Arquivos de Ciências do ESPORTE

ISSN 2317-7136

Artigo Original

EDUFTM – Editora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Benefícios de diferentes periodizações de corrida em piscina funda na força muscular de idosos

Effects of different periodizations of deep water running on muscular strength in older people

Jonas Casagranda Zanella[a*], Camila Miranda[a], Yasmin Bortoli Führ[a], Mariana de Souza Strehl[a], Katholyn Bitencourt[a], Andressa Martins e Silva[a], André Ivaniski-Mello[a], Ana Carolina Kanitz[a]

[a] *Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.*

** Autor correspondente: Jonas Casagranda Zanella, jonaszanella@gmail.com. Rua Felizardo, 750, Jardim Botânico, Porto Alegre, RS, 90690-200, Brasil.*

Citação: ZANELLA, J. C.; MIRANDA, C.; FÜHR, Y. B.; STREHL, M. S.; BITENCOURT, K.; SILVA, A. M.; IVANISKI-MELLO, A.; KANITZ, A. C. Benefícios de diferentes periodizações de corrida em piscina funda na força muscular de idosos. Arq. Cien. Esporte, v. 14, e026006, 2026. DOI https://doi.org/10.18554/aces.8444

Recebido: 26/05/2025

Aceito: 27/092025

Publicado: 17/11/2026

Prefixo DOI: 10.18554/aces.8444

E-location ID: e026006

Volume: 14, 2026

Nota do Editor: *A revista "Arquivos de Ciências do Esporte" permanece neutra em relação às reivindicações jurisdicionais em mapas publicados e afiliações institucionais.*

Licença: CC BY-NC-ND 4.0

Copyright © 2026 pelos autores. Publicado em acesso aberto sob os termos e condições da licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).

Resumo: Objetivo: avaliar os efeitos de diferentes periodizações de treinamento de corrida em piscina funda (DWR) nas respostas neuromusculares de idosos. Métodos: desenho quase-experimental com duas sessões semanais e duração de 24 semanas. Os participantes foram randomizados em Grupo Periodização Contínua (GPC; n = 17) e Grupo Periodização Híbrida (GPH; n = 17). O GPC realizou periodização contínua por 24 semanas, enquanto o GPH realizou 12 semanas de atividades lúdicas seguidas por 12 semanas da mesma periodização do GPC. O desfecho primário foi a Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) de extensores de joelho e os secundários foram Força Resistente de Membros Inferiores (FRMI), Eletromiografia de Reto Femoral (ERF) e Vasto Lateral (EVL). Resultados: Houve incremento significativo da CIVM após 24 semanas de treinamento (Δ = 6,06 kg; p < 0,001), sem diferenças entre os grupos. A ERF não apresentou diferenças significativas. A EVL apresentou interação significativa (p = 0,047), com redução após 12 semanas (Δ = −36,65 RMS) e aumento do pós-12 para o pós-24 semanas (Δ = 27,16 RMS) apenas no GPH. A FRMI aumentou significativamente ao longo do tempo, com incrementos de 1,66 repetições após 12 semanas e de 2,52 repetições após 24 semanas, sem diferenças entre os grupos. Conclusões: Ambas as periodizações produziram ganhos semelhantes de força muscular, embora tenham apresentado padrões distintos de adaptação neural.

Palavras-chave: *Envelhecimento Saudável; Desempenho Físico Funcional; Eletromiografia; Fisioterapia Aquática; Músculo Quadríceps; Promoção da Saúde.*

Abstract: Objective: To evaluate the effects of different deep-water running (DWR) training periodization models on neuromuscular responses in older adults. Methods: This quasi-experimental study consisted of two weekly training sessions over 24 weeks. Participants were randomized into a Continuous Periodization Group (CPG; n = 17) and a Hybrid Periodization Group (HPG; n = 17). The CPG followed a continuous periodization program for 24 weeks, whereas the HPG completed 12 weeks of recreational water-based activities followed by 12 weeks of the same periodized program performed by the CPG. The primary outcome was maximal voluntary isometric contraction (MVIC) of the knee extensors. Secondary outcomes included lower limb muscular endurance (LLME) and electromyographic activity of the rectus femoris (RF-EMG) and vastus lateralis (VL-EMG). Results: MVIC increased significantly after 24 weeks of training (Δ = 6.06 kg; p < 0.001), with no differences between groups. RF-EMG showed no significant changes. A significant group × time interaction was observed for VL-EMG (p = 0.047), with a reduction after 12 weeks (Δ = −36.65 RMS) followed by an increase from week 12 to week 24 (Δ = 27.16 RMS) only in the HPG. LLME also increased significantly over time, with gains of 1.66 repetitions after 12 weeks and 2.52 repetitions after 24 weeks, with no between-group differences. Conclusions: Both periodization models produced similar improvements in muscle strength, although they were associated with distinct patterns of neural adaptation.

