamente a compressão sobre a coluna vertebral, uma vez que a carga não está posicionada sobre a mesma e irá trabalhar praticamente os mesmos músculos.



Figura 2 – Agachamento com halteres.

Em idosos mais frágeis ou com níveis muito baixos de força muscular (nível 2 e alguns de nível 3 da Tabela 1), o agachamento somente com o próprio peso corporal já será suficiente para produzir estímulos para induzir adaptações positivas. Neste caso, não sendo necessário nenhum equipamento adicional. No entanto, devido a níveis extremamente baixos de força muscular e/ou déficit de equilíbrio e coordenação, o auxílio do profissional responsável pelo exercício pode ser uma estratégia adotada para realizar o exercício.

O auxílio de um banco também pode auxiliar no aprendizado do movimento (Figura 3).



Figura 3 – Agachamento com auxílio.

De forma geral, a literatura científica indica que o agachamento é um exercício seguro e eficiente desde que realizado com carga compatível e boa técnica e o praticante não tenha alguma contraindicação médica ⁽⁵²⁾. Entretanto, alguns erros que podem ocorrer com maior frequência durante o agachamento e devem ser evitados são: inclinação exagerada do tronco à frente, alteração do alinhamento natural da coluna vertebral, e valgo dinâmico dos joelhos.

Outra alternativa é realização do agachamento *Hack* (Figura 4). A grande vantagem do agachamento *Hack* é a sustentação na coluna vertebral, uma vez que a coluna estará apoiada no encosto da máquina. Também é um exercício de mais fácil execução em comparação ao agachamento com barra livre, pois a trajetória já estará definida pela máquina.



Figura 4 – Agachamento *Hack*.

O *leg press* 45° (Figura 5) é um exercício que proporciona o mesmo movimento articular de joelho e quadril comparado ao agachamento, portanto, também ativará de forma eficiente quadríceps e glúteo máximo ⁽⁵⁸⁻⁶⁰⁾. Esse exercício tem como grande vantagem a redução da carga axial diretamente sobre a coluna vertebral. Isso posto, pessoas com dores lombares, desvio acentuado, ou com histórico de problemas na coluna vertebral terão menor desconforto ao realizar esse exercício.



Figura 5 – *Leg press* 45°.

Durante o agachamento e o *leg press* a atividade dos vastos é consideravelmente maior do que a do reto femoral ^(52, 61-63). Isso ocorre devido à natureza do reto femoral que é uma cabeça biarticular, ou seja, além da articulação do joelho também cruza a articulação do quadril. Isso faz com que o reto femoral não seja um forte extensor do joelho quando o quadril estiver flexionado, desta forma o reto femoral pode apresentar um déficit de desenvolvimento quando comparado aos vastos ^(64, 65).

O reto femoral é, além de um extensor de joelho, um flexor do quadril e possui um movimento muito importante durante o ciclo da caminhada e para o equilíbrio postural. Desta forma, exercícios complementares devem ser

incluídos no sentido de melhor ativar o reto femoral. Neste sentido a cadeira extensora (Figura 6) favorece maior ativação e desenvolvimento do reto femoral em comparação aos exercícios multiarticulares ^(63, 66).



Figura 6 – Cadeira extensora.

Na cadeira extensora, o pico de ativação do quadríceps ocorre próximo a máxima de extensão do joelho ^{(67) (24)}, entretanto, os ângulos próximos a este ponto também são os de maior força compressiva e de cisalhamento no joelho ^(67, 68). Logo, alguns casos em que já exista uma lesão, será prudente evitar o ponto de maior extensão do joelho. Ainda, a cadeira extensora é um exercício de fácil execução por ser um monoarticular e realizado em máquina.

A extensão do quadril é um movimento muito importante para várias atividades básicas do dia a dia, como caminhar, sentar e levantar ^(69, 70), sendo o glúteo máximo e os isquiotibiais os principais músculos extensores do quadril. Com relação ao glúteo máximo, esse músculo será ativado de forma satisfatória no agachamento e suas variações e,

também, no leg press, todavia, os músculos isquiotibiais são ativados de forma moderada nesses exercícios ^(52, 71). Tal fator está associado à natureza biarticular dos músculos isquiotibiais, que tem atividade reduzida para extensão do quadril com os joelhos flexionados. A médio e a longo prazo haverá um menor desenvolvimento dos músculos isquiotibiais em relação ao quadríceps ^(65, 72). Especificamente com idoso, Orssatto et al. ⁽⁷³⁾ reportaram que após 12 semanas de treinamento

com o exercício *leg press*, foi observado aumento da força de extensão de joelhos, mas não houve aumento da força de flexão de joelhos. Portanto, coletivamente esses achados indicam que os exercícios multiarticulares não serão suficientes para promover adaptações positivas sobre os isquiotibiais. Nesse sentido, exercícios específicos para os isquiotibiais devem ser incluídos em uma sessão de exercícios resistidos para idosos, como por exemplo, mesa flexora (Figura 7) e *stiff* (Figura 8).



