

ENVELHECIMENTO E TREINAMENTO DE POTÊNCIA: ASPECTOS NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS

AGING AND POWER TRAINING: NEUROMUSCULAR AND FUNCTIONAL ASPECTS

Carlos Leandro Tiggemann^{*}
Caroline Pieta Dias^{**}
Matias Noll^{**}
Maira Cristina Wolf Schoenell^{**}
Luiz Fernando Martins Kruehl^{***}

ABSTRACT

A proporção de idosos na população é cada vez maior nos diferentes países, tornado fundamental o seu estudo em diferentes perspectivas. Desta forma, o objetivo da presente revisão é compreender como o envelhecimento atua no sistema neuromuscular, em especial na força muscular, e como este declínio atua nos aspectos funcionais, ou seja, nas tarefas do dia a dia. Além disso, será abordado como o treinamento de força, em específico visando à melhora da potência muscular, pode ser uma estratégia segura e efetiva no combate aos efeitos adversos do envelhecimento no sistema neuromuscular.

Palavras-chave: Idosos. Treinamento de força. Musculação. Funcional.

INTRODUÇÃO

A população brasileira é de aproximadamente 190 milhões de habitantes, sendo que destes, 10% são pessoas com mais de 60 anos (consideradas idosas), e estimativas preveem que em 2050 este extrato da população corresponderá a aproximadamente 30% (IBGE, 2013). Segundo o IBGE (2013), um dos fatores que explicam esta previsão de aumento na proporção de idosos no Brasil é o aumento da expectativa de vida das pessoas. Contribuindo com este aspecto, estudos epidemiológicos têm evidenciado que uma melhor aptidão física, tanto cardiovascular quanto neuromuscular, contribui para uma menor taxa de mortalidade, seja por fatores cardiovasculares ou todas as causas de morte (RUIZ et al., 2008; FOGELHOLM, 2010).

O envelhecimento tem sido descrito como um processo ou conjunto de processos, inerentes a todos os seres vivos e que se expressa pela perda da capacidade de adaptação ao ambiente e pela diminuição da funcionalidade (CARVALHO; SOARES, 2004). A inatividade física e o sedentarismo contribuem decisivamente no agravamento deste processo, gerando um ciclo vicioso constante: envelhecimento, inatividade física, descondicionamento físico, fragilidade muscular, perda da autonomia, menor motivação e autoestima, ansiedade e depressão (NÓBREGA et al., 1999).

A capacidade de desenvolver força muscular é um componente fundamental no desenvolvimento de diferentes atividades diárias, atividades laborais ou recreacionais nesta população (BRILL et al., 2000; HUGHES et al., 2001). A força muscular pode manifestar-

^{*} Doutor (a). Professor (a) da Faculdade da Serra Gaúcha, Caxias do Sul-RS, Brasil.

^{**} Mestre. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil.

^{***} Doutor. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil.

se de forma máxima, em altas velocidades ou com maiores durações (KNUTTGEN; KRAEMER, 1987; KOMI, 2006). Força máxima é a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento em determinada velocidade específica (KNUTTGEN; KRAEMER, 1987). A força em altas velocidades, também conhecida como potência muscular, é conceituada como a taxa de realização de trabalho, ou a relação da força pela unidade de tempo (FLECK; KRAEMER, 2006). Quando a força é realizada por períodos mais prolongados, de 15 a 50 repetições, a mesma é definida como *endurance* muscular ou força resistente (KOMI, 2006).

O Treinamento de Força (TF) tem sido amplamente indicado a diferentes populações para a melhoria da aptidão física, seja ela voltada à saúde ou à *performance* atlética (KING; REJESKI; BUCHNER, 1998; POLLOCK et al., 1998; KRAEMER et al., 2002; KRAEMER; RATAMESS, 2004; NELSON et al., 2007; ORR; RAYMOND; SINGH, 2008). Em específico à população idosa, as pesquisas têm indicado que o TF pode promover uma série de adaptações crônicas relevantes para uma melhora da qualidade de vida desta população como, por exemplo: aumento dos níveis de força em suas diferentes manifestações – potência (VINCENT et al., 2002b; HENWOOD; TAAFFE, 2005; GRANACHER; GRUBER; GOLLHOFER, 2009), máxima (VINCENT et al., 2002b; HENWOOD; TAAFFE, 2006; CADORE et al., 2010) e resistente (DE VOS et al., 2005; ORR; RAYMOND; SINGH, 2008), além do aumento da massa muscular (TAAFFE et al., 1996; BEMBEN et al., 2000), melhora na densidade mineral óssea (NELSON et al., 1994; STENGEL et al., 2005; VON STENGEL et al., 2007), melhora nos níveis de flexibilidade (KALAPOTHARAKOS et al., 2005; FATOUROS et al., 2006), diminuição nos riscos de quedas (LIU-AMBROSE et al., 2004; SOUSA; SAMPAIO, 2005), melhora da capacidade aeróbica (VINCENT et al., 2002a; BRENTANO et al., 2008) e melhora nas atividades funcionais do dia a dia (FATOUROS et al., 2005; HENWOOD; TAAFFE, 2005; KALAPOTHARAKOS; DIAMANTOPOULOS; TOKMAKIDIS, 2010).

