

Treinamento de força no meio aquático: uma revisão sobre os aspectos históricos, fisiológicos e metodológicos

Aquatic resistance training: a review about historical, physiological and metodological aspects

KRUEL LFM, COSTA RR, KANITZ AC, LIEDTKE GV. Treinamento de força no meio aquático: uma revisão sobre os aspectos históricos, fisiológicos e metodológicos. *R. Bras. Ci. e Mov* 2018;26(2):176-185.

RESUMO: Exercitar-se na água é uma prática constatada há vários séculos, embora seja recente sua realização de forma sistemática e planejada. A literatura científica é ampla no estudo dos efeitos do treinamento aeróbico aquático, tendo investigado diferentes modalidades. Nas últimas décadas têm ganhado relevância os estudos que avaliam treinamentos aquáticos de caráter de força e sua melhora no sistema neuromuscular. Contudo estes trabalhos apresentam métodos de prescrição muito diferentes, dificultando sua comparação. Assim, o objetivo desta revisão é elucidar aspectos metodológicos para prescrição de exercícios de força no meio aquático. Este artigo tem caráter narrativo e para a localização e aquisição dos estudos foram consultadas as bases de dados eletrônicas SCOPUS, SCIELO e MEDLINE, realizando-se buscas de artigos publicados entre os anos 1980 e 2016, com os seguintes descritores: hidroginástica, treinamento de força aquático e corrida em piscina funda. Os resultados demonstraram que os primeiros estudos publicados mundialmente relacionados a este tema datam do início dos anos 2000. Estes seguiam métodos de treinamento que buscavam reproduzir o modelo aplicado no meio terrestre, ou seja, utilizando número de repetições e número de séries. Por outro lado, os estudos mais recentes têm proposto a utilização da velocidade máxima e o tempo de execução para enfatizar vias metabólicas específicas (anaeróbica alática e anaeróbica láctica) e promover níveis adequados de tensão mecânica (velocidade máxima) e estresse metabólico (tempo de execução). Assim, os trabalhos demonstram que o treinamento de força no meio aquático têm proporcionado resultados satisfatórios em variáveis neuromusculares e morfológicas. Ainda, a prescrição de um treinamento de força neste meio, visando a ênfase sobre vias metabólicas específicas, utilizando o tempo de execução e a máxima velocidade, parece ser uma forma adequada de se alcançar objetivos relacionados ao treinamento de força.

Palavras-chave: Exercício; Desenvolvimento muscular; Treinamento de resistência; Força muscular.

ABSTRACT: Exercising in the water environment is a practice that has been observed for several centuries, although its realization in a systematic and planned manner is recent. The scientific literature is broad in the study of the effects of water-based aerobic training, having investigated different modalities. In the last decades, studies that evaluate water-based resistance training and its improvement in the neuromuscular system have gained relevance. However, these studies present very different prescription methods, making difficult to compare them. Thus, the purpose of this review is to elucidate methodological aspects for prescription of water-based resistance exercises. This manuscript is a narrative review and for location and acquisition of the studies the electronic databases SCOPUS, SCIELO and MEDLINE were searched, searching articles published between 1980 and 2016, with the following descriptors: water gymnastics, water-based resistance training and deep water running. The results showed that the first published studies related to this topic date back to the early 2000s. These studies followed training methods that sought to reproduce the model applied in the land environment, that is, using number of repetitions and number of series. On the other hand, more recent studies have proposed the use of maximum velocity and time to execution to emphasize specific metabolic pathways (lactic and alactic anaerobic) and to promote adequate levels of mechanical stress (maximal velocity) and metabolic stress (time to execution). Thus, the studies demonstrate that water-based resistance training has provided satisfactory results in neuromuscular and morphological variables. Furthermore, prescribing strength training in this environment, aiming at emphasizing specific metabolic pathways, using time to execution and maximum velocity, seems to be an appropriate way of achieving goals related to strength training.

Key Words: Exercise; Muscle development; Resistance training; Muscle strength

Luiz Fernando M. Krue¹
Rochelle Rocha Costa¹
Giane Veiga Liedtke¹
Ana Carolina Kanitz²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul

²Universidade Federal de Uberlândia

Introdução

Na literatura científica, os estudos propondo intervenções com exercícios de força em meio aquático têm demonstrado aumento significativo dos níveis de força em sujeitos sedentários após 8 semanas¹, 10 semanas² e 12 semanas³ de treinamento. Contudo, apesar dos estudos citados apresentarem aumentos na força, a comparação entre eles é bastante difícil devido aos diferentes métodos utilizados. As periodizações dos estudos, quando descritas, apresentam diferentes formas de controle e manutenção de carga (intensidade), diferentes estratégias de controle do volume do treinamento, além de utilizarem diferentes exercícios¹⁻¹¹.

Os estudos pioneiros utilizavam métodos de treino no meio aquático que buscavam reproduzir o modelo aplicado no meio terrestre, utilizando número predefinido de repetições e de séries¹⁻⁵. Outros estudos, com o intuito de maximizar a carga dentro da água, incluíram a utilização de diferentes equipamentos que impõem maior resistência ao movimento, como, por exemplo, o uso de palmares^{1,2}. Mais recentemente, tem se proposto a utilização da velocidade máxima para a execução dos movimentos e o controle do tempo de execução da série para enfatizar as vias metabólicas desejadas como uma forma de controlar a intensidade do exercício¹².

Desta forma, devido aos inúmeros fatores metodológicos que divergem entre os estudos e ao aumento do interesse nessa modalidade para os mais diversos fins, o objetivo da presente revisão é elucidar os aspectos metodológicos para prescrição de exercícios de força no meio aquático.