Figura 7 – Mesa flexora.



Figura 8 – *Stiff*.

A mesa flexora é um exercício monoarticular realizado em máquina, o que significa ser de mais fácil execução. Por outro lado, o *stiff* é um exercício em que pode ocorrer um desalinhamento da coluna vertebral, portanto a amplitude ideal é a que o praticante execute o exercício

mantendo o alinhamento natural da coluna vertebral. Além disso, vale destacar que a sobrecarga aplicada sobre a coluna vertebral no stiff é perpendicular, o que induz a cisalhamento, sendo esse o tipo de sobrecarga com grande potencial de lesão para a coluna vertebral ⁽⁷⁴⁾, o que implica que uma certa cautela deva ser adotada ao se utilizar o *stiff*.

O gastrocnêmio e o sóleo são músculos da região posterior da perna que coletivamente são denominados como tríceps sural. Essa musculatura é responsável por movimentos de flexão plantar, possuem participação no ciclo da caminhada e auxiliam no equilíbrio, sendo a primeira estratégia para reestabelecimento do equilíbrio postural na posição em pé. A flexão plantar em pé



Figura 9 – Flexão plantar em pé.



Figura 10 – Flexão plantar sentada.

(Figura 9) deixa o gastrocnêmio em ótima condição de ativação. Alternativamente, realizar o movimento de flexão plantar sentada (Figura 10), por ser realizada com os joelhos flexionados, reduzirá a ativação do gastrocnêmio ⁽⁷⁵⁾, uma vez que este é um músculo biarticular que cruza tanto a articulação do tornozelo quanto do joelho.

O glúteo médio e o glúteo mínimo são importantes abdutores do quadril, por isso são importantes para estabilizar o membro inferior

durante a caminhada, evitando, por exemplo, o valgo dinâmico e principalmente a queda unilateral do quadril, que acaba comprometendo a marcha, e aumentando o risco de quedas ⁽⁷⁶⁻⁷⁸⁾. Estudos demonstram que o enfraquecimento de glúteo médio está associado a dor no joelho e osteoartrite ^(79, 80). Para o fortalecimento desses músculos, exercícios específicos de abdução do quadril são necessários. Neste sentido, a cadeira abduutora (Figura 11) é um exercício bastante utilizado.

Por sua vez, os músculos adutores também são importantes para manter uma boa estabilização do quadril, ainda, também tem um papel importante associado a musculatura do períneo



Figura 11 – Abdução de quadril.



Figura 12 – Adução de quadril.

na prevenção da incontinência urinária (perda involuntária de urina) de idosos. O fortalecimento dos adutores de quadril poderá ser feito em uma cadeira adutora (Figura 12).

Exercícios para região superior do corpo

Os músculos de membros superiores são importantes para realização de atividades instrumentais do dia a dia como, tomar banho, trocar de roupa, alimentar-se, higiene pessoal, cozinhar, entre outras ^(81, 82). A literatura científica indica uma associação entre a incapacidade para realização dessas tarefas com elevado risco de morte prematura ^(83, 84).

Das articulações da região superior do corpo, a glenoumeral é uma articulação de amplo movimento e fundamental para realização de atividades instrumentais. Os principais músculos envolvidos nos movimentos dessa articulação são o peitoral maior, latíssimo do dorso e o deltoide.

O peitoral maior é ativado de forma ótima em movimento de adução de ombro no plano transversal. Logo, o exercício supino (Figura 13) é uma boa opção para ativação do peitoral maior, além disso, também possui ativação considerável da porção anterior do deltoide, ainda, também exige uma ação do tríceps braquial para a extensão do cotovelo. A versão tradicional do supino é realizada com barra, essa forma exige um adequado nível de equilíbrio e coordenação motora. No caso de o idoso não ter esses atributos satisfatórios para executar o movimento de forma adequada, a utilização de uma máquina (Figura 14) é uma alternativa bastante interessante por exigir menor nível de coordenação motora e equilíbrio durante a execução.

O movimento completo no supino, ou seja, com a barra se aproximando ou tocando levemente o esterno, irá induzir a melhores resultados ⁽⁸⁵⁾. Entretanto, considerando que alguns idosos possuem limitações articulares, uma análise individual será necessária para determinar se o idoso irá realizar o movimento completo ou será limitada a amplitude devido a algum problema articular já pré-estabelecido.



Figura 13 – Supino com barra livre.



Figura 14 – *Supino na máquina.*

Os músculos das costas permitem realização de movimentos nos três planos, especificamente o músculo latíssimo do dorso é bem estimulado com adução de ombro no plano frontal (86). Desta forma, a puxada alta (Figura 15) é uma boa escolha para ativar o latíssimo do dorso. Ainda, a puxada alta ativará também o redondo maior, e as fibras inferiores do trapézio também irão participar para retração e depressão da escápula. Para realizar o exercício também será necessária uma flexão de cotovelo, logo os músculos bíceps braquial, braquial e braquioradial também terão participação importante nesse exercício.