Keywords: *Healthy Aging; Physical Functional Performance; Electromyography; Aquatic Therapy; Quadriceps Muscle; Health Promotion.*

1. INTRODUÇÃO

A força de membros inferiores desempenha um papel vital na capacidade funcional e no desempenho das atividades de vida diária de indivíduos idosos. Com o envelhecimento, há um declínio da atividade neuromuscular que afeta diretamente a autonomia e independência dos idosos[1,2]. Sob essa perspectiva, um dos fatores de risco modificáveis que mais impactam na saúde dos idosos é o exercício físico regular[3]. Dentre os componentes de um programa de treinamento físico, o treinamento de força é altamente recomendado por especialistas da área desde que siga os princípios de individualização, periodização e progressão[4].

A literatura é muito bem documentada quanto à prescrição de treinamento de força de maneira tradicional em centros de treinamento[5]. No entanto, uma maneira não convencional de promover estímulos neuromusculares em idosos são os exercícios no meio aquático[6]. Isso ocorre devido às propriedades físicas do meio aquático, pois quando um corpo imerso se movimenta, ocorre um recrutamento muscular significativo devido à força de arrasto que atua nele[7]. Além disso, existem diversos efeitos benéficos advindos do empuxo que resultam em menor impacto articular[8,9], os quais proporcionam diminuição de dores e aumento da sensação de prazer em exercício[10,11]. A pressão hidrostática é outro fator que facilita o retorno venoso, reduzindo a frequência cardíaca[12] e a pressão arterial[13]. Nesse contexto, os exercícios aquáticos apresentam a vantagem de impor menor sobrecarga aos sistemas osteoarticular e cardiovascular, tornando a prática de atividades em meio aquático especialmente benéfica para a população idosa[14].

A corrida em piscina funda (DWR) é uma modalidade de exercício em meio aquático que é realizada em piscina funda com o auxílio de um cinturão flutuador[12]. Como os praticantes não tocam os pés no fundo da piscina, o DWR não apresenta impacto sobre as articulações de membros inferiores e da coluna vertebral, sendo uma alternativa para pessoas idosas por permitir que se alcance altas intensidades com menor risco de lesão[12]. O DWR promove benefícios à aptidão cardiorrespiratória, incluindo o aumento do consumo máximo de oxigênio e a redução da frequência cardíaca de repouso, além de contribuir para a diminuição da pressão arterial. [12,15–17].

Apesar de diversos estudos demonstrarem os benefícios de programas de exercícios no meio aquático na força muscular de indivíduos idosos[18–21], poucos são com a modalidade de DWR[12,16]. De maneira geral, o aumento da força muscular foi observado de maneira similar entre os métodos de treinamento combinado e aeróbicos em água rasa[12,18,20,22]. Especificamente sobre o DWR, houve efeitos positivos na força muscular tanto nos membros superiores quanto inferiores[16], principalmente com aumento da força e resistência muscular dos extensores e flexores de joelho e quadril[12,23]. Além disso, Kaneda et al. (2009)[24] e Kanitz et al. (2015) destacam que essa atividade pode trazer melhoras em aspectos neuromusculares, principalmente de pessoas idosas.

Entretanto, ainda há uma necessidade de mais pesquisas para entender as respostas neuromusculares e seus efeitos crônicos no DWR, nos diferentes métodos de prescrição de exercícios aquáticos e como diferentes estados de treinamento podem influenciar as adaptações ao DWR. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes periodizações de treinamento de DWR nas respostas neuromusculares de idosos. Nossa hipótese é que haja benefícios neuromusculares para todos os idosos, mas com uma resposta mais acentuada no grupo que realizou 24 semanas de treinamento periodizado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo quase-experimental que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (nº 13300619.3.0000.5347) e seguiu as diretrizes do CONSORT. Os participantes foram randomizados em dois grupos com 24 semanas de intervenção de DWR: Grupo Periodização Contínua (GPC) e Grupo Periodização Híbrida (GPH). O desfecho primário é a força isométrica máxima de extensão do joelho e os desfechos secundários são atividade eletromiográfica de reto femoral e vasto lateral e força resistente de membros inferiores. Todos os participantes leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, e as intervenções seguiram os princípios éticos da Declaração de Helsinque.

Participantes

Participaram da pesquisa pessoas idosas de ambos os sexos que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: idade ≥ 60 anos; não praticar exercícios físicos de forma regular e sistemática há no mínimo três meses; apresentar atestado médico permitindo a prática de atividade física; não ser fumante; não apresentar doenças cardiovasculares não controladas ou com complicações associadas; não apresentar problemas osteomusculares que impeçam a prática de exercício físico.