Métodos

Nesta revisão, o primeiro tópico abordará uma retrospectiva histórica visando situar o treinamento de força (TF) aquático no tempo e apresentar a sua evolução durante os últimos anos; o segundo tópico tem como objetivo retomar os conceitos fisiológicos relacionados ao TF convencional em meio terrestre; e, por fim, o terceiro tópico abordará as diferentes estratégias utilizadas para o TF na água relacionando estes com os aspectos fisiológicos citados no capítulo anterior.

Para a realização desta revisão utilizou-se como metodologia a revisão bibliográfica de caráter narrativo, sendo apresentada em caráter descritivo-discursivo, na qual serão apresentados e discutidos os tópicos supracitados relacionados ao TF no meio aquático. Para a localização e aquisição dos estudos, foram consultadas as bases de dados eletrônicas SCOPUS, SCIELO e MEDLINE, realizando-se buscas de artigos publicados entre os anos 1980 e 2016, com os seguintes descritores: hidroginástica, treinamento de força aquático, corrida em piscina funda, *water gymnastics*, *water-based exercises*, *deep water running*. A busca limitou-se aos artigos escritos nas línguas: português, inglês e espanhol. Adicionalmente, foram realizadas consultas no banco de dissertações e teses do LUME/UFRGS.

Retrospectiva histórica

Exercitar-se na água é uma prática constatada há vários séculos. No entanto, a realização de atividades físicas no meio aquático de forma sistemática e organizada, obedecendo a princípios científicos, é uma realidade recente. De acordo com Marques e Araújo Filho¹³ os exercícios aquáticos tornaram-se famosos graças à sua aplicabilidade terapêutica, tendo sido objeto de estudos desde o início do século XX.

Mais especificamente a respeito do surgimento da hidroginástica, os autores divergem sobre a sua origem. Segundo Paula e Paula¹⁴ a hidroginástica teria sua origem nos *spas* ingleses no início do século XX, tendo sido levada para os Estados Unidos nos anos 60 pela Associação Cristã de Moços. Por outro lado, para Santos e Cristianini¹⁵, uma evolução gradual de eventos isolados em vários países culminou no surgimento da modalidade denominada hidroginástica, que, no Brasil, chegou por volta dos anos 70. É, atualmente, uma atividade muito praticada, principalmente nos Estados Unidos, Brasil, Japão e Alemanha. Para Marques e Araújo Filho¹³ os exercícios aquáticos, que antes eram utilizados apenas para fins de reabilitação, evoluíram e difundiram-se, até que no final da década de 80 surgiu a hidroginástica, com o objetivo de utilizar exercícios aquáticos na posição vertical visando o condicionamento físico.

Em 1986, na Escola de Educação Física da UFRGS, tem início o projeto de Extensão em Natação para Asmáticos promovido pelo Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas e Terrestres (GPAT), inicialmente idealizado visando promover atividades aquáticas para esta população. Entretanto, no decorrer dos seguintes anos, vislumbrou-se a necessidade de incluir em suas rotinas atividades aquáticas na posição vertical, tais como a hidroginástica, o jogging aquático (*deep water running*) e a caminhada em piscina rasa para a população em geral, que foram implantadas e amplamente aceitas pela

comunidade participante. A partir da utilização regular destas modalidades começaram a surgir às primeiras investigações em estudos científicos acerca destes temas, advindas das curiosidades práticas de seus professores.

Os primeiros estudos publicados mundialmente relacionados ao TF no meio aquático datam do início dos anos 2000, sendo, portanto, este tema considerado relativamente recente. O estudo pioneiro sobre o tema foi realizado por um grupo de pesquisadores da África do Sul. O estudo de Petrick *et al.*⁵ buscou estabelecer se havia diferenças entre o desenvolvimento da força muscular nos meio aquático e terrestre, usando um protocolo de exercícios de força progressivos em mulheres jovens. No ano seguinte, dois estudos utilizando protocolos de TF no meio aquático investigaram seus efeitos na população feminina. O estudo de Pöyhönen *et al.*² visando verificar os efeitos do treinamento de força aquático de 10 semanas na performance neuromuscular de mulheres saudáveis; e o estudo de Takeshima *et al.*⁶ que buscaram determinar as respostas fisiológicas de mulheres idosas frente a um programa de exercícios em meio aquático.

Entretanto, os trabalhos publicados até aquele momento traziam como característica fundamental de suas prescrições a utilização do número predefinido de repetições para o controle do volume na sessão de treino. Todavia, pesquisadores brasileiros^{4,7} atentos às adaptações fisiológicas que este tipo de treinamento promove em seus praticantes, atentaram para o fato de que o número de repetições comumente prescrito nestes protocolos aquáticos pode não ser adequado para enfatizar as vias metabólicas predominantes no TF, em função do tempo despendido na série. Isto é, dependendo da velocidade de execução dos movimentos, o mesmo número de repetições determinado pode apresentar uma variabilidade muito grande no tempo para sua execução, podendo assim enfatizar diferentes vias metabólicas.

Neste contexto, começaram a surgir os primeiros estudos baseando suas prescrições no tempo de execução da série em detrimento ao número de repetições. Em 2004, um trabalho foi publicado por Cardoso *et al.*⁷ tendo como método o TF em piscina funda. Este estudo buscou analisar os efeitos do TF com e sem uso de equipamento resistivo na força máxima de mulheres. Tal experimento demonstrou que o desenvolvimento da força muscular é viável frente ao treinamento aquático em piscina funda. Contudo, o uso de equipamento parece não interferir nos incrementos da força observada em decorrência desse modelo de treinamento. No ano seguinte, o mesmo grupo de pesquisa publicou outro trabalho. O estudo de Krueel *et al.*⁴ objetivou verificar os efeitos de um TF aplicado em mulheres. Seus resultados possibilitaram concluir que a hidroginástica com ênfase no TF pode constituir uma eficaz modalidade para o desenvolvimento desta capacidade física.