O TF prescrito à população idosa tem se mostrado seguro e efetivo. A manipulação das diferentes variáveis segue parâmetros similares aos aplicados em sujeitos jovens, ou seja: exercícios voltados aos maiores grupos musculares, duas a quatro séries por exercício, oito a 15 repetições por série, mínimo de duas sessões semanais, com carga de 50 a 80% de uma repetição máxima (1RM) (FRONTERA; BIGARD, 2002; NELSON et al., 2007; CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; GARBER et al., 2011). A maior janela de adaptação existente nos idosos, causada por questões biológicas advindas do processo de envelhecimento e pelo estilo de vida sedentário (CARVALHO; SOARES, 2004), tem demonstrado que mesmo menores volumes (frequência semanal e número de séries) (TAAFFE et al., 1999; GALVÃO; TAAFFE, 2005) e intensidades (percentual de uma repetição máxima; % 1RM) (HUNTER; TREUTH, 1995; TAAFFE et al., 1996; VINCENT et al., 2002a) podem apresentar semelhanças nos resultados.

Além disso, as investigações científicas que investigaram essa população, principalmente da última década, têm indicado uma considerável importância na manipulação da velocidade de contração nas respostas neuromusculares e funcionais. Desta forma, o objetivo desta revisão consistiu em abordar o impacto do TF realizado em altas velocidades de execução, definido como Treinamento de Potência (TPO), sobre as respostas neuromusculares e de desempenho funcional em idosos priorizando-se os estudos em que o modelo clássico de treinamento fora utilizado (equipamentos de musculação, séries e repetições).

IMPACTO DO ENVELHECIMENTO SOBRE A APTIDÃO NEUROMUSCULAR E DESEMPENHO FUNCIONAL

As alterações e comprometimentos nos sistemas cardiovascular e neuromuscular decorrentes do envelhecimento, e a influência do exercício físico como agente atenuador destas alterações, têm sido amplamente descritos pela literatura (VANDERVOORT, 2002; HASKELL et al., 2007; KALAPOTHARAKOS, 2007). O declínio da força muscular em função da idade é justificada e apoiada numa linha teórica muito

similar por diferentes pesquisadores e estudiosos da área (HURLEY; ROTH, 2000; FRONTERA; BIGARD, 2002; VANDERVOORT, 2002; CARVALHO; SOARES, 2004; MACALUSO; DE VITO, 2004; RICE; KEOGH, 2009).

Acredita-se que o pico da força máxima ocorra na terceira década de vida, decaindo gradualmente, com declínio acentuado a partir dos 50 anos (12 a 14% por década) e aumentado a partir dos 70 anos (30% por década) (FRONTERA; BIGARD, 2002). Reduções ainda maiores têm sido sugeridas em relação aos valores da potência muscular ($\approx 40\%$) (MACALUSO; DE VITO, 2004; RICE; KEOGH, 2009). Importante observar que estes valores são muitas vezes baseados em estudos de corte transversal ou, no máximo, em estudos longitudinais com poucos anos de acompanhamento (5 a 10 anos) (FRONTERA; BIGARD, 2002). Ainda, algumas especificidades quanto ao sexo (maior declínio nas mulheres) e grupos musculares avaliados (maior declínio nos membros inferiores) são sugeridas (CARVALHO; SOARES, 2004).

Múltiplos fatores são responsáveis pela diminuição da força muscular com o avanço da idade, sendo importante ressaltar que alguns desses são determinados pelo estilo de vida, e desta forma, podem ser reversíveis (VANDERVOORT, 2002). A sarcopenia, conceituada como a redução da área de secção transversa do músculo (BRUNNER et al., 2007), oriunda da atrofia muscular e a redução do número de fibras musculares (preferencialmente nas fibras do tipo II) (HÄKKINEN et al., 1996; IZQUIERDO et al., 1999), parece ser o fator determinante no declínio da força, podendo o aumento do tecido não contrátil também contribuir nesta redução (CARVALHO; SOARES, 2004; MACALUSO; DE VITO, 2004). Além disso, o sistema nervoso é afetado por uma reduzida capacidade de recrutamento das unidades motoras, tanto pela redução da velocidade de contração quanto da frequência de disparo dos impulsos mioelétricos (BARRY; CARSON, 2004). Não obstante, refere-se uma diminuição da capacidade coordenativa entre os diferentes grupos musculares (coordenação intermuscular) resultante da coativação de grupos musculares antagonistas (FRONTERA; BIGARD, 2002; CARVALHO; SOARES, 2004).

Além disso, Macaluso e De Vito (2004) relatam que a diminuição na potência muscular pode ser atribuída à redução seletiva das unidades motoras do tipo II, reduzindo a capacidade de geração de força e velocidade. Especula-se também que a menor rigidez dos tendões contribua na diminuição da potência muscular, pela dificuldade de transferência da força do músculo à estrutura óssea. Além disso, as alterações nos níveis de atividade enzimática e endócrinas, principalmente na redução dos hormônios de crescimento, testosterona e o fator insulínico de crescimento, têm sido os principais fatores mediadores para o comprometimento biológico (síntese proteica) e da consequente redução da força muscular (MACALUSO; DE VITO, 2004; FLECK; KRAEMER, 2006).