A amostra foi recrutada por meio de anúncios em jornais de grande circulação e em redes sociais. Os participantes elegíveis participaram de uma reunião em que foram explicados todos os detalhes acerca do estudo. Após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, foi realizada uma anamnese e agendadas as demais avaliações. Ao final das avaliações pré-treinamento, os participantes foram randomizados (Função ALEATÓRIO Excel) entre os grupos GPC e GPH e foram cegados quanto à intervenção que receberiam.

Cálculo amostral

O cálculo amostral foi realizado usando o tamanho de efeito da variável força dinâmica máxima de extensão do joelho do estudo de Kanitz et al. (2015), adotando um $\alpha = 0,05$, poder de 80% e coeficiente de correlação de 0,8. O cálculo resultou em 17 participantes para cada grupo (G*Power, v. 3.1).

Avaliações

As coletas de dados foram realizadas em três momentos: linha de base, pós-12 e pós-24 semanas. As avaliações foram realizadas por pesquisadores previamente treinados e familiarizados com os protocolos de testes. Antes das avaliações, cada participante teve uma sessão de familiarização com os testes de força. As coletas foram realizadas no Centro Olímpico da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID). Primeiramente, foi realizada uma anamnese via formulário online com perguntas referentes ao histórico de saúde e uso de medicamentos. Em seguida, os voluntários compareceram à ESEFID para realizar as demais avaliações físicas.

Contração Voluntária Máxima e Atividade Neuromuscular

A Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) foi avaliada no movimento de extensão de joelho com a perna dominante. O participante foi posicionado em uma cadeira extensora com 90º de flexão do quadril e 60º de flexão do joelho e foi instruído a exercer o máximo de força o mais rápido possível. Foram realizadas três tentativas, cada uma com duração de 5 segundos e incentivo verbal, seguidas por um intervalo de 2 minutos. Foi utilizada uma célula de carga conectada a um conversor analógico-digital New Miotool (MIOTEC, Porto Alegre, Brasil) e a repetição com o maior valor e força estável foi utilizada para análise[25].

Juntamente com a CIVM, a atividade neuromuscular dos músculos reto femoral (ERF) e vasto lateral (EVL) foi obtida por meio do sinal eletromiográfico (EMG). Dois eletrodos foram posicionados em uma configuração bipolar (20 mm de distância) em paralelo com a orientação das fibras musculares (www.seniam.org) e um eletrodo de referência na patela. Foi realizada tricotomia e abrasão da pele do local de interesse a fim de manter a impedância abaixo de 3 kΩ. O sinal EMG bruto foi adquirido simultaneamente com a CIVM utilizando um sistema de 8 canais (New Miotool, Porto Alegre, Brasil) com taxa de amostragem de 2000 Hz por canal.

Os dados de força e EMG foram posteriormente processados em uma rotina matemática customizada (Python v. 3.8). Primeiramente, foi retirado o offset das curvas brutas de força e EMG. Então foi aplicado filtro Butterworth nas curvas de força (passa-baixa 4ª ordem, 6 Hz) e de EMG (passa-banda, 4ª ordem, com frequência de corte entre 20 e 500 Hz). Em seguida, foi realizado recorte de um segundo na maior força estável no platô da curva de força. A partir desse recorte, o valor médio de força foi determinado (em kg) e esse valor médio foi definido como a força isométrica máxima. Nessa mesma janela de recorte, foi calculado o valor root mean square (RMS) da atividade EMG (com intervalos de 100 ms), e o valor médio dessa curva RMS foi definido como a atividade muscular. Para garantir a mesma posição dos eletrodos em todas as avaliações, foram confeccionados mapas anatômicos com lâminas transparentes[25].

Força Resistente de Membros Inferiores

A Força Resistente de Membros Inferiores (FRMI) foi coletada por meio do teste 30-second Chair Stand[26]. Os voluntários foram orientados a levantar e sentar na cadeira o máximo de vezes durante 30 segundos. A força foi definida como o número máximo de repetições válidas dentro do tempo estabelecido.

Intervenção

A intervenção foi realizada durante 24 semanas, com frequência semanal de duas vezes por semana e duração de 45 minutos em cada sessão de treinamento. As sessões de treinamento eram divididas em aquecimento (8 min), parte principal (30 min) e volta à calma (7 min). Antes de iniciar os programas de treinamento de DWR, os indivíduos tiveram quatro sessões de familiarização com o ambiente aquático, com os cinturões flutuadores, a técnica de movimento e com a escala de percepção de esforço de Borg (6-20)[27]. Cada sessão de treinamento contava com três profissionais qualificados com funções específicas: demonstrar os movimentos e incentivar verbalmente os participantes (borda da piscina); corrigir individualmente a técnica de movimento (borda da piscina) e garantir segurança e auxílio aos participantes (dentro da piscina).