Na sequência, objetivando determinar a efetividade de 24 semanas de um programa de treinamento aquático combinado (composto por componente aeróbico e de força) sobre a força muscular, a flexibilidade e a mobilidade funcional de idosas saudáveis, Tsourlou *et al.*⁸ publicam seu estudo. Esta pesquisa demonstrou que o treinamento aquático combinado é um método que possibilita incrementar a performance neuromuscular e a funcionalidade em idosas saudáveis.

Mais recentemente, no ano de 2010, surgem na literatura mundial, três estudos, reforçando as conclusões anteriores de que o treinamento combinado (aeróbico e força) em meio aquático e o TF isolado possuem a propriedade de incrementar os níveis de força muscular de seus praticantes. Os estudos de Graef *et al.*³ e Ambrosini *et al.*⁹ demonstraram incrementos na força muscular em mulheres idosas e de meia idade, respectivamente, após um treinamento combinado, enquanto Souza *et al.*¹² encontraram aumentos significativos na força muscular de mulheres jovens.

Nos anos de 2015 e 2016, Buttelli *et al.*¹⁰ e Schoenell *et al.*¹¹, respectivamente, examinando a influência do volume de TF no meio aquático, realizaram seus estudos com diferentes populações, entretanto com similares periodizações. Schoenell *et al.*¹¹ utilizando uma amostra de mulheres jovens e Buttelli *et al.*¹⁰ utilizando homens jovens, ambas populações previamente sedentárias, não encontraram diferenças no desenvolvimento da força quando se realizou séries simples ou múltiplas, apresentando incrementos na força frente a todos os protocolos.

Portanto, é notável que o TF na água, apesar de ser um tema de recente interesse científico, vem ganhando espaço, visto que o número de publicações nos últimos anos vem crescendo de forma considerável. Acredita-se que este fato seja devido aos seus inúmeros benefícios nos diversos componentes da saúde e do condicionamento físico supracitados, além do crescente interesse popular pela modalidade.

Aspectos fisiológicos

As adaptações crônicas de um treinamento físico são provenientes do acúmulo de respostas agudas obtidas em cada sessão de treino. A magnitude dessas respostas depende do uso de meios e métodos apropriados, destacando-se o tipo de exercício, o volume e a intensidade¹⁶. A especificidade também é um fator importante na seleção de métodos e modelos de treinamento, incluindo neste contexto a especificidade bioenergética e a biomecânica dos movimentos¹⁷.

Desta forma, é importante que antes de se discutir os diversos métodos empregados nos diferentes estudos realizados em meio aquático, tenha-se um conhecimento dos princípios fundamentais do TF, bem como, dos aspectos fisiológicos que nele estão inseridos.

No presente tópico será enfatizada a especificidade bioenergética. Sabe-se que para a contração muscular as vias metabólicas operam fornecendo energia para o trabalho muscular. São conhecidas três vias metabólicas: anaeróbica alática (sistema fosfocreatina), anaeróbica láctica (sistema glicolítico) e aeróbica (sistema oxidativo). Esses três sistemas possuem a função de converter a energia química proveniente dos alimentos ingeridos em energia necessária para produzir o trifosfato de adenosina (ATP) que é a fonte de energia mais importante no sustento da contração muscular durante o exercício^{17,18}. A intensidade, a duração e a modalidade do exercício são decisivas na determinação de qual sistema energético predominará durante o exercício. No entanto, dentre essas variáveis a intensidade do exercício destaca-se como a mais importante relacionada à qual sistema energético é ativado predominantemente para produzir energia para o trabalho muscular.

A via metabólica anaeróbica alática está relacionada com intensidades máximas de curta duração. Na literatura alguns autores indicam que este sistema opera predominantemente no período de 0 a 10s, e a partir de 10s até 30s ocorre uma transição da via anaeróbica alática para a via anaeróbica láctica^{17,18}. Nestes curtos períodos de esforço máximo o músculo recorre a fontes energéticas imediatas através do ATP armazenado nos músculos¹⁹. A via metabólica anaeróbica láctica, por sua vez, é enfatizado em exercícios de intensidades elevadas com períodos de tempo que variam entre 30s e 2min, caracterizado por uma grande produção e acúmulo de lactato. Este sistema envolve a quebra anaeróbia de glicose para a produção de energia¹⁷⁻¹⁹. Estas vias, em especial a via anaeróbica alática, estão associadas ao treinamento que visa a melhora da força muscular, que é a habilidade do sistema neuromuscular de gerar força. Ainda, dentro destas vias metabólicas pode-se trabalhar a potência muscular, que é a capacidade do indivíduo de produzir maior força em um curto período de tempo.

Assim, no meio terrestre, um treinamento visando o aumento da força muscular, a carga dependerá do nível inicial de treinamento, podendo variar entre 45 e 85% de 1RM; o volume é baixo com poucas repetições (8 a 12 repetições); um número de série que pode variar entre 1 a 3; e o intervalo é longo entre as séries e entre os exercícios (2 a 3 minutos) para recuperação total da via metabólica. Para a hipertrofia, geralmente, priorizam-se cargas moderadas e altas (70-85% de 1RM); grandes volumes (séries múltiplas de 6 a 12 repetições) com intervalos curtos entre séries, variando de um a dois minutos¹⁷. Objetivando a melhora da potência muscular no meio terrestre, recomenda-se um programa que enfatize a desenvolvimento de força com cargas elevadas (85-100% de 1RM) com a integração de cargas leves e movimentos rápidos (30-45% de 1RM); o volume e o intervalo são similares ao treinamento que visa o aumento da força muscular; e a velocidade de execução deve ser na máxima aceleração pretendida. Em todos estes métodos de treinamento a principal via metabólica ativa é anaeróbica alática, podendo haver, em exercícios com um maior tempo de duração, uma transição desta via para a via anaeróbica láctica¹⁷.