Figura 15 – Puxada alta.

Contudo, na puxada alta, durante a fase excêntrica irá, necessariamente, ocorrer uma abdução de ombro acima de 90 graus. Condição que reduz o espaço subacromial, especialmente se for combinado com uma rotação interna dos ombros, levando as estruturas compreendidas neste espaço a ficarem comprimidas, atriando e impactando a bursa, os tendões do manguito rotador entre a cabeça do úmero e o acrômio, sendo que a exposição repetida irá induzir a um risco de lesão. Não obstante, pessoas que já tenham disfunções na articulação do ombro (exemplo: bursite e tendinite) poderão apresentar desconforto e dificuldade para execução desse exercício.

Além disso, os músculos da região média/alta das costas (músculos trapézio e romboides) não serão estimulados de forma satisfatória na puxada alta. Neste sentido, movimentos no plano sagital, como a remada sentada (no *pulley* baixo ou na máquina) ou remada curvada com barra serão ótimas escolhas de exercício. A remada sentada (Figura 16) permite um movimento de extensão de ombro no plano sagital, ação no qual o latíssimo do dorso também é um importante motor, além de que o deltoide posterior e redondo menor auxiliarão na extensão de ombro. A remada também permite maior amplitude na retração da escápula, movimento que será realizado pelo trapézio, sobretudo as fibras mediais, e pelos romboides. Na realização do exercício na polia baixa é importante manter o alinhamento da coluna vertebral, isso exige ação dos músculos eretores da espinha para estabilização da coluna vertebral, ainda o glúteo máximo

também será ativado para estabilização do quadril. Para realização da remada também é necessária uma flexão de cotovelo, portanto também permite a ativação dos músculos responsáveis por este movimento (bíceps braquial, braquial e braquioradial). Alterar a pegada de supinada para pronada afetará a ação dos flexores do cotovelo, sendo a pegada supinada com maior ação do bíceps braquial e a pegada pronada com maior ação do braquioradial.

Alguns idosos poderão ter dificuldade para manter a coluna vertebral alinhada durante a remada exercício. Neste sentido, o exercício poderá ser realizado em uma máquina que possui apoio para a parte anterior do tronco, o que facilita o movimento, porém reduz a ação dos músculos eretores da espinha. Ao realizar o exercício em uma máquina com apoio para o tronco, um ponto a ser considerado em indivíduos com alguma lesão no ombro é o ajuste do equipamento, já que se o assento do executante estiver muito elevado (fazendo com que os joelhos estejam com menos de que 90 graus de flexão), conseqüentemente, o suporte frontal de apoio do tronco estará mal ajustado ao ponto de que o indivíduo tenda a realizar uma leve inclinação anterior do tronco, induzindo a articulação do ombro a apresentar maior grau de flexão ao final da fase excêntrica, e essa posição aumentará o impacto na articulação ⁽⁸⁷⁾. Para amenizar, o assento e o apoio frontal devem ser ajustados para que o joelho e o quadril fiquem a aproximadamente 90 graus de flexão ⁽⁸⁷⁾.



Figura 16 – Remada sentada.



Figura 17 – Remada curvada.

Alternativamente, a remada também pode ser realizada com pesos livres (Figura 17). Embora seja uma variação bastante efetiva e de baixo custo, esta variação exigirá maior consciência corporal para realização do exercício com técnica correta, especialmente para manter o alinhamento da coluna vertebral. Logo, muitos idosos terão dificuldade para executar de forma correta e confortavelmente essa variação.

O músculo deltoide é bastante versátil e importante para mobilidade da articulação do ombro. A porção anterior do deltoide é bastante ativada durante o supino, enquanto a porção posterior do deltoide é ativada durante a remada, desta forma os exercícios específicos devem focar na

porção medial do deltoide. Nesse sentido, o levantamento lateral (abdução de ombro no plano frontal) é um exercício eficiente para ativação dessa porção do deltoide (Figura 18). Vale ressaltar que se deve manter uma pegada pronada (palmas das mãos para baixo), para enfatizar a ação da porção medial do deltoide. Além disso, como a prevalência de dor no ombro aumenta com a idade ⁽⁸⁸⁾, executar o levantamento lateral no plano escapular pode reduzir algum possível desconforto com esse exercício.



Figura 18 – Remada curvada.

