

BREVE REVISÃO SOBRE TREINAMENTO CONCORRENTE

A BRIEF REVIEW ABOUT CONCURRENT TRAINING

Francisco Pirassoli*
Vinicius Michellin Parra*

Resumo

O treinamento concorrente (TC) é definido como o estímulo de duas capacidades físicas distintas em uma mesma sessão de exercícios. Dentre os tipos de TC mais pesquisados, a combinação entre estímulos para força e resistência é tida como passível de interferir negativamente no desempenho e adaptações morfológicas e/ou funcionais. Desta forma, o estudo teve como objetivo analisar os efeitos do TC em indivíduos atletas e não atletas. Dentre os mecanismos envolvidos com o TC, os aspectos neurais parecem ser aqueles que mais interferem quando comparado aos aspectos associados com o turnover proteico. Além disso, existe divergência dos resultados sobre este tipo de intervenção no tocante ao nível de aptidão física da pessoa que o realiza. De modo que pessoas que não são treinadas apresentam benefícios e até mesmo otimização dos resultados de variáveis associadas a força, resistência e saúde. Porém, sujeitos treinados e atletas podem apresentar prejuízo na potência com a aplicação do TC devido a este poder afetar negativamente a taxa de desenvolvimento da força. Desta forma, dependendo do objetivo da sessão de treinamento e principalmente para a população que não visa melhora no desempenho esportivo, o TC pode propiciar muitos benefícios. Portanto, é sugerido que o termo seja alterado para “treinamento combinado”.

Palavras-chave:

Treinamento concorrente; Turnover proteico; Taxa de desenvolvimento de força; saúde; desempenho

Abstract

Concurrent training (TC) is defined as the stimulation of two different physical capacities in the same exercise session. Among the most researched types of TC, the combination of stimuli for strength and endurance is considered to have a negative effect on performance and morphological and/or functional adaptations. Thus, the study aimed to analyze the effects of TC on athletes and non-athletes. Among the mechanisms involved with TC, neural aspects seem to be the one that most interferes when compared to aspects associated with protein turnover. In addition, there is a divergence in the results on this type of intervention regarding the level of physical fitness of the person who performs it. So that people who are not trained have benefits and even optimization of the results of variables associated with strength, endurance and health. However, trained subjects and athletes may experience impairment in power with the application of the TC due to the fact that it can negatively affect the rate of force development. Thus, depending on the objective of the training session and mainly for the population that does not aim to improve sports performance, TC can provide many benefits. Therefore, it is suggested that the term be changed to “combined training”.

Key Words:

Concurrent Training; Protein Turnover; Rate of force development; Health; Performance.

INTRODUÇÃO

Treinamento desportivo trata-se do processo de planejamento e execução de várias sessões de exercício voltados para a melhoria de capacidades físicas e desempenho (GOMES, 2009). Esta é uma prática muito visada para a promoção de melhorias na saúde e longevidade, fazendo-a alvo de estudos tanto por cientistas do esporte quanto por profissionais de educação física.

Adicionalmente, a periodização é um processo que está intimamente associada a prescrição das sessões de treino. Este processo, de acordo com Dantas e colaboradores (2011), é caracterizado pelo planejamento, organização e principalmente distribuição das cargas de treinamento de maneira otimizada. Desta forma, profissionais de educação física devem levar em consideração a periodização devido ao grande número de capacidades físicas que devem ser consideradas no treinamento.

Dentre as capacidades físicas existentes, duas destas são consideradas como principais: força e resistência (também conhecida como *endurance*). A força é definida por Barbanti (1979) como a capacidade de um músculo ou agrupamento muscular exercer tensão perante a uma resistência. Já no que se refere a resistência, Manso et al. (1996) a define como a capacidade de resistir à fadiga em exercícios de duração prolongada. Ambas são consideradas de suma importância para o treinamento, tanto para o desempenho esportivo quanto aquele voltado para a promoção da saúde. Porém, mesmo evidenciada a importância de se estimular as duas capacidades, estas podem estar envolvidas em um fenômeno denominado Treinamento Concorrente (TC).