Assim, a especificidade bioenergética é um conceito fundamental na área do treinamento. Se o treinamento possui um objetivo específico este deve ser trabalhado nas vias metabólicas utilizadas para tal, levando em consideração a intensidade e o tempo de duração da atividade. A prescrição do TF no meio aquático ainda não está bem elucidada na literatura, mas alguns estudos recentes têm demonstrado que a utilização dos princípios das vias metabólicas é uma estratégia interessante para se alcançar resultados satisfatórios¹², uma vez que apenas reproduzir o TF convencional realizado no meio terrestre parece não ser a forma mais adequada devido às inúmeras características específicas do meio líquido, como veremos no próximo capítulo da presente revisão.

Respostas dos diferentes métodos do treinamento de força no meio aquático

Como visto no tópico anterior, ao realizar o TF, deve-se levar em consideração as variáveis do treinamento físico, destacando-se a manipulação do volume, intensidade, frequência e tipo de exercícios. No entanto, em meio aquático, torna-se difícil quantificar, de forma objetiva, a intensidade (carga) de trabalho, visto que as propriedades físicas da água interferem diretamente sobre tal variável, como pode ser observado na equação geral dos fluidos ($R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot Cd$). Dentre os fatores que interferem na resistência, os mais comumente manipulados são a área projetada e a velocidade de execução. Ao analisar tal equação, pode-se perceber que a resistência (R) oferecida pela água aumentará proporcionalmente ao aumento da área projetada (A). Na prática, pode-se realizar tal incremento pela alteração do

posicionamento dos segmentos corporais²⁰ ou pela utilização de equipamentos que aumentem o arrasto²¹. Além disso, a resistência oferecida pela água aumentará ao quadrado quando houver o aumento da velocidade de movimento (*v*). Assim, ao dobrar a velocidade de execução de um movimento, a resistência oferecida será quadruplicada. Logo, a resistência proporcionada durante um movimento realizado em ambiente aquático é manipulável e variável, podendo aumentar ou diminuir ao longo de uma mesma fase de execução, fato que torna extremamente difícil a quantificação objetiva das cargas neste meio.

Tendo em vista os aspectos abordados, pode-se inferir que as melhores variáveis para manipular no TF na água são a velocidade de movimento e o tempo de execução, visando atingir a via metabólica desejada conforme o objetivo estabelecido. A partir dos estudos encontrados na literatura, realizou-se uma análise dos métodos utilizados e os aspectos até então enfatizados na presente revisão. Os métodos e os resultados dos estudos descritos poderão ser visualizados no Quadro 1.

Protocolos baseados em número de repetições

Com o intuito de comparar o TF entre os meios aquático e terrestre, Petrick *et al.*⁵ avaliaram o treinamento dos extensores do joelho realizado por mulheres jovens. A intensidade do treinamento foi controlada por percentuais de 10RM (50, 75 e 100%). A carga correspondente a cada percentual foi obtida mediante garrafas plásticas no meio aquático e por sacos de areia no meio terrestre, além disso, independentemente do valor individual do teste, a carga de 10RM foi incrementada em 1kg por semana. Apesar dos resultados significativos no aumento de força após os treinamentos, sem diferença entre grupos, esse estudo apresenta duas importantes falhas metodológicas, pois não individualizou o incremento de carga nem a velocidade de execução. Sendo assim, os sujeitos podem ter realizado o treinamento em intensidades distintas. Além disso, o método de controle da carga torna-se inviável na prática, uma vez que são necessários muitos cálculos para equalizar a resistência oferecida por garrafas plásticas com pesos em terra.

Nessa mesma linha metodológica, Pöyhönen *et al.*² avaliaram os efeitos de 10 semanas de TF em meio aquático sobre a função neuromuscular de mulheres fisicamente ativas. Os exercícios foram realizados em máxima velocidade e para incrementar a intensidade foram utilizados equipamentos resistivos de diferentes tamanhos, aumento do número de séries e diminuição do número de repetições. Observaram-se incrementos significativos em todos os parâmetros relacionados à força muscular. Apesar de planificar o treinamento pelo número de repetições e séries, os autores determinaram um tempo de execução, o qual aumentou (20 a 35s) com a redução do número de repetições (25 a 12). Dessa forma, a velocidade de execução foi reduzida ao longo do treinamento, fato que ocorreu provavelmente devido ao aumento do tamanho do equipamento utilizado em cada fase do treinamento.

Ainda nesse contexto, Krueel *et al.*⁴ tiveram o objetivo de analisar e comparar os efeitos do TF na hidroginástica realizado com e sem a utilização de equipamento resistido na força de mulheres. O treinamento teve duração de 11 semanas e a metodologia de progressão foi realizada através da manipulação do número de séries e repetições. Na primeira fase foram realizadas três séries de 15 repetições, na segunda quatro séries de 12 repetições e na terceira cinco séries de 10 repetições. De acordo com os autores, os exercícios foram realizados em máxima velocidade, no entanto, a intensidade foi mantida entre os índices 15 e 19 da escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) de Borg. A força aumentou significativamente após o treinamento, independente do uso de equipamento. Em relação à intensidade, os autores objetivaram atingir o máximo esforço ao determinar velocidade máxima de execução, porém há uma falha ao indicar os índices de 15 a 19 da escala de Borg, já que os mesmos correspondem a diferentes âncoras verbais de intensidade. Dessa forma, os sujeitos podem ter atingido diferentes intensidades durante o treinamento, talvez não sendo a máxima objetivada pelos autores. Além disso, ao prescrever o treinamento pelo número de repetições, não há o controle da duração da série, não havendo, conseqüentemente, o controle da via metabólica predominante.