O exercício desenvolvimento (Figura 19) é bastante comum em rotinas de treinamento resistido para fortalecimento do deltoide. Entretanto para realizar o desenvolvimento será necessária uma rotação externa do ombro, o que irá fazer com que as fibras da porção anterior do deltoide se coloquem em uma melhor posição de ação contra a resistência, ao passo que esta rotação externa do ombro irá reduzir a ativação das fibras mediais do deltoide ⁽⁸⁹⁾. Vale lembrar que as fibras anteriores do deltoide já serão bastante solicitadas no supino. Além disso, para executar o desenvolvimento, será necessária uma abdução de ombros acima de 90 graus, fazendo com que a região lateral do úmero passe a ter maior contato com a articulação acrômio-clavicular. Esse contato irá incidir diretamente em aumento de estresse mecânico, que é potencializado pela sobrecarga externa, o que pode causar processo inflamatório quando tal execução é aplicada de forma contínua. Portanto, alguns idosos terão bastante desconforto ao realizar este exercício.



Figura 19 – Desenvolvimento.

A articulação glenoumeral permite movimentos amplos, porém é uma articulação instável, e o mecanismo para manter a estabilidade dinâmica dessa articulação é a partir da ação do conjunto de músculos denominados de manguito rotador (supraespinhal, infraespinhal, subescapular e redondo menor). Além da estabilidade dinâmica, esses músculos são responsáveis pela rotação interna e externa do ombro. Embora exercícios multiarticulares possam promover o fortalecimento



Figura 20 – Rotação externa na polia.



Figura 21 – Rotação interna na polia.

dos músculos do manguito rotador ⁽⁹⁰⁾, exercício específico de rotação externa do ombro com utilização da polia (Figura 20) poderá ser utilizado para trabalhar os músculos infraespinhal e redondo menor, enquanto o movimento de rotação interna (Figura 21) solicitará ação do subescapular.

Os músculos responsáveis pela flexão e extensão do cotovelo serão trabalhados em exercícios multiarticulares utilizados para o fortalecimento do tronco. Por exemplo, o supino irá exigir ação do tríceps braquial para extensão do cotovelo, ao passo que a remada e a puxada alta irão solicitar os flexores de cotovelo (bíceps braquial, braquial e braquiorradial) durante o movimento. Até certo ponto, esta participação é capaz de induzir a adaptações positivas no que tange ao aumento de força e massa muscular dos músculos flexores e extensores do cotovelo. Porém a adição de exercícios monoarticulares, que irão trabalhar os músculos de forma mais isolada como rosca direta e tríceps na polia, podem induzir a resultados superiores quando comparados



Figura 22 – Rosca direta.



Figura 23 – Tríceps na polia.

ao decidir incluir, ou não, os exercícios monoarticulares de flexão de extensão de cotovelo.

a somente os exercícios multiarticulares (supino e remada) para movimentos importantes do dia a dia como a força de preensão manual e resistência muscular de flexão de cotovelos ⁽⁹¹⁾. Portanto uma análise individual deve ser levada em consideração para incluir os exercícios isolados de extensão e flexão de cotovelo. Por exemplo, os indivíduos com baixo nível de força nos músculos flexores e extensores de cotovelo, ao ponto de terem atividades diárias ou instrumentais do dia a dia prejudicadas, podem se beneficiar com exercícios isolados como rosca direta (Figura 22) e tríceps na polia (Figura 23). A disponibilidade de tempo do indivíduo também é um fator que deve ser levado em consideração

O envelhecimento induz a alterações no alinhamento sagital da coluna vertebral, como aumento da curvatura cifótica e redução na lordose lombar ⁽⁹²⁾. Tais alterações são, pelo menos em parte, relacionadas ao enfraquecimento dos músculos responsáveis pela manutenção da postura ⁽⁹³⁾. Os músculos abdominais fazem parte da região ântero-lateral do tronco, incluindo o reto abdominal, transverso do abdome, oblíquos internos e oblíquos externos, e de maneira

geral, são músculos abdominais são essenciais para estabilização da coluna vertebral, sobretudo a região lombar, sendo importantes para a manutenção de uma boa postura. Esses músculos, quando enfraquecidos, estão associados a dores na região lombar ⁽⁹⁴⁾, logo, o fortalecimento desses músculos é recomendado pelo potencial em aliviar dores na região lombar ⁽⁹⁵⁾. Além disso são importantes para sustentação das vísceras evitando a protrusão abdominal e, também, importantes para o equilíbrio sobretudo em indivíduos idosos.



Figura 24 – Abdominal reto.

A principal função do reto abdominal é realizar a flexão do tronco, movimento que aproxima o tórax da região pubiana flexionando a coluna vertebral. Desta forma, os exercícios básicos de flexão do tronco (Figura 24) serão importantes para o fortalecimento deste músculo.

Os oblíquos auxiliam o reto abdominal no movimento de flexão do tronco, porém os oblíquos também são importantes nos movimentos rotacionais do tronco e na inclinação lateral da coluna. Porém, vale destacar que os movimentos rotacionais irão impor maior estese sobre os discos intervertebrais.