Segundo Coffey e Hawley (2017), quando na mesma sessão de exercício físico, duas distintas capacidades físicas são estimuladas, há a caracterização o TC. De modo que ainda que a combinação de força e resistência sejam frequentemente requisitadas, há a possibilidade de interferência nas respostas e adaptações do treinamento, sendo que adaptações associadas ao treinamento de força acabam sendo prejudicadas (NADER, 2006). E é justamente devido a esta possível incompatibilidade de estímulos que torna o TC um assunto de bastante atenção na literatura atual, impactando as rotinas de treino de atletas e não atletas (FYFE; LOENNEKE, 2018)

Dentro do contexto do treinamento voltado para atletas, esta população necessita atingir e manter a sua *performance* maximizada, com o objetivo de obterem êxito nas competições. Segundo Berryman; Mujika e Bosquet (2019), isto se dá uma vez que quanto maior for o nível da competição, a vitória ou derrota de um competidor pode ser decidida por diferenças mínimas de desempenho. Assim, muitos treinadores e preparadores físicos tendem

a evitar o TC para não comprometer as marcas esportivas de seus atletas.

Por outro lado, o TC tem sido utilizado por não-atletas em busca de melhores resultados em termos de saúde, estética e emagrecimento (LEVERITT et al., 2003). Somado a isto, os mesmos autores relatam o seu emprego como uma maneira de otimizar o tempo disponível para atividades físicas. Em outras palavras, para indivíduos que possuem pouco tempo disponível para realizar exercícios, o TC pode ser uma estratégia para estimular duas ou mais capacidades físicas na mesma sessão de treinamento.

Haja visto a possibilidade de interferência de respostas fisiológicas em virtude do TC, é necessário a compreensão dos mecanismos envolvidos neste fenômeno. Por outro lado, uma vez que Fyfe e Loenneke (2018) reportam que treinando duas capacidades físicas na mesma sessão com periodização adequada pode-se obter uma otimização das respostas fisiológicas, é muito relevante averiguar se há algum fator ou característica capaz de predizer se o TC pode ser benéfico ou prejudicial ao treinamento.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é comparar os efeitos do TC em indivíduos atletas e não atletas.

MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão narrativa da literatura, que também pode ser chamada de tradicional. De acordo com a literatura (CORDEIRO et al. 2007; ROTHER 2007; GREENHALG et al. 2018), este tipo de revisão é caracterizado por apresentarem temática mais aberta, tendo em vista a descrição e discussão do estado da arte de um tópico específico sob um ponto de vista teórico ou contextual. Além disto, ela permite ao seu leitor adquirir e atualizar o conhecimento sobre a temática selecionada de maneira mais rápida.

Por outro lado, este tipo de revisão possui também como características não possuir metodologia que permite a reprodução dos dados, não fornece respostas quantitativas para o fenômeno observado, a seleção das referências é arbitrária e não exigindo um protocolo rígido para a sua confecção (CORDEIRO et al. 2007; ROTHER 2007; GREENHALG et al. 2018). Em consequência disto, estas limitações implicam em uma leitura sujeita a viés de seleção e a interferência da percepção subjetiva do seu autor. Porém, apesar das limitações, a revisão narrativa não é inferior a revisão sistemática; ao contrário, ela é complementar, já que sua contribuição para ciência é aprofundar e estender o conhecimento de determinada temática provendo uma leitura acadêmica crítica (GREENHALG et al. 2018). Portanto, para isto, o autor deve selecionar as evidências de forma proposital para as questões mais relevantes da temática selecionada.

Deste modo, como forma de minimizar os problemas inerentes a revisão narrativa, estabelecemos alguns critérios para a seleção de artigos que compuseram nosso trabalho. Primeiramente, os estudos deveriam estar no idioma inglês e indexados na base de dados PubMed. Em seguida, selecionamos estudos a respeito do TC entre treinamento de força e de resistência publicados em revistas com fator de impacto superior a 2,06. Assim, selecionamos arbitrariamente 19 estudos que consideramos relevantes para a elaboração desta revisão narrativa. Porém, adicionamos mais uma referência (Taber et al 2016) oriunda de acervo pessoal devido a sua relevância com a temática. Portanto, esta revisão contou com o total de 20 artigos consultados para sua elaboração.