Também utilizando o método baseado em número de séries e de repetições, Colado *et al.*¹ investigaram os efeitos do TF realizado em meio aquático por homens jovens ativos. A periodização foi dividida em três ciclos, e como forma de variação de estímulo, o volume foi modificado a cada ciclo pelo aumento do número de séries, de repetições e de exercícios para cada grupo muscular. Durante o treinamento, foram realizadas de três a cinco séries de oito a 12 repetições máximas, com o alvo em 10 repetições máximas. Com uma metodologia diferenciada, os autores definiram individualmente uma cadência específica para realizar cada exercício na zona de repetições alvo. Além disso, foram utilizados equipamentos, visando aumentar a sobrecarga. Os resultados demonstraram melhoras em todos os parâmetros neuromusculares avaliados

após o treinamento. Os autores respeitaram um importante princípio do treinamento ao individualizar a sobrecarga de treino. Já em relação à prescrição da intensidade, não se pode garantir que os sujeitos realizaram repetições máximas, já que no meio aquático as cargas de trabalho variam com a velocidade de execução, podendo o sujeito alterá-la para realizar mais ou menos repetições. Em relação à aplicabilidade prática do estudo, o método utilizado, através de cadências específicas para cada sujeito, torna-se incompatível com a prática, uma vez que turmas de hidroginástica são compostas por muitos indivíduos ao mesmo tempo, inviabilizando tal procedimento.

Com mulheres idosas, Graef *et al.*³ compararam os efeitos do treinamento combinado, com maior enfoque no TF, realizado com e sem o controle da intensidade. Para tanto, os sujeitos foram divididos em três grupos: Treinamento de força (TF), treinamento sem controle da intensidade (TS) e grupo controle (GC). O TF foi periodizado da seguinte forma: 4 séries de 15 repetições (semanas 1-3), 4 séries de 12 repetições (semanas 4-6), 5 séries de 10 repetições (semanas 7-9) e 5 séries de 8 repetições (semanas 10-12). Durante todos os mesociclos os exercícios foram realizados em máxima velocidade e com a utilização de equipamento resistivo. No TS, as sessões eram compostas por exercícios aeróbicos, realizados na PSE 11 a 13 de Borg e exercícios localizados, executados sem controle da intensidade e periodização. Observou-se que o apenas o TF apresentou incremento significativo na força muscular de membros superiores. Nesse estudo foi preconizada a máxima velocidade de execução, porém, a progressão foi realizada através do número de repetições, sem considerar o tempo da rota metabólica alvo. Ainda, o volume de treinamento reduziu ao longo dos mesociclos, iniciando com um total de 60 repetições e finalizando com 40. Apesar disso, esse estudo apresenta um grande achado, mostrando que o TF na hidroginástica sem o controle da intensidade (velocidade de execução), não é capaz de gerar incrementos na força muscular de mulheres idosas.

Ainda utilizando o método baseado em número de repetições, Takeshima *et al.*⁶ investigaram os efeitos de um treinamento combinado em meio aquático realizado por mulheres idosas. O treinamento foi executado contemplando exercícios aeróbicos (30min) e de força (10min). Na parte de força, os exercícios foram realizados em máxima velocidade de execução e utilizando equipamentos. Além disso, não houve progressão dos exercícios de força, já que os mesmos foram sempre realizados com uma série de 10 a 15 repetições. Seus resultados apontaram aumentos significativos em parâmetros cardiorrespiratórios e neuromusculares.

Nesse mesmo contexto, Tsourlou *et al.*⁸ analisaram os efeitos de 24 semanas de treinamento combinado em meio aquático sobre a força muscular de mulheres idosas. No TF, a intensidade variou progressivamente, sendo controlada por cadência musical (60bpm a 120bpm). Dessa forma, não foi considerada a individualidade biológica dos sujeitos, pois todos realizavam os exercícios na mesma velocidade. Assim, não se pode constatar o nível de intensidade que os sujeitos atingiram durante o treinamento. Foram utilizados equipamentos específicos e o número de repetições ficou fixo entre 12 e 15 durante as 24 semanas, com duas a três séries. Apesar das falhas metodológicas observadas no estudo, foram observadas melhoras significativas em todos os aspectos relacionados à força muscular.

Protocolos baseados em tempo de execução

Apresentando método diferenciado dos estudos citados anteriormente, Souza *et al.*¹² realizaram a prescrição por tempo de execução, avaliando alterações na força máxima de mulheres jovens após 11 semanas de TF na hidroginástica. A periodização foi dividida em quatro mesociclos: duas séries de 30s no primeiro mesociclo, três séries de 20s no segundo, quatro séries de 15s no terceiro e dois blocos de três séries de 10s no quarto. Durante todo o treinamento os exercícios foram executados em máxima velocidade, a qual foi controlada através do índice 19 da PSE (extremamente intenso) da escala de Borg. Como visto anteriormente, esta estratégia é bastante interessante, pois de acordo com a equação geral dos fluidos a velocidade está ao quadrado e diretamente relacionada com o aumento da resistência ao movimento, aumentando assim a intensidade do exercício. Com este método de treinamento foram observados incrementos na força máxima dinâmica de todos os grupos musculares avaliados. Ao prescrever o treinamento por tempo e velocidade máxima, pode-se ativar as vias metabólicas anaeróbica alática e anaeróbica láctica, as quais estão associadas ao treinamento de força conforme visto no tópico anterior.

