

Treino da força baseado na velocidade: risco de quedas e marcha

João Paulo Brito e Rafael Oliveira

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento humano envolve diversos comprometimentos fisiológicos (1). Em particular, a diminuição da função sensoriomotora e as alterações no sistema nervoso (2) reduzem a força muscular, potência, equilíbrio e desempenho das capacidades funcionais (3), o que pode aumentar o risco de quedas (4). Por sua vez, estas são a segunda principal causa de mortes relacionadas a lesões não intencionais na população mundial, tornando-se num grave problema de saúde pública para os idosos (5).

A queda ou o medo de cair pode prejudicar os níveis de atividade física e desencadear um ciclo vicioso em que o risco de quedas futuras aumenta devido à deterioração das capacidades funcionais causadas pela não participação nas atividades diárias (6). A redução nos níveis de atividade física pode ter efeitos fisiológicos negativos para o envelhecimento da população, aumentando as doenças de crônicas e de doenças não transmissíveis (7).

Devido ao envelhecimento que em regra geral, reduz os níveis de atividade física, a perda de força muscular está entre uma das capacidades reduzidas. Conseqüentemente, a diminuição da força muscular está associada à redução no desempenho das atividades de vida diária, afetando negativamente a saúde, autonomia funcional, sobrevivência, qualidade de vida, aumentando ainda mais o risco de queda (8). Adicionalmente, esta diminuição de força também pode estar mais intimamente associada ao comprometimento da potência muscular do que da massa muscular (9,10). Neste sentido, tem sido apontado que a potência muscular diminui mais rapidamente com o envelhecimento quando comparada à força muscular (10).

Uma forma de prevenir a redução da força e da potência muscular é a realização de treino da força baseado na velocidade (VBT). Este tipo de treino caracteriza-se por realizar as ações concêntricas dos exercícios de força com elevada velocidade (geralmente a maior velocidade possível) e tem demonstrado ser uma abordagem eficaz para o desenvolvimento de potência muscular na população idosa (11,12), com efeitos significativos de curto prazo nas adaptações neurais, morfológicas, na produção de potência muscular (9,12,13) e ao nível das capacidades funcionais (14)(Figura 1). Vários estudos (11,15,16) sugerem que a intervenção acima mencionada tem impacto na capacidade de gerar energia através do sistema anaeróbio aláctico dos idosos. Nesse sentido, a abordagem VBT é uma estratégia de intervenção importante para retardar os efeitos nocivos causados pelo envelhecimento (11,15,17–19).

Deste modo, o presente capítulo tem como objetivo apresentar com maior detalhe os fundamentos do VBT, os seus efeitos na intervenção em idosos com ou sem doenças crônicas ou condições clínicas, bem como alguns exemplos de protocolos de treino.

2. TREINO DA FORÇA E A VELOCIDADE DE EXECUÇÃO

A intensidade do exercício durante o treino da força tem sido habitualmente calculada pela percentagem da carga da uma repetição máxima (1RM) alcançada através do método direto ou pela carga máxima que pode ser levantada num determinado número de repetições (por exemplo, 3RM, 5RM ou 10RM) pelo método indireto. Independentemente do método, existem algumas desvantagens (20) e qualquer um deles falha na monitorização com precisão do esforço real de treino durante os exercícios de força.

O método direto exige que o profissional avalie individualmente o valor de 1RM para cada sujeito e em cada exercício. Este método apresenta a vantagem de poder ser usado para prescrever o treino da força para vários sujeitos em simultâneo, sendo as percentagens de cargas posteriormente transformadas em valores absolutos (kg) para cada indivíduo. Além disso, outra vantagem importante é que independentemente da forma de expressar a intensidade do treino (seja em % de 1RM ou em kg), permite verificar qual é a evolução da carga de treino durante um determinado período. Neste sentido, o *American College of Sport Medicine* (21) recomenda prescrever 40-50 da 1RM, 5-6 unidade arbitrária na escala de percepção subjetiva de esforço (PSE, 0-10 categorias) para idosos que estejam a iniciar o treino da força. Por um lado, a PSE, como o próprio nome indica é subjetiva e por outro lado, o método da 1RM pode estar associado ao risco aumentado de lesão quando executado incorretamente ou por sujeitos que estão a iniciar pela primeira vez, acaba por ser um método demorado e impraticável para grandes grupos. Além disso, a RM real pode mudar rapidamente após apenas algumas sessões de treino e muitas vezes o valor obtido não é o verdadeiro valor máximo do sujeito (20).