ETIOLOGIA DO TC

Quando falamos sobre TC, é muito comum a pensar a respeito da combinação de estímulos voltados ao desenvolvimento da força e de resistência dentro da mesma sessão. Desta forma, é fundamental analisar previamente as capacidades físicas de maneira isolada e compreender suas respostas fisiológicas.

Inicialmente acerca da força, Knuttgen e Kraemer (1987), relatam que esta é uma capacidade física que pode ser manifestada em três maneiras: força máxima, resistência de força e potência. Agudamente, uma sessão de treinamento de força induz estresse ao organismo, sendo este de caráter tensional (mecanotransdução) e metabólico (redução da concentração de creatina fosfato, aumento na lactacidemia, e liberação de hormônios e fatores de crescimento) (SCHOENFELD 2010). Tais respostas são gatilhos para a ativação e/ou aumento de atividade enzimas citosólicas, como por exemplo a P13K, AKT, MAPK, p70S6K1 e principalmente a mTOR (SPIERING et. al., 2008). Estes autores também relatam que esta atividade enzimática, induz ao balanço positivo no turnover proteico, que é a relação entre síntese e degradação de proteínas pelo metabolismo. E o resultado deste turnover proteico são as adaptações morfológicas no tecido muscular como, por exemplo, aumento da área de secção transversa da fibra e do domínio mionuclear.

Por outro lado, no que tange ao treinamento de resistência, Hood et al. (2016) alegam que o estímulo desta capacidade física induz o aumento das concentrações intracelulares de ADP, AMP, Ca²⁺, espécies reativas de oxigênio (ROS), lactato e quedas no glicogênio muscular e na razão ATP/ADP. Estes são gatilhos que induzem a ativação de enzimas como a AMPK, CaMK, SIRT1 e p38MAPK. Estas podem ativar subsequentemente fatores de transcrição e co-ativadores com papéis regulatórios na coordenação da expressão de proteínas codificadoras nucleares, ou mitocondriais como a PGC-1 α . Uma vez que a PGC-1 α é ativada,

ela induz ao aumento da expressão gênica de proteínas envolvidas no transporte e oxidação de glicose e ácidos graxos. Estas cascatas de sinalização quando ativadas sucessivamente ao longo do tempo, promovem modificações morfológicas, como o aumento da densidade mitocondrial, interconversão de fibras do tipo IIX para IIA e angiogênese, refletindo na melhora da aptidão aeróbia (MIDGLEY, MCNAUGHTON e WILKINSON, 2006; FLUCK, 2006).

Segundo Nader (2006), por se tratar de estímulos que ativam cascatas de sinalização distintas, existe a possibilidade de algumas respostas ao treinamento de resistência interferir na cascata de sinalização de força. O próprio autor apontou mecanismos responsáveis pela interferência, como baixa disponibilidade de glicogênio, interconversão nos tipos de fibras e overtraining. Mas aqueles que mais contribuem para o fenômeno do TC são as alterações nos componentes neurais e o turnover proteico.

Sobre o turnover proteico, uma das consequências do treino de resistência é a ativação demasiada da enzima AMPK. Esta por sua vez, é responsável por ativar a PGC1-alfa, que iniciará o processo de transcrição do DNA para síntese proteica mitocondrial (HOOD et. al., 2016). Por outro lado, com o treinamento de força, ocorre a ativação da via da enzima P13-K, ativando em seguida a PKB, que ativa a mTOR (SPIERING et. al., 2008). Esta ativação da mTOR induz à síntese proteica miofibrilar decorrente do treinamento de força. Porém de acordo com Fyfe e Loenneke (2018), quando é realizado alto volume do treinamento de resistência, pode ocorrer uma atenuação da taxa de síntese proteica miofibrilar. Isto devido a ativação exacerbada da AMPK, que é capaz de inibir a ação da mTOR. Desta forma, a PGC1-alfa será priorizada em promover o turnover proteico. Porém, é válido ressaltar que a maioria dos estudos que analisaram o turnover proteico no TC foi realizada em modelo experimental (principalmente roedores) (BAAR, 2014), que são incompatíveis com seres humanos por fatores translacionais, diferenças anatômicas, distância filogenética entre espécies e mecanismos moleculares. Como consequência disto, ao analisar os efeitos do TC em modelo humano, a literatura reporta dados divergentes no tocante às respostas moleculares.