Ambrosini *et al.*⁹ utilizando método semelhante ao estudo supracitado, analisaram os efeitos de 12 semanas de TF na hidroginástica com e sem a utilização de equipamento sobre a força máxima de mulheres de meia-idade. O método de progressão do treinamento e do controle da intensidade foi baseado no tempo e na velocidade, no entanto, na primeira fase a intensidade foi mantida na PSE entre 12 e 15 e na segunda fase entre 16 e 19 da escala de Borg. Dessa forma,

durante as fases do treinamento, os sujeitos não atingiram sempre o máximo esforço. Os resultados mostraram que o TF em meio aquático incrementou significativamente a força máxima dinâmica de todos os grupos musculares investigados. Além disso, observou-se que tal aumento ocorreu independentemente da utilização de equipamento, corroborando os achados de Kruel *et al.*⁴.

Nesse mesmo contexto metodológico, porém na modalidade corrida em piscina funda, Cardoso *et al.*⁷ avaliaram 12 semanas de treinamento realizado nas situações com e sem ênfase no treino de força e com e sem equipamento resistivo. Cada sessão foi composta por dois blocos de exercícios periodizados da seguinte forma: duas séries de 30s no primeiro mesociclo (PSE 12 a 15), três séries de 20s no segundo mesociclo (PSE 15 a 19), quatro séries de 15s no terceiro mesociclo (PSE 15 a 19) e dois blocos de três séries de 10s no quarto mesociclo (PSE 15 a 19). Tendo em vista a variação da PSE, provavelmente os sujeitos não foram encorajados a atingir o máximo esforço em todos os mesociclos, além disso, os autores não mencionam se a velocidade de execução foi controlada. Seus resultados demonstraram um aumento significativo da força de membros superiores, independentemente da ênfase e da utilização de equipamento. Todavia, somente o grupo que treinou com ênfase, obteve aumento na força de membros inferiores.

Em estudos recentes, Buttelli *et al.*¹⁰ e Schoenell *et al.*¹¹ avaliaram os efeitos de diferentes volumes de TF no meio aquático, comparando séries simples (SS) e séries múltiplas (SM). Na intervenção de Buttelli *et al.*¹⁰ foram avaliados homens jovens que realizaram 10 semanas de treinamento, foram realizados exercícios sempre em máxima velocidade e com a série baseada em tempo de execução (30s) em ambos os grupos, o qual não variou ao longo da intervenção. Seus resultados demonstraram aumento significativo na força máxima dinâmica (1RM) de todos os grupos musculares avaliados, sem diferença significativa entre os mesmos. Schoenell *et al.*¹¹ realizou seu estudo com mulheres jovens, avaliando SS e SM ao longo de 20 semanas. Nas primeiras 10 semanas os sujeitos foram divididos em dois grupos, SS e SM, enquanto nas últimas 10 semanas foram divididos em quatro grupos: mantendo SS (SS/SS), alterando SS para SM (SS/SM), mantendo SM (SM/SM) e alterando SM para SS (SM/SS). Os resultados referentes à primeira fase mostraram aumento em todos os parâmetros relacionados à força muscular em ambos os grupos, sem diferença significativa entre eles. Na segunda fase, também foi observado um aumento significativo na força máxima dinâmica de todos os grupos musculares, sem diferença significativa entre os mesmos. Os achados desses estudos são de suma importância e possuem uma grande aplicabilidade prática, uma vez que ambos observaram não haver diferença significativa entre realizar o TF na hidroginástica com apenas uma ou três séries. No entanto, cabe salientar que esses resultados foram obtidos através de um método baseado em tempo de execução (30s) e máxima velocidade, o qual pode representar as vias metabólicas predominantes para o desenvolvimento de força muscular.

Com um enfoque diferenciado, Pinto *et al.*²² compararam os efeitos da manipulação da ordem dos exercícios de força e aeróbico de um treinamento concorrente na hidroginástica realizado por jovens e pós-menopáusicas. Em cada faixa etária os sujeitos foram divididos em dois grupos: força-aeróbico (FA) e aeróbico-força (AF), ambos com 12 semanas de duração e duas sessões semanais. O TF foi periodizado em três mesociclos através do tempo de série (3x20s; 4x15s; 2x3x10s), sempre em máxima velocidade de execução. Os principais achados desse estudo indicaram que a ordem FA otimizou os ganhos de força muscular dinâmica (1RM) dos extensores do joelho em ambas as faixas etárias avaliadas, assim como a espessura muscular do quadríceps em mulheres jovens. Além disso, as variáveis cardiorrespiratórias avaliadas não sofreram influência da ordem de execução.

Quadro 1. Metodologias e os resultados dos estudos avaliados.

Estudo	População	Desenho Experimental/ Volume/ Intensidade	Resultados
Petrick <i>et al.</i> ⁵	Mulheres jovens n=53 (18-35 anos)	8 semanas TF no MA vs MT 5x/sem, 2 séries de 10RM com ↑1Kg por semana na carga inicial de 10RM.	↑Força (MA: 48,81% e MT: 36,53%), sem ≠ entre os grupos.
Pöyhönen <i>et al.</i> ²	Mulheres n=24 (34 ± 4 anos)	10 semanas TF no MA; 2 a 3x/sem, 2 a 3 séries de 12 a 25 repetições, com intensidade crescente e ER.	↑Torque isométrico e isocinético (5 a 13%), ↑ sinal EMG (10 a 27%), ↑ AST (4 a 5,5%).