O GPC realizou um treinamento aeróbico periodizado (semana 1 a 24), com intensidade de treinamento progredindo a cada quatro semanas e utilizando os métodos contínuo e intervalado (Tabela 1). O aquecimento (8 min) era composto por deslocamentos livres na piscina em intensidade leve, equivalente ao Índice de Esforço percebido (IEP) 13 da escala. A parte principal (30 min) foi dividida em seis séries de 5 minutos. Para atingir a intensidade alvo em cada mesociclo, foram realizados movimentos multiplanares de membros superiores concomitantemente à técnica de movimento cíclico de membros inferiores do DWR.

Tabela 1. *Periodização do treinamento do grupo periodização contínua ao longo das 24 semanas.*

Semanas	Séries	Distribuição do volume e intensidade em cada série	Distribuição do volume e intensidade na parte principal
1 a 4	6	5 min (IEP = 13)	30 min (IEP = 13)
5 a 8	6	4 min (IEP = 15) + 1 min (IEP = 13)	24 min (IEP = 15) + 6 min (IEP = 13)
9 a 12	6	5 min (IEP = 15)	30 min (IEP = 15)
13 a 16	6	3 min (IEP = 15) + 1 min (IEP = 19) + 1 min (IEP = 13)	6 min (IEP = 19) + 18 min (IEP = 15) + 6 min (IEP = 13)
17 a 20	6	2 min (IEP = 16) + 1 min (IEP = 19) + 2 min (IEP = 13)	6 min (IEP = 19) + 12 min (IEP = 16) + 12 min (IEP = 13)
21 a 24	6	3 min (IEP = 16) + 1 min (IEP = 19) + 1 min (IEP = 13)	6 min (IEP = 19) + 18 min (IEP = 16) + 6 min (IEP = 13)

IEP = Índice de Esforço Percebido (Borg 6-20).

O GPH realizou um programa de treinamento com uma fase não periodizada (Semana 1 a 12) e uma fase periodizada (Semana 13 a 24). Para as sessões não periodizadas, foi realizada a seguinte estrutura de sessão de treinamento: aquecimento articular (10 min), atividades recreativas (20 min), alongamentos globais (10 min) e relaxamento (5 min). Os participantes foram constantemente orientados a realizar as atividades da com intensidade muito leve a leve (IEP = 9 a 11) a fim de evitar os efeitos da resistência da água e, consequentemente, evitar estímulos de força e de capacidade cardiorrespiratória. A fase periodizada seguiu a mesma estrutura de sessão do GPC e os mesmos estímulos de intensidade correspondentes às semanas 13 a 24.

Análise estatística

A comparação das variáveis de caracterização na linha de base entre os grupos foi realizada utilizando teste-t independente. As comparações no desfecho primário (CIVM) e secundários (ERF, EVL e FRMI) foram realizadas pelo método de Equações de Estimativas Generalizadas, com os fatores grupo e tempo e teste de post hoc de Bonferroni. Foi utilizada uma análise por intenção de tratar, utilizando os dados de todos os participantes que foram randomizados. O delta (Δ) representa a diferença entre as médias do pós-24 semanas e da linha de base. O nível de significância adotado foi de $\alpha = 0,05$. Todas as análises foram realizadas no software SPSS v. 22.0.

3. RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o fluxograma do estudo. Dos 49 indivíduos avaliados para elegibilidade, 15 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Os 34 participantes (32 mulheres, 2 homens) foram randomizados em GPC (n=17) e GPH (n=17). A assiduidade média dos participantes do GPC foi de 73,0% e para o GPH foi 74,1%.