Outra forma clássica de prescrever a intensidade da carga é usar o método indireto, nomeadamente através de equações de preditivas, determinando o número máximo de repetições que podem ser realizadas com um determinado peso submáximo desde que calculada numa série com um número máximo de 10RM (21).

Apesar das tentativas em usar intensidades mais próximas da real capacidade do praticante para promover adaptações, tem sido demonstrado que o treino até falha da repetição (em que não é possível realizar nova repetição com amplitude e técnica adequada em comparação com a repetição anterior) não produz melhores e/ou maiores ganhos de força e que pode até ser contraproducente por induzir fadiga excessiva, stress mecânico, metabólico e hormonal (22,23). De facto, a fadiga associada ao treino até à falha não apenas reduz significativamente a força que um músculo pode gerar, mas também a capacidade do sistema nervoso de ativar voluntariamente os músculos (24).

Desta forma, outra variável determinante para a intensidade do treino da força é a velocidade de execução dos movimentos. Recentemente foi verificado que a velocidade do movimento permite quantificar nível de esforço, bem como o grau de fadiga durante o treino de força resistente (20,23).

A velocidade real realizada em cada repetição pode ser a melhor referência para determinar com precisão o real esforço mecânico e metabólico de cada sujeito. Quanto maior a velocidade voluntária alcançada contra uma determinada carga (absoluta), maior a intensidade do treino (nível de esforço), o que pode promover efeitos positivos no treino (25). Portanto, a velocidade do movimento deve ser a principal variável para determinar e monitorizar a intensidade do treino. Além disso, um estudo relativamente recente (26) mostrou que, em vez de prescrever um número fixo de repetições para realizar com uma determinada carga, o volume durante o treino da força deve ser monitorizado usando a magnitude da perda de velocidade alcançada em cada série de exercícios porque esta está intimamente ligada ao nível real de esforço que está sendo realizado. Com esta abordagem, em vez de uma certa quantidade de peso a ser movida (resistência), os profissionais de exercício físico devem encorajar a prescrever o treino da força de acordo com duas variáveis importantes: velocidade média da primeira repetição, que está intrinsecamente relacionada à intensidade da carga (20); e uma perda percentual máxima de velocidade a ser permitida em cada série (26).

O limite de perda de velocidade na repetição deve ser definido de antemão dependendo do objetivo do treino a ser alcançado, do exercício específico a ser realizado, bem como da experiência de treino e

nível de desempenho de cada sujeito. Assim, quando o limite de perda percentual for excedido, a série deve ser terminada (23,26).

3. CONTROLO DA VELOCIDADE

Após terem sido explicadas as noções do VBT, importa explicar como é que o controlo da velocidade pode ser realizado durante a prática do treino da força. Os primeiros estudos realizados em idosos não reportaram como era feito tal controlo, tendo apenas reportado que o treino da força era realizado à máxima velocidade concêntrica possível, com velocidade controlada em aproximadamente 3 segundos na ação muscular excêntrica (11,15,17), tendo sido apenas encontrado um estudo que usou um metrónomo para controlar a velocidade excêntrica (18). Qualquer uma das situações requer que o profissional esteja em permanente contacto com o praticante para que possa fornecer *feedback* constante, repetição a repetição. Importa lembrar que na população idosa, especialmente com pessoas que não tenham experiência com treino da força, esta tarefa é de extrema importância, pois a não realização da mesma, pode originar que a base da metodologia VBT não seja aplicada, o que comprometerá todos resultados.