Takekshima <i>et al.</i> ⁶	Mulheres idosas n=30 (60-75 anos)	12 semanas TF no MA; 3x/sem, 1 série de 10 a 15 repetições com ER (máxima velocidade).	↑VO _{2pico} (12%) e VO _{2LLac} (20%); ↑ 1RM (4 a 13%), ↑ nos saltos (9%) e ↑ na função pulmonar (7%), melhoria na composição corporal (8%) e no perfil lipídico (11 a 17%).
Cardoso <i>et al.</i> ⁷	Mulheres n=34 (35-75 anos)	12 semanas TF em piscina funda “com” vs “sem” uso de ER; 2x/sem, 2 a 3 séries de 30 a 10s (12 a 19 de BORG).	↑1RM de MsIs avaliados (de 9 a 20%) independente do uso de equipamento resistivo.
Kruel <i>et al.</i> ⁴	Mulheres n=17 (38-67 anos)	11 semanas TF no MA “com” vs “sem” ER; 2x/sem, 3 a 5 séries de 15 a 10 repetições, em máxima velocidade de execução.	↑1RM de adutores de quadril para os grupos que treinaram com ER (10,73% e 12,37%); ↑1RM de flexores e extensores de cotovelo para os grupos que treinaram sem ER (14,21% e 12,16%; 20,71% e 28,76%, respectivamente).
Tsourlou <i>et al.</i> ⁸	Mulheres idosas n=22 (60-75 anos)	24 semanas TC no MA; 3x/sem, 25min de TA a 80%FC _{máx} / 20min de TF, 2 a 3 séries de 12-15 repetições, com o incremento da cadência (60-120 bpm), usando equipamento resistivo para MsIs e MsSs.	↑pico de torque de extensores (10,5%) e flexores de joelhos (13,4%), ↑força de preensão manual (13%), ↑1RM de MsIs (25,7 a 29,4%), ↑SJ (24,6%) e melhoria em testes funcionais (11,6 a 19,8%).
Colado <i>et al.</i> ¹	Homens jovens N=12 (21±1,2 anos)	8 semanas TF no MA vs grupo controle; 3x/sem; 3-5 séries de 8-12 repetições; cadências individuais e uso de ER.	↑1RM de MsIs (2%) e na potência muscular das pernas (3%); ↑na circunferência (4%) e na área muscular dos braços (12%); ↓das dobras cutâneas do peitoral (18%) e abdominal (14%).
Graef <i>et al.</i> ³	Mulheres idosas n=27 (60-74 anos)	12 semanas TC no MA “com” vs “sem” controle de resistência/ 2x/sem; 4 a 5 séries de 15 a 8 repetições; 1 exercício em máxima velocidade, com uso de ER.	↑1RM de flexores horizontais de ombro (10,89%).
Ambrosini <i>et al.</i> ⁹	Mulheres de meia idade n=52 (50±14 anos)	12 semanas TF no MA “com” vs “sem” ER; 2x/sem/ ↑ intensidade do treinamento por meio do ↑velocidade de execução (12 a 19 na escala RPE de BORG)/ 2 a 4 séries de 30 a 10s com de 1 a 1min40 de intervalo ativo entre as séries.	↑1RM de flexores horizontais de ombros (17,10 e 18,49%), de extensores horizontais de ombros (22,91 e 9,82%) e de extensores de quadril (41,60 e 34,29%) nos grupos “sem” e “com” uso de ER, respectivamente, sem diferença entre os grupos.
Souza <i>et al.</i> ¹²	Mulheres jovens n=20 (18-32 anos)	11 semanas TF no MA; 2x/sem, 50min por sessão/ controle da intensidade feito pela velocidade de execução (máxima velocidade – 19 de BORG)/ 2 a 3 séries de 30 a 10s de execução de cada exercício.	↑1RM de todos os grupamentos musculares analisados, com valores variando de 12,53 a 25,90%.

Buttelli <i>et al.</i> ¹⁰	Homens jovens n=19 (21±9 anos)	10 semanas TF no MA: 2x/sem; diferentes volumes (1 série vs 3 séries); 30s máxima velocidade.	↑1RM de MsIs (3-8%) e MsIs (9,5-12,3%). Sem diferenças entre os grupos em nenhum dos exercícios.
Schoenell <i>et al.</i> ¹¹	Mulheres jovens n=66 (24±4 anos)	20 semanas TF no MA: 2x/sem; diferentes volumes (1 série vs 3 séries); 30s máxima velocidade.	↑1RM de MsSs (13,7-15,7%) e MsIs (9,7-18,8%); ↑força resistente de MsSs (36,4-49,4%) e MsIs (19,4-13,04%); ↑força potente nos saltos (6,8-10,90%). Sem diferenças entre os grupos.
Pinto <i>et al.</i> ²²	Mulheres jovens n=26 (25±3 anos) Mulheres pós-menopáusicas n=21 (57±2 anos)	12 semanas TC: força-aeróbio vs aeróbio-força; 2x/sem; TF: 3-6 séries de 20-10s em máxima velocidade; TA: intensidade da FC do segundo limiar ventilatório.	Mulheres jovens: ↑1RM, ↑pico de torque isométrico, ↑EMG máximo, ↑espessura muscular de MsIs e MsSs; ↓EMG submáxima de MsIs e MsSs; ↑ altura dos saltos; ↑ VO _{2pico} e VO _{2LV1} . Mulheres pós-menopáusicas: ↑1RM, ↑pico de torque isométrico, ↑taxa de produção de força; ↑EMG máximo, ↑espessura muscular de MsIs e MsSs; ↓EMG submáxima de MsIs; ↑ VO _{2LV2} .