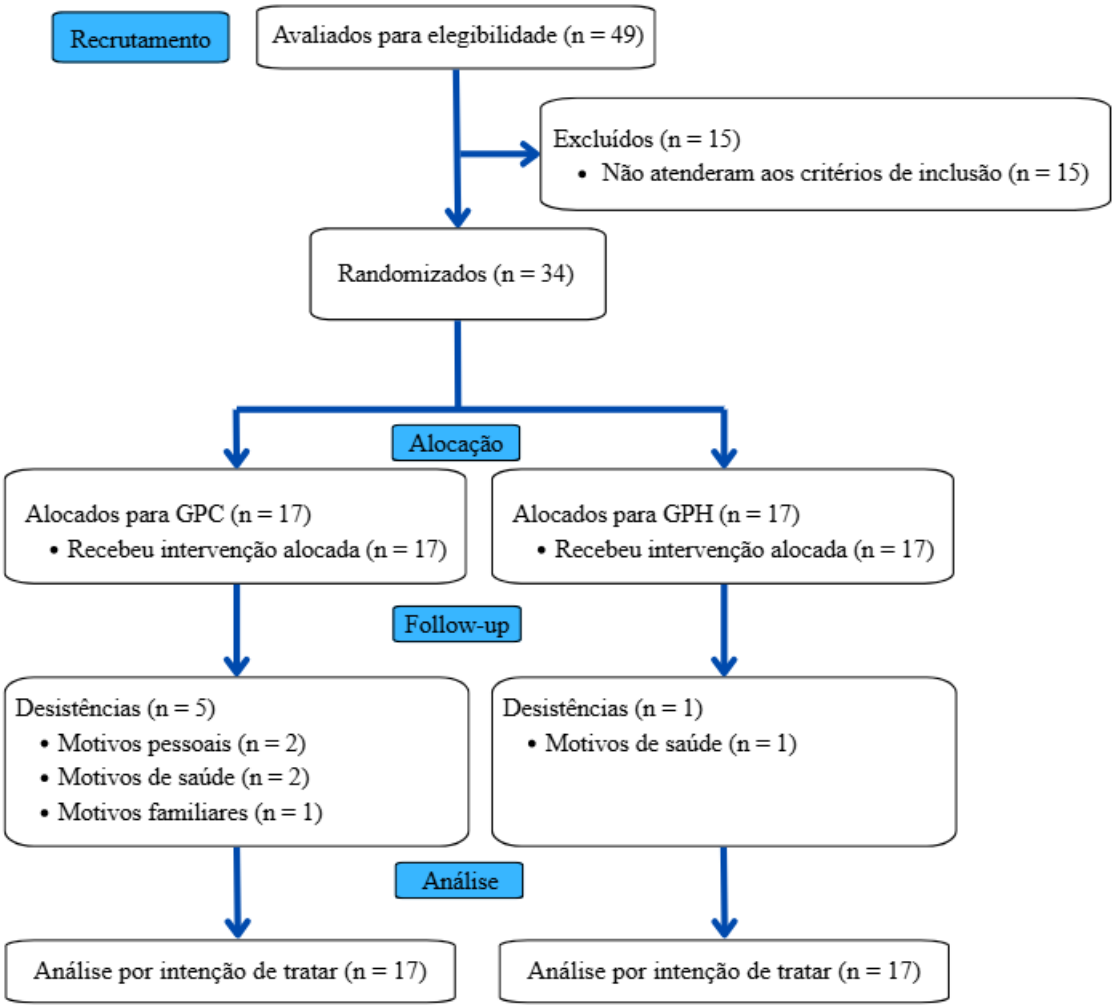


Figura 1. *Fluxograma do estudo segundo as diretrizes CONSORT.*

GPC = Grupo Periodização Contínua; GPH = Grupo Periodização Híbrida.

A Tabela 2 apresenta a caracterização da amostra na linha de base. Não houve diferenças significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis de caracterização (p>0,05).

Tabela 2. *Caracterização da amostra na linha de base.*

Desfecho	Grupo	Média	IC 95% Inferior	IC 95% Superior	p
Idade (anos)	GPC	66,76	65,01	68,52	0,123
	GPH	68,88	66,66	71,11	
Massa corporal (kg)	GPC	74,35	66,48	82,23	0,108
	GPH	66,49	60,21	72,78	
Altura (m)	GPC	1,59	1,56	1,62	0,835
	GPH	1,58	1,55	1,62	
IMC (kg/m²)	GPC	29,44	26,43	32,45	0,105

	GPH	26,48	24,22	28,74

GPC = Grupo Periodização Contínua; GPH = Grupo Periodização Híbrida; IMC = Índice de Massa Corporal.

A tabela 3 apresenta os resultados das variáveis neuromusculares. Embora não tenham sido observadas interações significativas (p = 0,284), a CIVM aumentou significativamente ao longo do tempo (p < 0,001), apresentando um incremento médio estimado de 6,06 kgf (erro padrão = 1,44) da linha de base ao pós-24 semanas. Quanto à ERF, não houve interações significativas (p = 0,749) nem alterações nos fatores tempo (p = 0,108) e grupo (p = 0,189). Por outro lado, a EVL apresentou interação significativa entre grupo e tempo (p = 0,047), na qual apenas o GPH reduziu significativamente seus valores da linha de base para o pós-12 semanas (Δ = −36,65 RMS; p = 0,009) e aumentou significativamente do pós-12 para o pós-24 semanas (Δ = +27,16 RMS; p = 0,002). Embora a FRMI não tenha apresentado interação significativa entre grupo e tempo (p = 0,426), observou-se efeito significativo do tempo (p < 0,001), com aumento de 1,66 repetições da linha de base para o pós-12 semanas (p = 0,007), mantendo-se superior à linha de base após 24 semanas (Δ = 2,52 repetições; p < 0,001), sem diferenças entre o pós-12 e o pós-24 semanas (p = 0,540).