Por outro lado, sobre a interferência dos aspectos neurais, é necessário discorrer sobre o princípio do tamanho proposto por Henneman (1957). Este princípio propõe uma relação proporcional entre o tamanho da unidade motora recrutada e a intensidade de trabalho mecânico produzido por esta. Em outras palavras, dependendo da intensidade do exercício, ocorrerá o recrutamento de determinado tipo de fibra muscular. Em virtude disto, a literatura (HAKKINEN et al. 2003; HICKSON 1980) reporta que sessões de treinamento de resistência, por recrutarem majoritariamente fibras do tipo I e conterem exercícios que induzem a um grau

considerável de fadiga, podem atenuar significativamente os ganhos da força, mais precisamente no tocante das variáveis associadas a potência. Uma hipótese para isto seria que o alto grau de recrutamento de fibras de baixa frequência (tipo I) pode interferir negativamente no drive neural das fibras tipo II que são de alta frequência.

TC COMO INTERVENÇÃO PARA SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA

Tanto o treinamento de força quanto de resistência induz respostas e adaptações que auxiliam a combater várias patologias que impactam na capacidade funcional e na saúde. Exemplos de patologias que podem ser evitadas e tratadas são a sarcopenia, diabetes e principalmente a obesidade (UMPIERRE, et al. 2011; XIA, et al. 2017). Mesmo assim, apesar da recomendação de realizar os dois tipos de treinamento, devido ao fenômeno do TC muitos profissionais evitam combinar estímulos destas duas capacidades físicas dentro da mesma sessão. Por conta desta questão, começou a surgir estudos investigativos a respeito desta temática.

Um grande exemplo disto foi o estudo realizado por Willis e colaboradores (2012), em que 119 indivíduos adultos sedentários e com sobrepesos ou obesos foram recrutados. Estes voluntários foram distribuídos aleatoriamente entre três grupos: um que praticou apenas treinamento de força, outro de quem praticou apenas treinamento de resistência, e o terceiro que realizou o TC. É válido ressaltar que a dieta foi controlada de acordo com o gasto calórico de cada grupo durante o estudo. Ao final, foi observado que os participantes do TC obtiveram resultados positivos significativos para todas as variáveis analisadas, como redução do perímetro da cintura, percentual de gordura e massa gorda, além do aumento de massa muscular da coxa. Desta forma, a conclusão foi que o TC pode ser uma estratégia interessante para indivíduos que apresentam sobrepeso e obesidade, uma vez que pode potencializar os resultados advindos de ambos os tipos de treinamento, além de estimular os alunos a terem uma maior participação nas aulas.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, o estudo de Zhao e colaboradores (2020), teve como objetivo analisar a taxa de mortalidade de americanos divididos em 4 diferentes grupos: atividade física insuficiente, apenas atividades de resistência, apenas atividades de força e que realizavam atividades de força e resistência de forma combinada. A partir dos dados de 479856 participantes o estudo relatou que aqueles que realizavam ambos os estímulos de força e resistência foram os que apresentaram maior redução no índice de mortalidade em relação aos demais grupos. Esta redução foi de 40% para mortalidade por todas as causas, sendo em torno de 40% para óbitos em decorrência de câncer, em torno de 50% para doenças

cardiovasculares e em torno de 75% para doenças do trato respiratório. Desta forma, fica evidente que a união dos 2 tipos de treinamento, que ocorre no TC, pode ser de muita relevância para a saúde das pessoas.