Mais recentemente, começaram a ser usados alguns instrumentos que permitem a quantificação da velocidade em tempo real (27). As seguintes opções estão disponíveis (28): dinamômetros isoinerciais que consistem num transdutor de velocidade linear conectado à barra de pesos (29–31); sistemas óticos de deteção de movimento ou sistemas optoelectrónicos (32–34); aplicações para *smartphones* ou *tablets* que envolvem inspeções manuais *frame-by-frame* (32,35,36), e (iv) unidades de medida inercial (IMUs) que se podem fixar às barras, halteres, pesos, etc. (37).

Uma vez que estas diferentes tecnologias oferecem diferentes possibilidades, as IMUs representam a solução mais fácil de usar porque nenhuma extensão de cabo é necessária, uma vez que o sensor simplesmente precisa ser conectado à barra. Quando comparado as análises em vídeo, as IMUs também são mais fáceis e rápidas, uma vez que nenhuma operação adicional precisa ser realizada (38,39). As IMUs usam sensores de fusão para estimar a velocidade (40).

Apesar dos práticos benefícios, existem algumas questões relacionadas à exatidão e precisão que devem ser consideradas. Geralmente, as IMUs combinam acelerómetro (em regra, triaxiais), um giroscópio (usualmente, triaxial) e sensores magnéticos para fornecem informações sobre velocidade, orientação e força gravitacional (38).

Uma recente revisão sistemática analisou este tipo de equipamento e concluiu que existem sete marcas consideradas válidas para monitorizar a velocidade de execução dos exercícios de força: Gyko sport, Beast Sensor, PASCO, Myotest, PUSH band, Wimu RealTrack, RehaGait. Destes sete, seis foram igualmente considerados confiáveis enquanto RehaGait ainda não foi testado (41).

4. EFEITOS DO TREINO DA FORÇA BASEADO NA VELOCIDADE EM IDOSOS

O VBT tem apresentado diversos benefícios em idosos em várias componentes. Por exemplo, alguns estudos com mulheres idosas verificaram vários efeitos positivos ao nível da força, potência e das capacidades funcionais (15,17). Em concreto, enquanto um estudo verificou que melhorias (teste de levantar e sentar da cadeira, testes de agilidade, de caminhada, arremesso de bola medicinal, preensão

manual e de 1RM) em apenas 12 semanas de treino (15), o outro estudo verificou que 6 semanas de destreino após realização de um programa com 12 semanas com a metodologia VBT foram suficientes para a força máxima diminuir (testes de 1RM, também foram suficientes para preservar a força explosiva (saltos verticais, arremesso de bola medicinal, levantar e sentar da cadeira) (17).

No seguimento dos estudos anteriores, Ramírez-Campillo et al. analisou os efeitos de 12 semanas de intervenção comparando um programa de treino da força com características mais tradicionais (75% da 1RM, realização de 3 séries de 8 repetições com velocidade de execução de 3 segundos na fase concêntrica e 3 segundos na fase excêntrica) com um programa de treino da força VBT (45-75% da 1RM, máxima velocidade concêntrica) tendo verificado efeitos em ambos os programas (teste de 1RM, prensão manual, salto vertical, arremesso de bola medicinal, levantar e sentar da cadeira, agilidade e caminhada), mas com maior preponderância no programa com VBT (11).

Também foi verificada a importância da supervisão, onde foi demonstrado que acompanhar os praticantes num rácio de 1 professor para 1 praticante apresentou resultados muito mais significativos nas mesmas variáveis do que num rácio de 1 professor para 10 praticantes (18).

4.1 IDOSOS COM DOENÇAS CRÓNICAS OU CONDIÇÕES CLÍNICAS

Um estudo em idosos com osteoartrite no joelho incluiu os exercícios de prensa de pernas, levantar e sentar, agachamento, subir uma caixa, afundos e subir escadas procurou avaliar a segurança e viabilidade do VBT. A progressão da carga variou entre os 20 e os 80% da 1RM, entre 12 a 2 repetições tendo sido verificados efeitos positivos ao nível da 3RM no exercício de prensa de pernas, nos diferentes testes de capacidades funcionais (agilidade, levantar e sentar da cadeira e subir escadas) e na redução da dor no joelho, tendo sido comprovada a segurança e viabilidade do programa nesta população (42). Seguindo o mesmo tipo de estudo, também em idosos frágeis foi testada a segurança e viabilidade do VBT, tendo sido igualmente demonstrados benefícios ao nível do teste de agilidade de de levantar e sentar da cadeira (43).