Tabela 3. *Resultados da análise por intenção de tratar dos desfechos primário e secundários ao longo das 24 semanas de intervenção.*

Desfecho	Grupo	Linha de base (Média)	IC 95% Inferior	IC 95% Superior	Pós-12 sem. (Média)	IC 95% Inferior	IC 95% Superior	Pós-24 sem. (Média)	IC 95% Inferior	IC 95% Superior	p Grupo	p Tempo	p Interação
CIVM (kg)	GPC	13,87	10,46	17,28	16,73	11,02	22,43	18,16#	13,01	23,30	0,227	<0,001*	0,284
	GPH	10,84	8,25	13,43	10,80	7,86	13,74	18,67#	14,61	22,73			
ERF (RMS)	GPC	81,65	42,13	121,17	72,32	50,90	93,74	83,40	57,53	109,27	0,189	0,108	0,749
	GPH	70,64	51,22	90,06	48,53	34,18	62,88	71,34	57,82	84,86			
EVL (RMS)	GPC	137,78	56,29	219,27	95,71	62,41	129,00	93,30	56,57	130,03	0,270	<0,001*	0,047*
	GPH	99,41	71,10	127,72	62,76#	48,03	77,48	89,91§	70,57	109,26			
FRMI (reps)	GPC	14,59	12,41	16,76	16,08#	13,6	18,56	17,75#	14,99	20,51	0,715	<0,001*	0,426
	GPH	15,47	13,71	17,23	17,29#	14,89	19,7	17,35#	14,91	19,79			

CIVM = Contração Isométrica Voluntária Máxima; ERF = Eletromiografia de Reto Femoral; EVL = Eletromiografia de Vasto Lateral; FRMI = Força Resistente de Membros Inferiores.

** Diferença estatisticamente significativa (p<0,05). # Diferença significativa comparada à linha de base. § Diferença significativa ao longo do tempo (pós-12 vs pós-24).*

4. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo investigar os efeitos de diferentes periodizações do DWR sobre desfechos neuromusculares de idosos. Entre os principais achados, observou-se um incremento tardio da força isométrica máxima dos extensores do joelho, evidenciado apenas após 24 semanas de treinamento periodizado. Em relação à atividade eletromiográfica, o reto femoral não apresentou alterações ao longo da intervenção. Por outro lado, o vasto lateral apresentou uma redução significativa na ativação neural durante as 12 semanas iniciais de atividades lúdicas no grupo de periodização híbrida, seguida de um aumento na fase de treinamento específico. Quanto à força resistente de membros inferiores, verificou-se incremento semelhante entre os grupos, independentemente da estratégia de periodização adotada.

Poucos estudos na literatura investigaram os efeitos de uma intervenção de DWR na força muscular de idosos[12,23]. O estudo de Kanitz et al. (2015) encontrou melhoras na força dinâmica máxima e resistente de membros inferiores após 12 semanas. Por outro lado, o presente estudo observou melhoras da força isométrica máxima apenas após 24 semanas de treinamento. Uma possível razão poderia ser um maior volume semanal (três sessões) adotado pelo estudo de Kanitz et al. (2015) quando comparado ao presente estudo (duas sessões). Apesar da modalidade ser caracterizada como cíclica e a prescrição de treinamento ser aeróbica, os resultados deste estudo reforçam a concepção de que o DWR é capaz de melhorar a força de membros inferiores de

pessoas idosas sedentárias[6]. Tendo em vista os processos de sarcopenia associados ao envelhecimento[14], o DWR pode ser uma alternativa para melhorar a força física e contribuir para uma maior independência dessa população.

Embora tenha sido observado um incremento tardio da força isométrica máxima de extensores de joelho, a eletromiografia não demonstrou alterações crônicas ao final das 24 semanas de intervenção. Esse comportamento pode ser explicado pela biomecânica específica do DWR. Durante o movimento cíclico de membros inferiores no meio líquido, a ação muscular dos extensores de quadril é a principal responsável pela propulsão[24,28]. Com relação aos extensores do joelho, embora o percentual de contração do reto femoral seja maior no DWR quando comparado à corrida terrestre[28], o vasto lateral é menos exigido. Ainda assim, a carga de treinamento desempenha um papel neural importante, visto que o vasto lateral apresentou redução significativa de ativação durante as 12 semanas iniciais de atividades lúdicas no GPH, recuperando-se apenas após a introdução do treinamento específico. O ganho de força máxima sem um aumento crônico concomitante da EMG sugere que as adaptações podem ser decorrentes de melhoras na coordenação intermuscular de músculos sinergistas. A ausência de avaliação eletromiográfica desses outros grupos musculares limita a confirmação desse mecanismo, devendo ser considerada em estudos futuros.