Outra importante análise nesta temática pode ser feita com o estudo elaborado por Coffey e Hawley (2017). Neste estudo, os autores compararam os efeitos do TC entre pessoas treinadas e não treinadas. Ao analisar a população não treinada, realizar TC apresentou dados semelhantes aos obtidos quando feitos estímulos isolados de força e resistência para o tamanho das fibras musculares, síntese proteica tanto miofibrilar quanto mitocondrial, e ganhos de força. Isto provavelmente por causa de indivíduos sedentários possuírem maior capacidade de ativar a maquinaria molecular no músculo em respostas da atividade contrátil, pois qualquer estímulo induz perturbações na homeostase, independentemente do tipo de exercício. Porém, é válido ressaltar uma importante limitação para estas comparações que é a dificuldade de equalizar o volume total da carga de treinamento. Por outro lado, ao analisar os dados nos indivíduos treinados, foi constatado que o TC induziu a uma atenuação nos parâmetros relacionados com a força. Os possíveis mecanismos que contribuíram para este fenômeno serão apresentados e debatidos no tópico seguinte.

APLICAÇÃO DO TC EM ATLETAS

No que tange a preparação física de atletas, Nader (2006) relata que no caso de modalidades intermitentes, existe a necessidade do treinamento de força e resistência devido à grande oscilação de intensidade das ações motoras no decorrer de uma partida. Porém, algumas vezes em virtude do tempo disponível para o treinamento, podem ocorrer da realização do TC na tentativa de estimular estas duas capacidades físicas simultaneamente. Mas ao se referir a esta população em especial, o emprego do TC pode atenuar adaptações inerentes ao treinamento de força (COFFEY e HAWLEY, 2017), mais precisamente quanto à potência.

No estudo pioneiro sobre TC, Hickson (1980) dividiu 23 indivíduos treinados em três grupos com diferentes programas de treinamento: grupo que treinou exclusivamente força (S), que se exercitou de 30 a 40 min por dia em 5 dias da semana; grupo que treinou exclusivamente resistência (E), que se exercitou 40 min por dia em 6 dias da semana; e o grupo que realizou ambos (S+E). Após 10 semanas, os grupos E, S+E apresentaram aumento de 20% do VO₂máx e 25% no desempenho de exercícios realizados em cicloergômetro. Tanto o grupo S quanto o S+E apresentaram aumento da força dos membros inferiores para as sete semanas iniciais de treinamento. Porém, o grupo S+E apresentou estagnação dos

ganhos de força a partir da 8ª semana e diminuiu na 9ª e 10ª semanas, diferentemente do que ocorreu com o grupo S. Sendo assim, esta foi a primeira evidência da literatura da possível interferência do TC no desempenho, com maior preocupação para modalidades que requerem força e potência.

Posteriormente, Hakkinen e colaboradores (2003), investigaram mais a fundo os efeitos do TC. O estudo contou com 27 homens adultos separados em 2 grupos denominados por força e resistência (SE) e força (S), com duração de 21 semanas. Após o treinamento, os dois grupos apresentaram aumento na força isométrica máxima, no teste de 1RM, na área de secção transversa do quadríceps. Além disto, houve aumento no VO₂máx apenas no grupo SE. Porém, o principal achado deste estudo foi que o grupo SE não apresentou melhorias significativas em relação a taxa de desenvolvimento de força e no sinal eletromiográfico médio do vasto lateral durante os primeiros 500 ms de ação isométrica, quando comparado com grupo S. Estes dados podem sugerir que quando o treinamento de força e resistência são realizados simultaneamente, ocorre uma interferência no desenvolvimento da potência. Pois na realização do treinamento de resistência, nosso corpo recruta fibras do tipo I, que são de baixa frequência, ou seja, são enviados menos impulsos nervosos para o motoneurônio para a ativar, despolarizar e realizar a ação muscular. Já no treinamento de força, nosso corpo recruta fibras do tipo II, de alta frequência. Desta forma, no exercício de resistência induz o sistema nervoso a enviar potenciais de ação de maneira mais lenta, isto é, reduzindo seu drive neural. Em virtude disto, ao realizar o treinamento de força de maneira simultânea, que requer maior drive neural, esta resposta sofrida pelo sistema neuromuscular atenua a capacidade do corpo em gerar potência.