Esta metodologia VBT também foi testada em idosos com comprometimento cognitivo. Neste estudo, o VBT foi comparado com um protocolo de treino igual com velocidade moderada com a utilização de banda elástica (2 segundos em cada fase concêntrica e excêntrica). Embora o estudo não descreva os exercícios usados, verificaram-se efeito significativamente maiores ao nível da força isocinética, de prensão manual e nos testes funcionais (44).

De igual forma, o VBT também foi aplicado em idosos com hiperglicemia (45) e com diabetes tipo 2 (46,47). Nos idosos com hiperglicemia foi aplicado um programa de treino VBT descrito na tabela 3 (ver mais abaixo) onde foi verificado que diminuições ao nível da glucose sanguínea, melhoria do equilíbrio, da força resistente dos membros inferiores e superiores, da capacidade aeróbia e das capacidades funcionais. No estudo de Celes et al. foram reportados efeitos positivos com apenas 6 semanas de treino ao nível da força isocinética (extensão do joelho) e ao nível das capacidades funcionais. Este estudo não controlou os marcadores glicémicos ou de hemoglobina glicada, embora exista especulação que estas variáveis tenham melhorado (46). Finalmente, Machado et al. avaliou os efeitos desta metodologia de treino na pressão arterial tendo verificado que 12 semanas de intervenção contribuíram significativamente para a redução dos valores de pressão arterial sistólica em repouso em aproximadamente -5 mmHg (47).

1. PROTOCOLOS DE TREINO

O presente subcapítulo apresenta alguns exemplos de protocolos de treino com metodologia VBT em idosos, idosos frágeis, com hipertensão, excesso de peso ou obesidade, com diabetes tipo 2, osteoartrite no joelho, comprometimento cognitivo leve e doença de Parkinson.

Neste sentido, a tabela 1 apresenta um protocolo adaptado de alguns estudos para a população idosa em geral para realizar entre 8-12 semanas (11,15,17,18,46). Trata-se de um exemplo com opinião pessoal dos autores, não sendo obrigatório realizar todos os exercícios.

Exercícios	Séries/Repetições/Descanso e Progressão
Prensa de pernas ou Agachamento numa máquina “Smith”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2-3 séries ▪ 4-12 repetições ▪ 1-2 minutos de descanso entre séries ▪ Progressão semanal ou de 2 em 2 semanas em incrementos de 5-10% da carga, iniciando em 40, progredindo até 75% da 1RM
Prensa de peito	
Leg extension	
Remada horizontal	
Leg curl	
Remada alta ²	
Levantar e Sentar ¹	
Flexão de antebraços ²	

Notas: ¹, exercício realizado com uma cadeira; ², exercício realizado na polia, com halteres ou com barra.

Para clarificar a progressão da carga, a tabela 2 apresenta um possível exemplo para os exercício de prensa de peito para 12 semanas com base nos estudos de Pereira et al. (15,17).

Exercício	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Prensa de peito	40%, 3x10	40%, 3x10	50%, 3x10	50%, 3x10	60%, 3x10	60%, 3x10
	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Prensa de peito	65%, 3x10	65%, 3x10	70%, 3x10	70%, 3x10	75%, 3x10	75%, 3x10

A tabela 3 apresenta um protocolo adaptado com recurso ao uso de bandas elásticas usado numa população idosa com hiperglicemia (45).

Exercícios	Séries/Repetições/Descanso e Progressão
Flexão/extensão do cotovelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 séries ▪ 10 repetições ▪ 15-20 segundos de descanso entre séries
Remada alta	
Flexão lateral do tronco	
Flexão/extensão da coxa	
Abdução/adução da coxa	
“Mini agachamentos” (reduzida amplitude)	
Presa de pernas	
Plantar flexão do tornozelo	

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo apresentou a metodologia de treino da força VBT aplicado em idosos. Embora se tenham apresentado diversos benefícios desta metodologia, importa salientar que esta deve estar enquadrada dentro de uma periodização do treino das diferentes formas de manifestação da força, o que quer dizer que pode e deve ser aplicada por alguns períodos/mesociclos, no entanto outras

metodologias que utilizem diferentes velocidades de execução também devem ser equacionadas consoante os objetivos delineados.