A diminuição dos níveis de atividade física com o avançar da idade também se apresenta como um fator promotor da diminuição da força e da potência muscular (DIPIETRO, 2001; MACALUSO; DE VITO, 2004). Contudo, é importante observar que a simples manutenção das atividades habituais elevadas (caminhadas, trabalhos de jardinagem e andar de bicicleta), não garantem a manutenção de níveis satisfatórios de força muscular (RANTANEN; ERA; HEIKKINEN, 1997; DIPIETRO, 2001). Além disso, não é claro o entendimento se a diminuição das atividades físicas habituais é causadora da redução da força muscular (leia-se sarcopenia), ou consequência (MACALUSO; DE VITO, 2004). Independente disso, estudos de corte transversal, com ampla faixa etária, têm relatado que o avançar da idade compromete gradativamente o desempenho das atividades funcionais (RIKLI; JONES, 1999; KRAUSE et al., 2009).

Rice e Keogh (2009) descrevem que a redução das atividades funcionais (caminhar, subir escadas, levantar e sentar) compromete decisivamente na independência de vida do idoso, apresentando inicialmente a necessidade de maior tempo para sua execução, e posteriormente, uma mudança no padrão de realização. A dificuldade no equilíbrio e controle motor, causada principalmente pela deterioração do sistema sensorio-motor (BARRY; CARSON, 2004), a ocorrência prematura de fadiga muscular, causada pela maior necessidade relativa da força muscular

(ALEXANDER et al., 1997), e a incapacidade ou incapacidade de gerar quantidade suficiente de força muscular (MORELAND et al., 2004), podem levar ao maior risco de quedas (PROVINCE et al., 1995; MORELAND et al., 2004; BURKSMANN et al., 2008). Além disso, o histórico de quedas, dificuldades visuais, utilização de equipamentos de locomoção e o ambiente interior das suas residências, contribuem para a redução da prática de atividade física (DROOTIN, 2011). Aproximadamente 35% dos idosos sofrem algum tipo de queda a cada ano, aumentando este percentual com o avançar da idade, sendo que 50% destas quedas levam a algum tipo de lesão (5% a 6% de lesões graves e 5% de fraturas) (BURKSMANN et al., 2008).

Os níveis absolutos de força máxima e de potência são afetados pela idade, tendo idosos apresentado valores inferiores a sujeitos mais jovens (IZQUIERDO et al., 1999). Contudo, a capacidade de aumentar a força muscular parece não ser determinada pelo fator idade (IZQUIERDO et al., 2003; CIOLAC; BRECH; GREVE, 2010) ou sexo (TRACY et al., 1999). Izquierdo et al. (2003) compararam as respostas de um grupo com idade que variava entre 35 e 46 anos, e outro, com idades variando entre 60 e 74 anos. Os resultados indicaram similares ganhos de força máxima ($\approx 43\%$) e aumentos na área de secção transversa ($\approx 12\%$) entre os dois grupos. Em relação ao sexo, Tracy et al. (1999) compararam homens e mulheres idosos (65 a 75 anos) encontrando respostas idênticas na força máxima ($\approx 28\%$) e no aumento do volume muscular (12%). Um aspecto interessante a ser observado é o fato de que um período de 22 semanas de treinamento em idosos pode levar os mesmos a patamares absolutos de força máxima e massa corporal magra similar aos níveis de jovens ativos (CANDOW; BURKE, 2007). Além disso, quando cessado o treinamento, seus resultados podem permanecer elevados por longos períodos, tanto nos níveis de força quanto em testes funcionais (IVEY et al., 2000; FATOUROS et al., 2005).

O IMPACTO DO TREINAMENTO DE POTÊNCIA

Quando os protocolos de TF comparam diferentes velocidades de contração, tanto tradicional (com tempo de contração para cada uma das fases, concêntrica e excêntrica, de 2 a 3 segundos) quanto de potência (com máxima velocidade na fase concêntrica), respostas similares são encontradas no ganho de força máxima. No entanto, maiores ganhos são obtidos nas avaliações funcionais (subir escadas, levantar de cadeiras, caminhar, entre outros) e de potência (velocidade de contração) em favor ao grupo de maior velocidade de contração (FIELDING et al., 2002; MISZKO et al., 2003; CUOCO et al., 2004; BOTTARO et al., 2007; SAYERS; GIBSON, 2010).