Entretanto, muitos idosos podem ter dificuldade de executar o exercício abdominal



Figura 25 – Prancha.

Idosos com baixos níveis de força muscular, poderão apresentar dificuldade em realizar este exercício. Uma alternativa para facilitar a execução é realizar o exercício com o apoio de um banco, porque aumentando a altura do apoio para o braço tornará mais fácil o exercício (Figura 26).



Figura 26 – Prancha com apoio no banco

flexionando a coluna vertebral. Alternativamente, exercícios isométricos como a prancha será um exercício interessante para ativação da musculatura abdominal (Figura 25).

Exercícios em pé ou sentado

Alguns exercícios podem ser realizados na posição em pé ou sentada (ex: desenvolvimento, levantamento lateral, rosca alternada, entre outros). Ao decidir sobre esta questão, é importante considerar o estresse imposto sobre a coluna vertebral, sobretudo em indivíduos com alguma disfunção lombar.

Ao executar um determinado exercício em pé, os pontos de dissipação de carga serão as curvaturas fisiológicas naturais da coluna vertebral e os membros inferiores ⁽⁹⁶⁾, entretanto ao realizar o mesmo movimento sentado, os pontos de dissipação da carga diminuem. Portanto, a posição sentada aumenta a sobrecarga imposta sobre a coluna lombar. Por outro lado, os movimentos em pé podem exigir um maior nível de coordenação e equilíbrio, sendo que os idosos com grande déficit de equilíbrio postural terão maior dificuldade em realizar o movimento com técnica correta.

A escolha pela execução sentado ou em pé irá depender de alguns fatores. Primeiramente, a correta execução do exercício. No caso de o sujeito realizar o movimento, adequadamente, em ambas posições se sugere a posição em pé. Ao realizar os exercícios em pé, a base de apoio deve ser com afastamento lateral dos pés, aproximadamente na largura do quadril, isso irá melhorar o equilíbrio por aumentar a base de sustentação. Ainda, pode-se realizar um afastamento anteroposterior dos pés com a mesma base de apoio (largura do quadril), pois isto irá atenuar deslocamento anterior da coluna. Outro fator a ser considerado é a altura do centro de gravidade em relação a base de apoio, na posição em pé os joelhos devem estar levemente flexionados, pois isto aproximará o centro de gravidade da base de apoio, proporcionando maior equilíbrio ao corpo.

Considerações finais

A tomada de decisão sobre quais exercícios irão compor uma rotina de treinamento resistido deve ser pautada em vários fatores que levem em consideração as necessidades do idoso, a segurança, a eficiência e o conforto dos exercícios. Nesse sentido, esperamos que este produto possa oferecer informações que irão subsidiar o profissional de Educação Física ao selecionar os exercícios que irão compor uma rotina de treinamento resistido em indivíduos idosos.



Alex Silva Ribeiro

- Doutor em Educação Física.
- Professor e pesquisador do Programa de Doutorado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde - UNOPAR.
- Integrante do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GEPEMENE).



Cristiane Afonso

- Graduação em Educação Física - Universidade Norte do Paraná – UNOPAR
- Mestrado Profissional em Exercício Físico na Promoção da Saúde - Universidade Norte do Paraná – UNOPAR



Referências

1. Manini TM, Clark BC. Dynapenia and aging: an update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;67(1):28-40.
2. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31.
3. Hughes VA, Frontera WR, Wood M, Evans WJ, Dallal GE, Roubenoff R, et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(5):B209-17.
4. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr*. 2009;90(6):1579-85.
5. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol (1985)*. 2000;89(1):81-8.
6. Pizzigalli L, Filippini A, Ahmaidi S, Jullien H, Rainoldi A. Prevention of falling risk in elderly people: the relevance of muscular strength and symmetry of lower limbs in postural stability. *J Strength Cond Res*. 2011;25(2):567-74.
7. Richardson JK, Demott T, Allet L, Kim H, Ashton-Miller JA. Hip strength: ankle proprioceptive threshold ratio predicts falls and injury in diabetic neuropathy. *Muscle Nerve*. 2014;50(3):437-42.
8. Kelley GA, Kelley KS. Is sarcopenia associated with an increased risk of all-cause mortality and functional disability? *Exp Gerontol*. 2017;96:100-3.

9. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(5):889-96.
10. Sayer AA, Syddall HE, Dennison EM, Martin HJ, Phillips DI, Cooper C, et al. Grip strength and the metabolic syndrome: findings from the Hertfordshire Cohort Study. *QJM.* 2007;100(11):707-13.
11. Srikanthan P, Karlamangla AS. Muscle mass index as a predictor of longevity in older adults. *Am J Med.* 2014;127(6):547-53.
12. Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *Am J Clin Nutr.* 2010;91(4):1123S-7S.
13. Piers LS, Soares MJ, McCormack LM, O'Dea K. Is there evidence for an age-related reduction in metabolic rate? *J Appl Physiol (1985).* 1998;85(6):2196-204.
14. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(2):459-71.
15. Ilich JZ, Kelly OJ, Inglis JE, Panton LB, Duque G, Ormsbee MJ. Interrelationship among muscle, fat, and bone: connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. *Ageing Res Rev.* 2014;15:51-60.
16. Ormsbee MJ, Prado CM, Ilich JZ, Purcell S, Siervo M, Folsom A, et al. Osteosarcopenic obesity: the role of bone, muscle, and fat on health. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2014;5(3):183-92.

17. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cristini C, Abellan van Kan G, Janssen I, Morley JE, et al. Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS (EPIDemiologie de l'OSteoporose) Study. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(6):1895-900.
18. Baumgartner RN, Wayne SJ, Waters DL, Janssen I, Gallagher D, Morley JE. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res.* 2004;12(12):1995-2004.
19. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008;11(6):693-700.
20. Lee S, Kim TN, Kim SH. Sarcopenic obesity is more closely associated with knee osteoarthritis than is nonsarcopenic obesity: a cross-sectional study. *Arthritis Rheum.* 2012;64(12):3947-54.
21. Ilich JZ, Inglis JE, Kelly OJ, McGee DL. Osteosarcopenic obesity is associated with reduced handgrip strength, walking abilities, and balance in postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 2015;26(11):2587-95.
22. Paula CC, Cunha RM, Tufamin AT. Análise do impacto do treinamento resistido no perfil lipídico de idosos. *R Bras Ci e Mov.* 2014;22(1):150-6.
23. Donato AJ, Morgan RG, Walker AE, Lesniewski LA. Cellular and molecular biology of aging endothelial cells. *J Mol Cell Cardiol.* 2015.
24. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.

25. Peake J, Della Gatta P, Cameron-Smith D. Aging and its effects on inflammation in skeletal muscle at rest and following exercise-induced muscle injury. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2010;298(6):R1485-95.
26. Zaslavsky C, Gus I. The elderly. Heart disease and comorbidities. *Arq Bras Cardiol*. 2002;79(6):635-9.
27. Calle MC, Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract*. 2010;4(4):259-69.
28. Soares FH, de Sousa MB. Different types of physical activity on inflammatory biomarkers in women with or without metabolic disorders: a systematic review. *Women Health*. 2013;53(3):298-316.
29. Buresh R, Berg K. Role of exercise on inflammation and chronic disease. *Strength & Conditioning Journal*. 2014;36(4):87-93.
30. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(7):1510-30.
31. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, et al. Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res*. 2019;33(8):2019-52.
32. Carneiro NH, Ribeiro AS, Nascimento MA, Gobbo LA, Schoenfeld BJ, Achour Junior A, et al. Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. *Clin Interv Aging*. 2015;10:531-8.

33. Santos L, Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Nascimento MA, Tomeleri CM, Souza MF, et al. The improvement in walking speed induced by resistance training is associated with increased muscular strength but not skeletal muscle mass in older women. *Eur J Sport Sci*. 2017;17(4):488-94.
34. Gerage AM, Januário RSB, Nascimento MA, Pina FLC, Cyrino ES. Impact of 12 weeks of resistance training on physical and functional fitness in elderly women. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. 2013;15:145-54.
35. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2007;116(5):572-84.
36. Hochberg MC, Altman RD, April KT, Benkhalti M, Guyatt G, McGowan J, et al. American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2012;64(4):465-74.
37. Cunha PM, Ribeiro AS, Tomeleri CM, Schoenfeld BJ, Silva AM, Souza MF, et al. The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women. *J Sports Sci*. 2018;36(14):1564-71.
38. Korpelainen R, Keinanen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Vaananen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int*. 2006;17(1):109-18.
39. Guadalupe-Grau A, Fuentes T, Guerra B, Calbet JA. Exercise and bone mass in adults. *Sports Med*. 2009;39(6):439-68.

40. Hunter GR, Wetzstein CJ, Fields DA, Brown A, Bamman MM. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol* (1985). 2000;89(3):977-84.
41. Tomeleri CM, Marcori AJ, Ribeiro AS, Gerage AM, Padilha CS, Schiavoni D, et al. Chronic blood pressure reductions and increments in plasma nitric oxide bioavailability. *Int J Sports Med*. 2017;38(4):290-9.
42. Ribeiro AS, Tomeleri CM, Souza MF, Pina FL, Schoenfeld BJ, Nascimento MA, et al. Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. *Age (Dordr)*. 2015;37(6):109.
43. Tomeleri CM, Ribeiro AS, Souza MF, Schiavoni D, Schoenfeld BJ, Venturini D, et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol*. 2016.
44. Tomeleri CM, Souza MF, Burini RC, Cavaglieri CR, Ribeiro AS, Antunes M, et al. Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: A randomized controlled trial. *J Diabetes*. 2018;10(4):328-37.
45. Cunha PM, Ribeiro AS, Nunes JP, Tomeleri CM, Nascimento MA, Moraes GK, et al. Resistance training performed with single-set is sufficient to reduce cardiovascular risk factors in untrained older women: The randomized clinical trial. *Active Aging Longitudinal Study. Arch Gerontol Geriatr*. 2018;81:171-5.
46. Padilha CS, Ribeiro AS, Fleck SJ, Nascimento MA, Pina FL, Okino AM, et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. *Age (Dordr)*. 2015;37(5):104.
47. Souza MF, Tomeleri CM, Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Silva AM, Sardinha LB, et al. Effect of resistance

training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(11):1308-16.