Não obstante, a maioria dos estudos efetuados com VBT em idosos apresentam durações até 12 semanas, não estando por isso comprovados os efeitos a longo prazo. Adicionalmente, existem ainda outras ideias por explorar para confirmar ou não os resultados apresentados nos subcapítulos anteriores, tais como:

- a testagem de outro tipo de exercícios e resistências externas (exercício calisténicos, pesos livres, máquinas de musculação, bandas elásticas);
- a verificação da ordem de exercícios e se esta tem influência nos resultados;
- qual o número de exercícios a realizar na sessão e por cada grupo muscular;
- qual o número ou intervalo de séries e repetições;
- qual a frequência de treino mais apropriada para esta metodologia;
- a realização de estudos longitudinais com duração superior a 12 semanas;
- a verificação da manutenção dos benefícios alcançados com a intervenção, após algumas semanas de destreino;
- a identificação dos limiares de velocidade mínima para os diferentes exercícios na população idosa.

Em suma, os autores deste capítulo pretendem contribuir para a obtenção de alguns benefícios descritos neste capítulo para a população idosa com ou sem condicionantes adicionais, subscrevendo que a metodologia VBT constitui uma ferramenta válida e confiável para a obtenção dos mesmos, mas que não é melhor ou pior que outras já existentes e que deve ser incluída numa periodização a longo prazo.

BIBLIOGRAFIA

1. Thomas E, Battaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly. *Medicine (Baltimore)*. 2019;98(27):e16218.
2. Ophey A, Roheger M, Folkerts A, Skoetz N, Kalbe E. A Systematic Review on Predictors of Working Memory Training Responsiveness in Healthy Older Adults : Methodological Challenges and Future Directions. *Front Aging Neurosci*. 2020;12:575804.
3. Clark DJ, Pojednic RM, Reid KF, Patten C, Pasha EP, Phillips EM, et al. Longitudinal Decline of Neuromuscular Activation and Power in Healthy Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(11):1419–25.
4. Vaishya R, Vaish A. Falls in Older Adults are Serious. *Indian J Orthop* [Internet]. 2020;54(1):69–74. Available from: <https://doi.org/10.1007/s43465-019-00037-x>
5. Khanuja K, Joki J, Bachmann G, Cuccurullo S. Gait and balance in the aging population: Fall prevention using innovation and technology. *Maturitas*. 2018;110:51–56.
6. Keating CJ, Cabrera-linares JC, Juan AP, Latorre-rom PA, Moreno R, Garc F. Influence of Resistance Training on Gait & Balance Parameters in Older Adults : A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Heal*. 2021;18:1759.
7. Woolford SJ, Dennison OSEM, Patel CCHP. Approaches to the diagnosis and prevention of frailty. *Aging Clin Exp Res* [Internet]. 2020;32(9):1629–37. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01559-3>
8. Brady AO, Straight CR, Evans EM. Body Composition , Muscle Capacity , and Physical Function in Older Adults : An Body Composition , Muscle Capacity , and Physical Function in Older Adults : An Integrated Conceptual Model. *J Aging Phys Act*. 2014;22(3):441–52.
9. Cadore EL, Casas-herrero A, Zambom-ferraresi F, Izquierdo M. Multicomponent exercises