Neste sentido, identificar a carga e a velocidade de contração que possam provocar as melhores adaptações, sejam elas neuromusculares ou funcionais, parece ser uma das questões mais relevantes na prescrição do TF à população de idosos, sendo foco de vários estudos (Quadro 1). O TPO utilizado na maioria dos estudos consiste na adaptação do TF tradicional (TFT), sendo a principal diferença, a realização da fase concêntrica em máxima velocidade de contração ($\approx 1s$) (FIELDING et al., 2002; MISZKO et al., 2003; HENWOOD; TAAFFE, 2005). Embora se saiba que os TPO específicos são mais efetivos para o ganho de potência quando comparados aos TFT (STEIB; SCHOENE; PFEIFER, 2010), poucos estudos buscaram identificar a carga mais efetiva para a melhora da potência. Estudos de corte transversal utilizando diferentes percentuais da carga máxima (%1RM) identificaram cargas entre 40 e 70% de 1RM como as ideais para a produção de potência (CUOCO et al., 2004; HARRIS; CRONIN; KEOGH, 2007). Quando diferentes cargas foram comparadas no TPO (20 vs 50 vs 80% 1RM) (DE VOS et al., 2005), embora os ganhos de força máxima foram maiores no grupo que utilizou maior intensidade (13 vs 16 vs 20%, $p < 0,05$; respectivamente entre os grupos), similares ganhos de potência foram encontrados ($\approx 15\%$, $p < 0,05$).

Quadro1- Estudos sobre os efeitos do TPO na força máxima, potência e desempenho funcional em idosos.

Autor	S	Id	D	TT	Carga	Força		Testes funcionais				
						Max	POT	6min	CAM	DEG	CAD	TUG
Bottaro et al. (2007)	H	60-76	10	TFT	60%	26,7	7,8 ⁽⁵⁾	-	-	-	6,1ns	0,8ns
				TPO	60%	27,1	31,0*	-	-	-	42,8*	15,3*
Casserotti et al. (2008)	M	60-65 80-85	12	TPO	75-80%	18,0	21,0 ⁽²⁾ ;	-	-	-	-	-
				TPO	75-80%	28,0*	10,0 ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-
De Vos et al. (2005)	HM	≥ 60	12	TPO	20%	13,0	51,0*; 18,0	-	-	-	-	-
				TPO	50%	16,0*	14,0 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
				TPO	80%	20,0**	15,0	-	-	-	-	-
Earles et al. (2001)	HM	78±5	12	TPO	50-70%	22,0	22,0 ⁽⁵⁾	5,0 ns	4,5	-	ns	-
Fielding et al. (2002)	M	73±1	16	TFT	70%	33,0-41,0	45,0 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
				TPO	70%	35,0-45,0	97,0	-	-	-	-	-
Geraldes et al. (2007)	M	68,7±9	12	TPO	50-70%	10,7	-	-	20,8	-	21,8	-
Henwood e Taaffe (2005)	HM	60-80	8	TPO	35, 55 e 75%	42,6	17,2 ⁽³⁾	-	6,6	-	10,4	-
Henwood e Taaffe (2006)	HM	65-84	8	TFT	75%	21,7	-	-	5,0ns	-	7,0ns	-
				TPO	45, 60 e 75%	22,0	-	-	5,1ns	-	13*	-
Henwood et al. (2008)	HM	65-84	24	TFT	75%	48,3±6,8	33,8±3,8 ⁽⁵⁾	-	4,1	6,5	12,8	-
				TPO	45, 60 e 75%	51,0±9,0	50,5±4,1	-	6,7	2,3	10,6	-
Marsh et al. (2009)	HM	74,8±5,7	12	TFT	60-70%	18,5-24,7	18,5-21,8 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
				TPO	60-70%	19,9-22,3	34,4-41,4*	-	-	-	-	-
Miszko et al. (2003)	HM	65-90	16	TFT	50-70 / 80%	23,0	12,3 ⁽¹⁾ ns	-	-	-	-	-
				TPO	50-70 / 40%	12,8 ns	7,9 ns	-	-	-	-	-
Nogueira et al. (2009)	H	60-76	10	TFT	40-60%	26,7	7,8 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
				TPO	40-60%	27,1	31,0*	-	-	-	-	-
Orr et al. (2006)	HM	69,0±6,0	10	TPO	20%	13,0	14,0 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
				TPO	50%	16,0*	15,0	-	-	-	-	-
				TPO	80%	20,0**	14,0	-	-	-	-	-
Sayers e Gibson (2010)	HM	≈72	12	TFT	80%	26,0	4,0-22,0 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
				TPO	40%	25,0	9,0-29,0	-	-	-	-	-
Sayers (2007)	HM	74,6±1,9	12	TFT	80%	21,0	9,0-22,0 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-
				TPO	40%	14,0	19,0-28,0	-	-	-	-	-
Tiggemann (2013)	M	60-75	12	TFT	≈45-75%	16-56	22 ⁽⁴⁾	6,9	12,3*	15,2	20,1	11,2*
				TPO		23-60	28	8,8	23,0	18,6	12,1	5,2