Dentre as limitações do presente estudo, destaca-se a ausência de monitoramento do nível de atividade física habitual dos voluntários. Mudanças no comportamento ativo diário, especialmente no grupo GPH durante as 12 semanas iniciais, poderiam influenciar os resultados observados. Além disso, a perda de seguimento, particularmente no grupo GPC, pode ter reduzido o poder estatístico para detectar diferenças em algumas variáveis, sugerindo cautela na extrapolação de certas inferências. Por fim, a avaliação eletromiográfica limitou-se a dois ventres musculares da porção anterior da coxa. Uma análise mais abrangente, incluindo os músculos do quadril e outros sinergistas extensores do joelho, auxiliaria na elucidação dos mecanismos neuromusculares envolvidos no DWR.

5. CONCLUSÕES

Ambas as periodizações do treinamento de DWR promoveram respostas positivas em aspectos neuromusculares. O incremento da força resistente ocorreu logo nas 12 semanas iniciais sob diferentes estratégias de periodização, ao passo que o ganho de força isométrica máxima demandou um período mais prolongado de treinamento específico. As oscilações eletromiográficas evidenciam que a ausência de sobrecarga direcionada impacta negativamente a ativação neural, destacando a necessidade de estímulos consistentes e específicos.

6. AGRADECIMENTOS

Nosso sincero agradecimento ao Grupo Multidisciplinar de Pesquisa em Exercício Físico e Saúde (GEFiS), aos voluntários do estudo, aos avaliadores, aos professores e monitores e à universidade pública por propiciar o desenvolvimento desta pesquisa.

7. FINANCIAMENTO

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

8. APROVAÇÃO ÉTICA

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAAE 13300619.3.0000.5347).

9. CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES (CREDIT)

J.C.Z.: Conceituação, Curadoria de dados, Análise formal, Metodologia, Visualização, Redação – rascunho original.

C.M.: Conceituação, Investigação, Metodologia, Supervisão, Redação – revisão e edição.

Y.B.F.: Conceituação, Investigação, Metodologia, Redação – rascunho original.

M.S.S.: Conceituação, Investigação, Metodologia, Redação – rascunho original.

K.B.: Conceituação, Investigação, Metodologia, Redação – rascunho original.

A.M.S.: Conceituação, Investigação, Metodologia, Redação – rascunho original.

A.I.M.: Conceituação, Metodologia, Redação – revisão e edição.

A.C.K.: Conceituação, Aquisição de financiamento, Administração do projeto, Recursos, Redação – revisão e edição.

10. CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Santos, L., Cyrino, E. S., Antunes, M., Santos, D. A., & Sardinha, L. B. (2017). Sarcopenia and physical independence in older adults: the independent and synergic role of muscle mass and muscle function. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, 8(2), 245–250.
2. Costa, D. J., Galvão, L. L., Silva, R. R., & Tribess, S. (2020). Correlação entre a idade e força muscular em idosos: Estudo ELSIA. Arquivos de Ciências do Esporte, 8, 1–10.
3. Falck, R. S., Davis, J. C., Best, J. R., Crockett, R. A., & Liu-Ambrose, T. (2019). Impact of exercise training on physical and cognitive function among older adults: a systematic review and meta-analysis. Neurobiology of Aging, 79, 119–130.
4. Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., et al. (2019). Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. Journal of Strength and Conditioning Research, 33(8), 2019–2052.
5. Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., et al. (2021). International exercise recommendations in older adults (ICFSR): Expert consensus guidelines. The Journal of Nutrition, Health and Aging, 25(7), 824–853.
6. Kruel, L. F. M., Costa, R. R., Liedtke, G. V., & Kanitz, A. C. (2018). Treinamento de força no meio aquático: uma revisão sobre os aspectos históricos, fisiológicos e metodológicos. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, 26(2), 176–185.
7. Torres-Ronda, L., & Del Alcázar, X. S. I. (2014). The properties of water and their applications for training. Journal of Human Kinetics, 44, 237–248.
8. Abadi, F. H. (2020). A perspective on water properties and aquatic exercise for older adults. International Journal of Aging Health and Movement, 2(2), 1–10.
9. Alberton, C. L., Finatto, P., Pinto, S. S., Antunes, A. H., Cadore, E. L., Tartaruga, M. P., et al. (2015). Vertical ground reaction force responses to different head-out aquatic exercises performed in water and on dry land. Journal of Sports Sciences, 33(8), 795–805.
10. Fisken, A., Keogh, J. W. L., Waters, D. L., & Hing, W. A. (2015). Perceived benefits, motives, and barriers to aqua-based exercise among older adults with and without osteoarthritis. Journal of Applied Gerontology, 34(3), 377–396.
11. Figueiredo, K., Coelho, F. G. M., Chaves, A. D., Brunheroti, K. A., Brito, B. T. G., Castro, C. B., et al. (2021). Fatores motivacionais para a prática de exercício físico em idosos: estudo de abordagem mista. Arquivos de Ciências do Esporte, 9, 1–11.
12. Kanitz, A. C., Delevatti, R. S., Reichert, T., Liedtke, G. V., Ferrari, R., Almada, B. P., et al. (2015). Effects of two deep water training programs on cardiorespiratory and muscular strength responses in older adults. Experimental Gerontology, 64, 55–61.
13. Reichert, T., Costa, R. R., Barroso, B. M., Rocha, V. M. B., Delevatti, R. S., & Kruel, L. F. M. (2018). Aquatic training in upright position as an alternative to improve blood pressure in adults and elderly: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine, 48(7), 1727–1737.
14. Santos, P. R. D. D., Santos, R. R. D. D., Silva, K. C. C. D., & Lourenço, L. K. (2021). Alterações musculoesqueléticas do envelhecimento, prevenção e atuação fisioterapêutica nas quedas em idosos: revisão bibliográfica. Research, Society and Development, 10(3), 1–9.
15. Chu, K. S., & Rhodes, E. C. (2001). Physiological and cardiovascular changes associated with deep water running in the young: possible implications for the elderly. Sports Medicine, 31(1), 33–46.
16. Reichert, T., Kanitz, A. C., Delevatti, R. S., Bagatini, N. C., Barroso, B. M., & Kruel, L. F. M. (2016). Continuous and interval training programs using deep water running improves functional fitness and blood pressure in the older adults. AGE, 38(20), 1–9.