- including muscle power training enhance muscle mass , power output , and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Omaha)*. 2014;36:773–85.
10. Han L, Yang F. Strength or power, which is more important to prevent slip-related falls? *Hum Mov Sci*. 2015;44:192–200.
 11. Ramirez-campillo R, Andrade DC, Álvarez C. High-Speed Resistance Training is More Effective than Low-Speed Resistance Training to Increase Functional Capacity and Muscle Performance in Older Women. *Exp Gerontol*. 2015;58:51–7.
 12. El C, Izquierdo M. How to simultaneously optimize muscle strength , power , functional capacity , and cardiovascular gains in the elderly: an update. *Age Dordr Neth*. 2013;35:2329–44.
 13. Straight, C.R., Lindheimer, J.B., Brady AO et al. Effects of Resistance Training on Lower-Extremity Muscle Power in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Sport Med*. 2016;46:353–364.
 14. Byrne, C., Faure, C., Keene, D. J., & Lamb SE. Ageing, Muscle Power and Physical Function: A Systematic Review and Implications for Pragmatic Training Interventions. *Sports Med*. 2016;46(9):1311–32.
 15. Pereira A, Izquierdo M, Silva AJ, Costa AM, Bastos E, González-badillo JJ, et al. Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol* [Internet]. 2012;47(3):250–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2011.12.010>
 16. Sayers SP, Gibson K. High-speed power training in older adults: a shift of the external resistance at which peak power is produced. *J Strength Cond Res*. 2015;28(3):616–21.
 17. Pereira A, Izquierdo M, Silva AJ, Costa AM, González-badillo JJ, Marques MC. Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation. *Exp Gerontol* [Internet]. 2012;47(8):620–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exger.2012.05.014>
 18. Ramírez-Campillo R, Martínez C, De La Fuente CI, Cadore EL, Marques MC, Nakamura FY, et al. High-speed resistance training in older women: The role of supervision. *J Aging Phys Act*. 2017;25(1):1–9.
 19. Marques DL, Neiva HP, Faíl LB, Gil MH, Marques MC. Acute effects of low and high-volume resistance training on hemodynamic, metabolic and neuromuscular parameters in older adults. *Exp Gerontol*. 2019;125:110685.
 20. González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *Int J Sports Med*. 2010;31(5):347–52.
 21. ACSM AC of SM. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 10th ed. Kluwer W, editor. Philadelphia, PA, USA; 2017.
 22. González-Badillo JJ, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Ribas J, López-López C, Mora-Custodio R, et al. Short-term Recovery Following Resistance Exercise Leading or not to Failure. *Int J Sports Med*. 2016;37(4):295–304.
 23. Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(9):1725–34.
 24. Hakkinen K. Neuromuscular fatigue and recovery in male and female athletes during heavy resistance exercise. *Int J Sports Med*. 1993;14(2):53–9.
 25. González-Badillo JJ, Ribas J. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: INDE publicaciones; 2002.
 26. González-Badillo JJ, Yañez-García JM, R. M-C, Rodríguez-Rosell D. Velocity Loss as a Variable for Monitoring Resistance Exercise. *Int J Sports Med*. 2017;38(3):217–25.
 27. Courel-Ibáñez J, Martínez-Cava A, Morán-Navarro R, Escribano-Peñas P, Chavarren-Cabrero