LEGENDA: S: sexo - H: homens; M: mulheres; Id: idade; D: duração do treinamento (semanas); TT: tipo de treinamento - TFT: treinamento de força tradicional; TPO: treinamento de potência; todos valores (%) representam diferenças significativas entre pré e pós treinamento dos respectivos estudos, a exceção quando informado (ns: não significativo); *diferença significativa entre dois grupos experimentais; **diferença significativa entre os três grupos experimentais; os resultados de demais grupos comparativos utilizados nos estudos (ex.: controle) foram omitidos; Carga: percentual relativo ao teste de 1RM (mínimo-máximo); Força MAX: resultados percentuais nos ganhos de força máxima (1RM); Força POT: resultados percentuais no ganhos na potência muscular; a numeração em sobrescrito refere-se a forma de avaliação da potência: (1) *wingate*; (2) taxa de produção de força (isométrica); (3) equipamento isocinético; (4) salto contramovimento; (5) sistema de avaliação no próprio equipamento; os resultados não informados em forma de percentual pelos autores, foram calculados a partir dos valores absolutos das tabelas ou extraídos dos gráficos; Testes funcionais: os valores representam valores percentuais, sendo que valores positivos representam melhora no desempenho; 6min: teste de caminhada de seis minutos; CAM: velocidade máxima de caminhada; DEG: teste de subir lances de degraus; CAD: teste de sentar e levantar de uma cadeira; TUG: teste *Timed Up-and-Go*.

Embora o TFT se mostre efetivo na melhora da força máxima e na potência muscular, o seu efeito sobre as habilidades funcionais parece ser menor que no TPO (SKELTON et al., 1995; LATHAM et al., 2004; MACALUSO; DE VITO, 2004). A heterogeneidade das amostras pode tornar os dados relativos à importância da força máxima ainda pouco entendíveis. A exemplo disso, alguns autores têm sugerido a existência de um limiar de força máxima, em que a relação de força e testes funcionais só ocorreria em sujeitos mais fracos (FERRUCCI et al., 1997). Ferrucci et al. (1997) verificaram que a força máxima dos flexores dos quadris foi um preditor significativo na velocidade de caminhada e no tempo para completar o teste de levantar e sentar na cadeira cinco vezes, mas apenas nos valores inferiores a 15 kg, assim como a força máxima dos extensores dos joelhos estava associada com o mesmo teste de sentar e levantar, mas somente nos valores abaixo de 10 kg. Acima destes valores, maiores valores de força máxima não apresentaram relação significativa com melhor performance nos testes funcionais.

No TPO, além de promover ganhos similares na melhora da força máxima, boa parte dos estudos tem apresentado resultados maiores nas avaliações de potência e testes funcionais, podendo este modelo de treinamento ser mais impactante nas atividades de vida diária e num estilo independente de vida (EVANS, 2000; FOLDVARI et al., 2000; CUOCO et al., 2004; BOTTARO et al., 2007). Idosos que necessitam de assistência para realizar atividades como caminhar, subir degraus e levantar da cadeira, possuem 42-54% menos potência muscular nos músculos extensores dos joelhos que idosos que não necessitam (BASSEY et al., 1992). Além disso, outros estudos têm identificado que a diminuição da potência muscular está associada com o aumento do risco ou incidência de quedas (WHIPPLE; WOLFSON; AMERMAN, 1987; SKELTON; KENNEDY; RUTHERFORD, 2002).

Em específico às respostas dos testes utilizados nas avaliações funcionais em idosos submetidos ao TFT ou TPO, os dados analisados sob a forma de meta-análise, parecem não serem muito conclusivos. Liu e Latham (2009) encontraram efeito de magnitude pequeno a

moderado nos testes de levantar da cadeira, velocidade de caminhada e no teste *TimedUp-and-Go* (TUG) em favor ao grupo TFT, quando comparado com grupo controle, ressaltando que embora significativos, o seu impacto clínico não é conhecido. Steib, Schoene e Pfeifer (2010) encontraram efeitos de magnitude significativos em favor ao grupo TPO quando comparados ao grupo TFT, somente nos testes de levantar da cadeira e subir degraus, não sendo significativos na velocidade de caminhada e o TUG. Recentemente, Tschopp, Sattelmayer e Hilfiker (2011) concluíram em sua meta-análise que um efeito de pequeno a moderado em favor a treinamento de potência foi encontrado, podendo estes resultados indicar uma diferença não clinicamente relevante a favor do TPO.

Um aspecto importante a considerar diz respeito à forma de aplicação dos testes funcionais. De forma geral, boa parte dos estudos (SCHLICHT; CAMAIONE; OWEN, 2001; HRUDA; HICKS; MCCARTNEY, 2003; SEYNNES et al., 2004; GALVÃO; TAAFFE, 2005; HENWOOD; TAAFFE, 2005; BOTTARO et al., 2007) utilizam testes que realmente apresentam características funcionais (subir escadas, caminhar, sentar e levantar), porém, avaliadas em velocidade não comumente utilizadas nas atividades de vida diária, ou seja, em velocidade máxima. Desta forma, parece coerente entender que, ao compararmos um treinamento em que a máxima velocidade foi utilizada (TPO) com um modelo em velocidades mais lentas, a utilização de testes em máxima velocidade será mais específica ao TPO, apresentando melhores escores pela sua especificidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que o TPO mostra-se efetivo na melhora da força máxima, da potência muscular e no desempenho de atividades funcionais do dia a dia. Estes aspectos impactam diretamente na qualidade de vida da população idosa, auxiliando na atenuação natural do declínio da aptidão física dos mesmos. No entanto, a carga utilizada e a velocidade de execução ainda permanecem desconhecidas à existência de uma relação ideal entre ambas.