17. Piotrowska-Całka, E. (2010). The effects of a 24-week deep water aerobic training program on cardiovascular fitness. Biology of Sport, 27(2), 95–98.
18. Farinha, C., Teixeira, A. M., Serrano, J., Santos, H., Campos, M. J., Oliveiros, B., et al. (2021). Impact of different aquatic exercise programs on body composition, functional fitness and cognitive function of non-institutionalized elderly adults: a randomized controlled trial. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(8963), 1–15.
19. Neiva, H. P., Brandão Faíl, L., Izquierdo, M., Marques, M. C., & Marinho, D. A. (2018). The effect of 12 weeks of water-aerobics on health status and physical fitness: An ecological approach. PLoS ONE, 13(5), 1–15.
20. Costa, R. R., Kanitz, A. C., Reichert, T., Prado, A. K. G., Coconcelli, L., Buttelli, A. C. K., et al. (2018). Water-based aerobic training improves strength parameters and cardiorespiratory outcomes in elderly women. Experimental Gerontology, 108, 231–239.
21. Fuentes-Lopez, J., Vidal-Espinoza, R., Alvear-Vasquez, F., Sanchez-Macedo, L., Mamani Velasquez, D., Rivera Pacco, W., et al. (2021). Systematic review of aquatic physical exercise programs on functional fitness in older adults. European Journal of Translational Myology, 31(4), 1–9.
22. Andrade, L. S., Pinto, S. S., Silva, M. R., Schaun, G. Z., Portella, E. G., Nunes, G. N., et al. (2020). Water-based continuous and interval training in older women: Cardiorespiratory and neuromuscular outcomes (WATER study). Experimental Gerontology, 134(110914), 1–8.
23. Alberti, D., Lazarotto, L., & Bento, P. C. B. (2017). Effects of a deep-water running program on muscle function and functionality in elderly women community dwelling. Motriz: Revista de Educação Física, 23(4), 1–8.
24. Kaneda, K., Sato, D., Wakabayashi, H., & Nomura, T. (2009). EMG activity of hip and trunk muscles during deep-water running. Journal of Electromyography and Kinesiology, 19(6), 1064–1070.
25. Narici, M. V., Roi, G. S., Landoni, L., Minetti, A. E., & Cerretelli, P. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. European Journal of Applied Physiology, 59(4), 310–319.
26. Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. Journal of Aging and Physical Activity, 7(2), 129–161.
27. Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 16, 55–58.
28. Kaneda, K., Wakabayashi, H., Sato, D., Uekusa, T., & Nomura, T. (2008). Lower extremity muscle activity during deep-water running on self-determined pace. Journal of Electromyography and Kinesiology, 18(6), 965–972.
29. Kwok, M. M. Y., So, B. C. L., Heywood, S., Lai, M. C. Y., & Ng, S. S. M. (2022). Effectiveness of deep water running on improving cardiorespiratory fitness, physical function and quality of life: A systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(9434), 1–15.