- J, González-Badillo JJ, et al. Author ' s personal copy Reproducibility and Repeatability of Five Different Technologies for Bar Velocity Measurement in Resistance Training Author ' s personal copy. *Ann Biomed Eng.* 2019;47:1523–1538.
28. Pérez-Castilla A, Piepoli A, Delgado-García G, Garrido-Blanca G, García-Ramos A. Reliability and Concurrent Validity of Seven Commercially Available Devices for the Assessment of Movement Velocity at Different Intensities During the Bench Reliability and Concurrent Validity of Seven Commercially Available Devices for the Assessment of. *J Strength Cond Res.* 2019;33:1258–1265.
 29. Orange, S. T., Metcalfe, J. W., Marshall, P., Vince, R. V., Madden, L. A., & Liefieith A. Test-Retest Reliability of a Commercial Linear Position Transducer (GymAware PowerTool) to Measure Velocity and Power in the Back Squat and Bench Press. *J Strength Cond Res.* 2020;34(3):728–37.
 30. Beckham GK, Layne DK, Kim SB, Martin EA, Perez BG, Adams KJ. Reliability and criterion validity of the Assess2Perform bar sensei. *Sports.* 2019;7(11):230.
 31. Grgic J, Scapec B, Pedisic Z, Mikulic P. Test-Retest Reliability of Velocity and Power in the Deadlift and Squat Exercises Assessed by the GymAware PowerTool System. *Front Physiol.* 2020;11:1146.
 32. Pueo B, Lopez JJ, Mossi JM, Colomer A. Video-Based System for Automatic Measurement of Barbell Velocity in Back Squat. *Sensors (Basel).* 2021;21:925.
 33. Sánchez-pay A, Sánchez-pay A, Courel-ibáñez J, Martínez-cava A, Conesa-ros E, Morán-navarro R, et al. Is the high-speed camera-based method a plausible option for bar velocity assessment during resistance training ? Is the high-speed camera-based method a plausible option for bar velocity assessment during resistance training ? *Measurement.* 2019;137:355–361.
 34. van der Kruk E, Reijne MM. Accuracy of human motion capture systems for sport applications; state-of-the-art review. *Eur J Sport Sci.* 2018;18:806–19.
 35. Balsalobre-fernández C, Marchante D, Baz-valle E. Analysis of Wearable and Smartphone-Based Technologies for the Measurement of Barbell Velocity in Different Resistance Training Exercises. *Front Physiol.* 2017;8:649.
 36. Peart, D.J.; Balsalobre-Fernández, C.; Shaw MP. Use of mobile applications to collect data in sport, health, and exercise science. *J Strength Cond Res.* 2019;33:1167–1177.
 37. Balsalobre-Fernández C, Kuzdub M, Poveda-Ortiz P, Campo-Vecino J. Validity and reliability of the push wearable device to measure movement velocity during the back squat exercise. *J Strength Cond Res.* 2016;30:1968–74.
 38. Ahmad N, Ariffin R, Ghazilla R, Khairi NM. Reviews on Various Inertial Measurement Unit (IMU) Sensor Applications. *Int J Signal Process Syst.* 2013;1(2):256–62.
 39. Aroganam G, Manivannan N, Harrison D. Review on wearable technology sensors used in consumer sport applications. *Sensors (Basel).* 2019;19:1983.
 40. Apte S, Meyer F, Gremeaux V, Dadashi F, Aminian K. A sensor fusion approach to the estimation of instantaneous velocity using single wearable sensor during sprint. *Front Bioeng Biotechnol.* 2020;8:838.
 41. Clemente FM, Akyildiz Z, Pino-ortega J. Validity and Reliability of the Inertial Measurement Unit for Barbell Velocity Assessments : A Systematic Review. 2021;1–19.
 42. Pazit L, Jeremy D, Nancy B, Michael B, George E, Hill KD. Safety and feasibility of high speed resistance training with and without balance exercises for knee osteoarthritis: A pilot randomised controlled trial. *Phys Ther Sport.* 2018;34:154–63.
 43. Tan QLL, Chye LMY, Ng DHM, Chong MS, Ng TP, Wee SL. Feasibility of a community-based functional power training program for older adults. *Clin Interv Aging.* 2018;13:309–16.

44. Yoon DH, Kang D, Kim HJ, Kim JS, Song HS, Song W. Effect of elastic band-based high-speed power training on cognitive function, physical performance and muscle strength in older women with mild cognitive impairment. *Geriatr Gerontol Int.* 2017;17(5):765–72.
45. Jin EH, Park S, So JM. The effect of muscle power training with elastic band on blood glucose, cytokine, and physical function in elderly women with hyperglycemia. *J Exerc Nutr Biochem.* 2015;19(1):19–24.
46. Celes R, Bottaro M, Cadore E, Dullius J, Schwartz F, Luzine F. Low-load high-velocity resistance exercises improve strength and functional capacity in diabetic patients. *Eur J Transl Myol.* 2017;27(2):121–9.
47. Machado CLF, Botton CE, Brusco CM, Pfeifer LO, Cadore EL, Pinto RS. Acute and chronic effects of muscle power training on blood pressure in elderly patients with type 2 diabetes mellitus. *Clin Exp Hypertens [Internet].* 2020;42(2):153–9. Available from: <https://doi.org/10.1080/10641963.2019.1590386>