AGING AND POWER TRAINING: NEUROMUSCULAR AND FUNCTIONAL ASPECTS**ABSTRACT**

The proportion of elderly in the population is growing in different countries, which makes essential to examine this part of the population in different perspectives. In this way, the objective of this review is to understand how aging affects the neuromuscular system, especially muscle strength, and how this decline works on functional aspects, i.e. on everyday tasks. In addition, it is investigated how strength training, specifically aimed at improving muscle strength, can be a safe and effective strategy in combating the adverse effects of aging on neuromuscular system.

Keywords: Elderly. Strength Training. Weight Training. Functional.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, N. B. et al. Muscle strength and rising from a chair in older adults. **Muscle and Nerve**, Boston, v. 20, p.S56-S59, 1997. Supplement 5.
- BARRY, B. K.; CARSON, R. G. The consequences of resistance training for movement control in older adults. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 59, no. 7, p.730-754, 2004.
- BASSEY, E. J. et al. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. **Clinical Science**, Oxford, v. 82, no. 3, p. 321-327, 1992.
- BEMBEN, D. A. et al. Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, no. 11, p. 1949-1957, 2000.
- BOTTARO, M. et al. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 99, no. 3, p. 257-264, 2007.
- BRENTANO, M. A. et al. Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 22, no. 6, p.1816-1825, 2008.
- BRILL, P. A. et al. Muscular strength and physical function. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 32, no. 2, p.412-416, 2000.
- BRUNNER, F. et al. Effects of aging on type II muscle fibers: A systematic review of the literature. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 15, no. 3, p.336-348, 2007.
- BURKSMANN, S. et al. Quedas em idosos: prevenção. **Revista da Associação Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v., n., p.1-10, 2008.
- CADORE, E. L. et al. Physiological effects of concurrent training in elderly men. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.31, no. 10, p. 689-697, 2010.
- CANDOW, D. G.; BURKE, D. G. Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 21, no. 1, p. 204-207, 2007.
- CARVALHO, J.; SOARES, J. M. C. Envelhecimento e força muscular - breve revisão. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 4, no. 3, p.79-93, 2004.
- CASEROTTI, P., AAGAARD, P., BUTTRUP LARSEN, J. e PUGGAARD, L. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: Changes in rapid muscle force, strength and power. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 18, n. 6, p.773-82. 2008.
- CHODZKO-ZAJKO, W. J. et al. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 41, no. 7, p.1510-1530. 2009.
- CIOLAC, E. G.; BRECH, G. C.; GREVE, J. M. D. Age does not affect exercise intensity progression among women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 24, no. 11, p. 3023-3031, 2010.
- CUOCO, A. et al. Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 59, no. 11, p. 1200-1206, 2004.
- DE VOS, N. J. et al. Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 60, no. 5, p. 638-647, 2005.
- DI PIETRO, L. Physical activity in aging: Changes in patterns and their relationship to health and function. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 56, no. 2, p.13-22, 2001.
- DROOTIN, M. Summary of the updated american geriatrics society/british geriatrics society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 59, no. 1, p.148-157, 2011.
- EARLES, D. R., JUDGE, J. O. e GUNNARSSON, O. T. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 7, p.872-8. 2001.
- EVANS, W. J. Exercise strategies should be designed to increase muscle power. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, Washington, DC, v. 55, no. 6, p. 309-310, 2000.
- FATOUROS, I. G. et al. Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 20, no. 3, p.634-662, 2006.