48. Ribeiro AS, Nunes JP, Schoenfeld BJ. Selection of resistance exercises for older individuals: the forgotten variable. *Sports Med*. 2020;50(6):1051-7.
49. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687-708.
50. Spirduso W. *Dimensões físicas do envelhecimento*. São Paulo: Editora Manole; 2005.
51. Brady AO, Straight CR, Evans EM. Body composition, muscle capacity, and physical function in older adults: an integrated conceptual model. *J Aging Phys Act*. 2014;22(3):441-52.
52. Schoenfeld BJ. Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. *J Strength Cond Res*. 2010;24(12):3497-506.
53. Aspe RR, Swinton PA. Electromyographic and kinetic comparison of the back squat and overhead squat. *J Strength Cond Res*. 2014;28(10):2827-36.
54. Lima AB, Bezerra ES, Orssatto LBR, Vieira EP, Picanco LAA, Dos Santos JOL. Functional resistance training can increase strength, knee torque ratio, and functional performance in elderly women. *J Exerc Rehabil*. 2018;14(4):654-9.
55. Bezerra ES, Pinto S, Nogueira T, Mendes L, Avelino A, Streit IA, et al. Changes neuromuscular and functional performance of elderly after velocity-based resistance training. *Swedish Journal of Scientific Research*. 2019;6(1):23-8.

56. Schwanbeck S, Chilibeck PD, Binsted G. A comparison of free weight squat to Smith machine squat using electromyography. *J Strength Cond Res.* 2009;23(9):2588-91.
57. Saeterbakken AH, Olsen A, Behm DG, Bardstu HB, Andersen V. The short- and long-term effects of resistance training with different stability requirements. *PLoS One.* 2019;14(4):e0214302.
58. Popov DV, Tsvirkun DV, Natreba AI, Tarasova OS, Prostova AB, Larina IM, et al. [Hormonal adaptation determines the increase in muscle mass and strength during low-intensity strength training without relaxation]. *Fiziol Cheloveka.* 2006;32(5):121-7.
59. Da Silva EM, Brentano MA, Cadore EL, De Almeida AP, Krueel LF. Analysis of muscle activation during different leg press exercises at submaximum effort levels. *J Strength Cond Res.* 2008;22(4):1059-65.
60. Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Uchida Y, Iida H, Meguro M, et al. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24(5):799-806.
61. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE, Barrentine SW, Andrews JR, et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(9):1552-66.
62. McCaw ST, Melrose DR. Stance width and bar load effects on leg muscle activity during the parallel squat. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(3):428-36.
63. Ema R, Sakaguchi M, Akagi R, Kawakami Y. Unique activation of the quadriceps femoris during single- and multi-joint exercises. *Eur J Appl Physiol.* 2016;116(5):1031-41.

64. Earp JE, Newton RU, Cormie P, Blazevich AJ. Inhomogeneous quadriceps femoris hypertrophy in response to strength and power training. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(11):2389-97.
65. Kubo K, Ikebukuro T, Yata H. Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. *Eur J Appl Physiol.* 2019;119(9):1933-42.
66. Ema R, Wakahara T, Miyamoto N, Kanehisa H, Kawakami Y. Inhomogeneous architectural changes of the quadriceps femoris induced by resistance training. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(11):2691-703.
67. Wilk KE, Escamilla RF, Fleisig GS, Barrentine SW, Andrews JR, Boyd ML. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. *Am J Sports Med.* 1996;24(4):518-27.
68. Zheng N, Fleisig GS, Escamilla RF, Barrentine SW. An analytical model of the knee for estimation of internal forces during exercise. *J Biomech.* 1998;31(10):963-7.
69. Ericson MO, Nisell R, Ekholm J. Quantified electromyography of lower-limb muscles during level walking. *Scand J Rehabil Med.* 1986;18(4):159-63.
70. Mills K, Hunt MA, Leigh R, Ferber R. A systematic review and meta-analysis of lower limb neuromuscular alterations associated with knee osteoarthritis during level walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2013;28(7):713-24.
71. Wright GA, DeLong TH, Gehlsen G. Electromyographic activity of the hamstrings during performance of the leg curl, stiff-leg deadlift, and back squat movements. *J Strength Cond Res.* 1999;13(2):168-74.
72. Illera-Dominguez V, Nuell S, Carmona G, Padulles JM, Padulles X, Lloret M, et al. Early functional

and morphological muscle adaptations during short-term inertial-squat training. *Front Physiol.* 2018;9:1265.