TC, treinamento combinado; TF, treinamento de força; TA, treinamento aeróbio; MA, meio aquático; MT, meio terrestre; VO_{2pico}, consumo de oxigênio de pico; VO_{2Llac}, consumo de oxigênio no limiar de lactato; VO_{2LV1}, consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório; VO_{2LV2}, consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório; AST, área de secção transversa; MsIs, membros inferiores; MsSs, membros superiores; 1RM, força muscular dinâmica; SJ, *squat jump*; TUG, teste *timed up and go*; FC, frequência cardíaca; FC_{max}, frequência cardíaca máxima; NI, não informado; ER, equipamento resistivo; EMG, atividade eletromiográfica; vs, *versus*; x/sem, vezes por semana; ↑, aumento; ↓, diminuição.

Conclusões

Os estudos de TF no meio aquático têm demonstrado resultados satisfatórios em relação às variáveis neuromusculares e morfológicas. No entanto, a comparação entre eles é bastante complicada devido aos diferentes métodos utilizados para a periodização dos treinamentos, além de dificultar sua reprodutibilidade.

A presente revisão demonstrou que ao aplicar as estratégias utilizadas nos treinamentos de força no meio terrestre, como por exemplo, manipular o número de séries e repetições, não se está considerando adequadamente a individualidade biológica, além de não padronizar as vias metabólicas utilizadas. Desta forma, sugere-se que a prescrição de um TF no meio aquático seja realizada com base na via metabólica de interesse, utilizando o tempo de execução e a máxima velocidade.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro.

Referências

- Colado JC, Tella V, Triplett NT, González LM. Effects of a Short-Term Aquatic Resistance Program on Strength and Body Composition in Fit Young Men. *J Strength Cond Res.* 2009; 23(2): 549-59.
- Pöyhönen T, Sipilä S, Keskinen KL, Hautala A, Savolainen J, Mäkiä E. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(12): 2103-9.
- Graef FI, Pinto RS, Alberton CL, Lima WC, KrUEL LF. The Effects of Resistance Training Performed in Water on Muscle Strength in the Elderly. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(11): 3150-6.

4. Krue LFM, Barella RE, Graef F, Brentano MA, de Figueiredo PAP, Cardoso A, *et al.* Efeitos de um treinamento de força aplicado em mulheres praticantes de hidroginástica. *Rev Bras Fisiol do Exerc.* 2005; 4(1): 32-8.
5. Petrick M, Paulsen T, George J. Comparison between Quadriceps Muscle Strengthening on Land and in Water. *Physiotherapy.* 2001; 87(6): 310-7.
6. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue WF, Okada A, Yamada T, *et al.* Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(3): 544-51.
7. Cardoso A, Tartaruga L, Barella R, Brentano M, Krue L. Effects of a deep water training program on women's muscle strength. *Fiep Bull.* 2004; 74: 590-2.
8. Tsourlou T, Benik A, Dipla K, Zafeiridis A, Kellis S. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *J strength Cond Res.* 2006; 20(4): 811-8.
9. Ambrosini AB, Arias Brentano M, Coertjens M, Krue LFM. The Effects of Strength Training in Hydrogymnastics for Middle-Age Women. *Int J Aquat Res Educ.* 2010; 4: 153-62.
10. Buttelli ACK, Pinto SS, Schoenell MCW, Almada BP, Camargo LK, Conceição M de O, *et al.* Effects of Single Vs. Multiple Sets Water-Based Resistance Training on Maximal Dynamic Strength in Young Men. *J Hum Kinet.* 2015; 47(1): 169-77.
11. Schoenell MCW, Alberton CL, Tiggemann CL, Noll M, Costa R, Santos NS, *et al.* Effects of Single Vs. Multiple Sets during 10 Weeks of Water-based Resistance Training on Neuromuscular Adaptations in Young Women. *Int J Sports Med.* 2016; 37(10): 813-8.
12. Souza AS, Rodrigues BM, Hirshammann B, Graef FI, Tiggemann CL, Krue LFM. Treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens. *Motriz.* 2010; 16(3): 649-57.
13. Marques M, Araújo Filho N. Hidroginástica: exercícios comentados: cinesiologia aplicada à hidroginástica. Pereira N, editor. Rio de Janeiro; 1999.
14. Paula KC, Paula DC. Hidroginástica na terceira idade. *Rev Bras Med Esporte.* 1998; 4(1): 24-7.
15. Santos R, Cristianini S. Hidroginástica: 1000 exercícios. 3. ed. Rio de Janeiro: Sprint; 2000.
16. Barbosa TM, Marinho DA, Reis VM, Silva AJ, Bragada JA. Physiological assessment of head-out aquatic exercises in healthy subjects: a qualitative review. *J Sports Sci Med.* 2009; 8(2): 179-89.
17. Chandler TJ, Brown LE. Bioenergética. In: *Treinamento de Força para o Desempenho Humano.* Porto Alegre: Artmed; 2009. p. 27-43.
18. Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. *Physiology of sport and exercise.* Human Kinetics; 2008. 574 p.
19. Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* 2001; 31(10): 725-41.
20. Alberton CL, Olkoski MM, Pinto SS, Becker M, Martins Krue LF. Cardiorespiratory Responses of Postmenopausal Women to Different Water Exercises. *Int J Aquat Res Educ.* 2007; 1(4): 363-72.
21. Pinto SS, Alberton CL, Figueiredo PAP de, Tiggemann CL, Krue LFM. Respostas de frequência cardíaca, consumo de oxigênio e sensação subjetiva ao esforço em um exercício de hidroginástica executado por mulheres em diferentes situações com e sem o equipamento Aquafins. *Rev Bras Med do Esporte.* 2008; 14(4): 357-61.
22. Pinto SS, Alberton CL, Bagatini NC, Zaffari P, Cadore EL, Radaelli R, *et al.* Neuromuscular adaptations to water-based concurrent training in postmenopausal women: effects of intrasession exercise sequence. *Age (Dordr).* 2015; 37(1): 9751.