- FATOUROS, I. G. et al. Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 39, no. 10, p.776-780, 2005.
- FERRUCCI, L. et al. Departures from linearity in the relationship between measures of muscular strength and physical performance of the lower extremities: The Women's Health and Aging Study. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 52, no. 5, p. M275-M285, 1997.
- FIELDING, R. A. et al. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 50, no. 4, p. 655-662, 2002.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FOGELHOLM, M. Physical activity, fitness and fatness: relations to mortality, morbidity and disease risk factors. A systematic review. **Obesity Reviews**, Oxford, v. 11, no. 3, p. 202-221, 2010.
- FOLDVARI, M. et al. Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 55, no. 4, p. M192-M199, 2000.
- FRONTERA, W. R.; BIGARD, X. The benefits of strength training in the elderly. **Science and Sports**, Madison, v. 17, no. 3, p.109-116, 2002.
- GALVÃO, D. A.; TAAFFE, D. R. Resistance exercise dosage in older adults: Single- versus multiset effects on physical performance and body composition. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 53, no. 12, p. 2090-2097, 2005.
- GARBER, C. E. et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 43, no. 7, p. 1334-1359, 2011.
- GERALDES, A. A. R., DIAS JUNIOR, N. M., ALBUQUERQUE, R. B., CARVALHO, J. e FARINATTI, P. T. V. Efeito de um programa de treinamento resistido com volume e intensidade moderados e velocidade elevada sobre o desempenho funcional de mulheres idosas. **Revista Brasileira de ciências e Movimento**, v. 15, n. 3, p.53-60. 2007.
- GRANACHER, U.; GRUBER, M.; GOLLHOFER, A. Resistance training and neuromuscular performance in seniors. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 30, no. 9, p. 652-657, 2009.
- HÄKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v. 158, no. 1, p. 77-88, 1996.
- HARRIS, N.; CRONIN, J.; KEOGH, J. Contraction force specificity and its relationship to functional performance. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 25, no. 2, p. 201-212, 2007.
- HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 39, no. 8, p.1423-1434, 2007.
- HENWOOD, T. R.; TAAFFE, D. R. Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. **Gerontology**, Basel, v. 51, no. 2, p. 108-115, 2005.
- HENWOOD, T. R.; TAAFFE, D. R. Short-term resistance training and the older adult: The effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, Oxford, v. 26, no. 5, p. 305-313, 2006.
- HENWOOD, T. R. e TAAFFE, D. R. Detraining and retraining in older adults following long-term muscle power or muscle strength specific training. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 63, n. 7, p.751-8. 2008.
- HRUDA, K. V.; HICKS, A. L.; MCCARTNEY, N. Training for muscle power in older adults: Effects on functional abilities. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 28, no. 2, p.178-189, 2003.
- HUGHES, V. A. et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 56, no. 5, p. B209-B217, 2001.
- HUNTER, G. R.; TREUTH, M. S. Relative training intensity and increases in strength in older women. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Lincoln, v. 9, no. 3, p. 188-191, 1995.
- HURLEY, B. F.; ROTH, S. M. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. **Sports Medicine**, Auckland, v. 30, n. 4, p. 249-268, 2000.
- IBGE. **População brasileira envelhece em ritmo acelerado**. 2013. Disponível em:<<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&idnoticia=1272&busca=&t=ibge-poblacion-brasilena-envejece-ritmo-acelerado>>. Acesso em: 08 ago. 2013.
- IVEY, F. M. et al. Effects of strength training and detraining on muscle quality: Age and gender comparisons. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 55, no. 3, p. B152-B157, 2000.
- IZQUIERDO, M. et al. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 79, no. 3, p. 260-267, 1999.
- IZQUIERDO, M. et al. Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 17, no. 1, p.129-139, 2003.
- KALAPOTHARAKOS, V. I. Aerobic exercise in older adults: effects on VO₂max and functional performance. **Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine**, Boca Raton, v. 19, no. 3, p. 213-225, 2007.

- KALAPOTHARAKOS, V. I.; DIAMANTOPOULOS, K.; TOKMAKIDIS, S. P. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and functional performance of older adults aged 80 to 88 years. **Aging - Clinical and Experimental Research**, Milano, v. 22, no. 2, p.134-140, 2010.
- KALAPOTHARAKOS, V. I. et al. Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 19, no. 3, p. 652-657, 2005.
- KING, A. C.; REJESKI, W. J.; BUCHNER, D. M. Physical activity interventions targeting older adults: a critical review and recommendations. **American Journal of Preventive Medicine**, New York, v. 15, no. 4, p. 316-333, 1998.
- KNUTTGEN, N. H.; KRAEMER, W. J. Terminology e measurement in exercise performance. **Journal of Applied Sport Science Research**, v. 1, p.1-10. 1987.
- KOMI, P. V. **Força e potência no esporte**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- KRAEMER, W. J. et al. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 34, no. 2, p. 364-380, 2002.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 36, no. 4, p. 674-688, 2004.
- KRAUSE, M. P. et al. A comparison of functional fitness of older Brazilian and American women. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 17, no. 4, p. 387-397, 2009.
- LATHAM, N. K. et al. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 59, no. 1, p. 48-61, 2004.
- LIU-AMBROSE, T. et al. Resistance and Agility Training Reduce Fall Risk in Women Aged 75 to 85 with Low Bone Mass: A 6-Month Randomized, Controlled Trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 52, no. 5, p. 657-665, 2004.
- LIU, C. J.; LATHAM, N. K. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, Oxford, no. 3, p. 2759, 2009.
- MACALUSO, A.; DE VITO, G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 91, no. 4, p. 450-472, 2004.
- MARSH, A. P., MILLER, M. E., REJESKI, W. J., HUTTON, S. L. e KRITCHEVSKY, S. B. Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 17, n. 4, p.416-43. 2009.
- MISZKO, T. A. et al. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 58, no. 2, p.171-175, 2003.
- MORELAND, J. D. et al. Muscle weakness and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 52, no. 7, p. 1121-1129, 2004.
- NELSON, M. E. et al. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures: A randomized controlled trial. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 272, no. 24, p. 1909-1914, 1994.
- NELSON, M. E. et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the american college of sports medicine and the american heart association. **Circulation**, Dallas, v. 116, no. 9, p. 1094-1105, 2007.
- NÓBREGA, A. C. L. D. et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 5, n., p. 207-211, 1999.
- NOGUEIRA, W., GENTIL, P., MELLO, S. N. M., OLIVEIRA, R. J., BEZERRA, A. J. C. e BOTTARO, M. Effects of power training on muscle thickness of older men. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p.200-4. 2009.
- ORR, R.; RAYMOND, J.; SINGH, M. F. Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults: A systematic review of randomized controlled trials. **Sports Medicine**, Auckland, v. 38, no. 4, p. 317-343, 2008.
- 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**, Madison, v. 30, no. 6, p. 975-991, 1998.
- PROVINCE, M. A. et al. The effects of exercise on falls in elderly patients: A preplanned meta- analysis of the FICSIT trials. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 273, no. 17, p. 1341-1347, 1995.
- RANTANEN, T.; ERA, P.; HEIKKINEN, E. Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 45, no. 12, p. 1439-1445, 1997.
- RICE, J.; KEOGH, J. W. L. Power training: Can it improve functional performance in older adults? A systematic Review. **International Journal of Exercise and Science**, v. 2, no. 2, p. 131-151, 2009.
- RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. **Journal of Aging and Physical Activity**, Champaign, v. 7, no. 2, p. 162-181, 1999.
- RUIZ, J. R. et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. **BMJ (Clinical research ed.)**, United Kingdom, v. 337, p. 1-9, 2008.
- SAYERS, S. P. High-speed power training: A novel approach to resistance training in older men and women. A brief review and pilot study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 2, p.518-26. 2007.
- SAYERS, S. P.; GIBSON, K. A comparison of high-speed power training and traditional slow-speed resistance training in older men and women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 24, no. 12, p. 3369-3380, 2010.