73. Orssatto LBR, Moura BM, Sakugawa RL, Radaelli R, Diefenthaler F. Leg press exercise can reduce functional hamstring:quadriceps ratio in the elderly. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(3):592-7.
74. Lu WW, Luk KD, Holmes AD, Cheung KM, Leong JC. Pure shear properties of lumbar spinal joints and the effect of tissue sectioning on load sharing. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(8):E204-9.
75. Trappe TA, Raue U, Tesch PA. Human soleus muscle protein synthesis following resistance exercise. *Acta Physiol Scand.* 2004;182(2):189-96.
76. Neumann DA. Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(2):82-94.
77. Flack NA, Nicholson HD, Woodley SJ. The anatomy of the hip abductor muscles. *Clin Anat.* 2014;27(2):241-53.
78. Kim D, Unger J, Lanovaz JL, Oates AR. The relationship of anticipatory gluteus medius activity to pelvic and knee stability in the transition to single-leg stance. *PM R.* 2016;8(2):138-44.
79. Brindle TJ, Mattacola C, McCrory J. Electromyographic changes in the gluteus medius during stair ascent and descent in subjects with anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11(4):244-51.
80. Cowan SM, Crossley KM, Bennell KL. Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain. *Br J Sports Med.* 2009;43(8):584-8.

81. McGrath RP, Kraemer WJ, Snih SA, Peterson MD. Handgrip strength and health in aging adults. *Sports Med.* 2018;48(9):1993-2000.
82. McGrath RP, Clark BC, Erlandson KM, Herrmann SD, Vincent BM, Hall OT, et al. Impairments in individual autonomous living tasks and time to self-care disability in middle-aged and older adults. *J Am Med Dir Assoc.* 2019;20(6):730-5 e3.
83. Majer IM, Nusselder WJ, Mackenbach JP, Klijs B, van Baal PH. Mortality risk associated with disability: a population-based record linkage study. *Am J Public Health.* 2011;101(12):e9-15.
84. McGrath RP, Vincent BM, Lee IM, Kraemer WJ, Peterson MD. Handgrip strength, function, and mortality in older adults: a time-varying approach. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(11):2259-66.
85. Massey CD, Vincent J, Maneval M, Johnson JT. Influence of range of motion in resistance training in women: early phase adaptations. *J Strength Cond Res.* 2005;19(2):409-11.
86. Signorile JF, Zink AJ, Szwed SP. A comparative electromyographical investigation of muscle utilization patterns using various hand positions during the lat pull-down. *J Strength Cond Res.* 2002;16(4):539-46.
87. Lantz J, McNamara S. Modifying the seated row exercise for athletes with shoulder injury. *Strength & Conditioning Journal.* 2003;25(5):53-6.
88. Burner T, Abbott D, Huber K, Stout M, Fleming R, Wessel B, et al. Shoulder symptoms and function in geriatric patients. *J Geriatr Phys Ther.* 2014;37(4):154-8.
89. Williams MR, Jr., Hendricks DS, Dannen MJ, Arnold AM, Lawrence MA. Activity of shoulder stabilizers

and prime movers during an unstable overhead press. *J Strength Cond Res.* 2020;34(1):73-8.

90. Giannakopoulos K, Beneka A, Malliou P, Godolias G. Isolated vs. complex exercise in strengthening the rotator cuff muscle group. *J Strength Cond Res.* 2004;18(1):144-8.
91. Bezerra ES, Moro ARP, Orssatto L, da Silva ME, Willardson JM, Simao R. Muscular performance and body composition changes following multi-joint versus combined multi- and single-joint exercises in aging adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2018;43(6):602-8.
92. Fehlings MG, Tetreault L, Nater A, Choma T, Harrop J, Mroz T, et al. The aging of the global population: the changing epidemiology of disease and spinal disorders. *Neurosurgery.* 2015;77 Suppl 4:S1-5.
93. Cangussu-Oliveira LM, Porto JM, Freire Junior RC, Capato LL, Gomes JM, Herrero C, et al. Association between the trunk muscle function performance and the presence of vertebral fracture in older women with low bone mass. *Aging Clin Exp Res.* 2019.
94. Aleksiev AR. Ten-year follow-up of strengthening versus flexibility exercises with or without abdominal bracing in recurrent low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014;39(13):997-1003.
95. Searle A, Spink M, Ho A, Chuter V. Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clin Rehabil.* 2015;29(12):1155-67.
96. Nachemson AL. The lumbar spine an orthopaedic challenge. *Spine.* 1976;1(1):59-71.