- SCHLICHT, J.; CAMAIONE, D. N.; OWEN, S. V. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 56, no. 5, p. M281-M286, 2001.
- SEYNNES, O. et al. Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. **Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, DC, v. 59, no. 5, p. 503-509, 2004.
- SKELTON, D. A.; KENNEDY, J.; RUTHERFORD, O. M. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. **Age and Ageing**, London, v. 31, no. 2, p.119-125, 2002.
- SKELTON, D. A. et al. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 43, no. 10, p.1081-1087, 1995.
- SOUSA, N.; SAMPAIO, J. Effects of progressive strength training on the performance of the functional reach test and the timed get-up-and-go test in an elderly population from the rural north of Portugal. **American Journal of Human Biology**, New York, v. 17, no. 6, p. 746-751, 2005.
- STEIB, S.; SCHOENE, D.; PFEIFER, K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: A meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 42, no. 5, p. 902-914, 2010.
- STENGEL, S. V. et al. Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. **Journal of Applied Physiology**, Washington, DC, v. 99, no. 1, p. 181-188, 2005.
- TAAFFE, D. R. et al. Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 47, no. 10, p. 1208-1214, 1999.
- TAAFFE, D. R. et al. Comparative effects of high- and low-intensity resistance training on thigh muscle strength, fiber area, and tissue composition in elderly women. **Clinical Physiology**, Oxford, v. 16, no. 4, p. 381-392, 1996.
- TIGGEMANN, C. L. **Comparação entre métodos de determinação da carga e de velocidade de execução do treinamento de força nas adaptações neuromusculares e no desempenho de capacidades funcionais em mulheres idosas: ensaio clínico randomizado.** (Tese de Doutorado - Programa de Pós Graduação em Ciência do Movimento Humano) Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.
- TRACY, B. L. et al. Muscle quality. II. Effects of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. **Journal of Applied Physiology**, Washington, DC, v. 86, n. 1, p. 195-201, 1999.
- TSCHOPP, M.; SATTELMAYER, M. K.; HILFIKER, R. Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. **Age and Ageing**, London, v. 40, no. 5, p. 549-556, 2011.
- VANDERVOORT, A. A. Aging of the human neuromuscular system. **Muscle and Nerve**, Boston, v. 25, n. 1, p. 17-25, 2002.
- VINCENT, K. R. et al. Improved cardiorespiratory endurance following 6 months of resistance exercise in elderly men and women. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 162, n. 6, p. 673-678, 2002a.
- VINCENT, K. R. et al. Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 50, no. 6, p. 1100-1107, 2002b.
- VON STENGEL, S. et al. Differential effects of strength versus power training on bone mineral density in postmenopausal women: A 2-year longitudinal study. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 41, no. 10, p. 649-655, 2007.
- WHIPPLE, R. H.; WOLFSON, L. I.; AMERMAN, P. M. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: An isokinetic study. **Journal of the American Geriatrics Society**, New York, v. 35, no. 1, p.13-20, 1987.

Recebido em 01/10/2012

Revisado em 13/01/2013

Aceito em 22/03/2012

Endereço para correspondência:

Carlos Leandro Tiggemann. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Grupo de Pesquisas em Atividade Aquática e Terrestre – GPAT. Rua Felizardo, 750. CEP 90690-200. Jardim Botânico - Porto Alegre-RS, Brasil. Email: cltiggemann@yahoo.com.br