Esta interferência do TC na potência possui extrema relevância quanto maior for o nível de competitivo dos atletas. Segundo Taber et al. (2016), uma das características mais importantes para o sucesso no esporte é a potência, que nada mais é que a capacidade de executar grande magnitude de trabalho mecânico por unidade de tempo. Os autores destacam que desde modalidades de curta duração, intermitentes e até mesmo em modalidades de longa duração, que possuem predomínio da via oxidativa, como corridas, ciclismo e natação, há uma variável que implica diretamente no desempenho, chamada de taxa de desenvolvimento de força (TDF). A TDF representa o quão rápido uma pessoa é capaz de atingir altos valores de produção de força em determinado movimento ou gesto motor. Baseado nisto, a mensuração desta variável se dá avaliando o valor da força pico obtida durante a execução do movimento dentro de um intervalo de tempo na ordem de milissegundos. Desta forma, como muitos esportes possuem gestos motores que possuem duração muito pequena (por exemplo;

tempo de contato com solo durante corrida: 0,08 a 0,1 ms; lançamento de dardo: 0,16 a 0,18ms; impulso dos braços no salto sobre cavalo; 0,18 a 0,21 ms; rebatida no baseball ou softball: 0,22 a 0,31 ms), é necessário ao atleta que possua níveis satisfatórios de TDF. Desta forma, a cautela com o TC para atletas se dá justamente por causa desta intervenção poder repercutir negativamente nos valores de TDF, e desta forma, prejudicar o desempenho esportivo de atletas.

Em virtude da possível interferência do TC nos parâmetros de potência para atletas, Wilson et al. (2012) verificaram os limites de aplicação do TC a fim de evitar prejuízos e obter os benefícios otimizados deste tipo de intervenção. Como resultado, no que tange ao volume de TC, este estudo sugere que os estímulos de resistência não ultrapassem 20 min de duração e estabelecem um limite de duas sessões semanais como forma de evitar os prejuízos de tal intervenção. Interessantemente, também foi observado que o tipo de gesto motor pode interferir nos resultados. Isto é, quando comparados exercícios de resistência realizados por meio da corrida e do ciclismo, a maior interferência do TC ocorreu em sessões que foram realizadas com corrida. Uma possível justificativa se dê por conta de a corrida induzir maior dano tecidual devido ao impacto no solo por conta das passadas realizadas.

CONCLUSÃO

Ao compararmos os resultados do TC entre dois diferentes grupos populacionais, observamos que esta intervenção em pessoas não atletas pode ser uma opção muito válida para promoção da saúde. Já em atletas, há a possibilidade de ocorrer interferência em parâmetros de potência, e com isto repercutir negativamente no seu desempenho competitivo. Desta forma, nós sugerimos que o termo do TC seja alterado para Treinamento Combinado em virtude que em muitas situações, esta intervenção é capaz de trazer benefícios e potencializar as respostas adaptativas de diferentes grupos populacionais.

REFERÊNCIAS

- BAAR, K. Using molecular biology to maximize concurrent training. **Sports Med.** v. 44, n. 2, p. 117-125, 2014.
- BARBANTI, V. J. Teoria e Prática do Treinamento Desportivo. 2ª edição - São Paulo – SP. **Editora Edgard Blucher.** 1979.
- BERRYMAN, N.; MUJIK, I.; BOSQUET, L. Concurrent Training for Sports Performance: The Two Sides of the Medal. **Int J Sports Physiol Perform.** v. 14, n. 3, p. 279-285, 2019.
- COFFEY, V. G.; HAWLEY, J. A. Concurrent exercise training: do opposites distract? **J**

Physiol. v. 595, n. 9, p. 2883-2896, 2017.

CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. M.; RENTERÍA, J. M.; GUIMARÃES, C. A.; GRUPO DE ESTUDO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DO RIO DE JANEIRO. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Rev Col Bras Cir.** v. 34, n. 6, p. 428-431, 2007.

DANTAS, E. H. M.; GODOY, E. S. D.; SPOSITO-ARAÚJO, C. A.; OLIVEIRA, A. L. B. D.; AZEVEDO, R. C.; TUBINO, M. J. G.; GOMES, A. C. Adequabilidade dos principais modelos de periodização do treinamento esportivo. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte.** v. 33, n. 2, p. 483-494, 2011.

FLÜCK, M. Functional, structural and molecular plasticity of mammalian skeletal muscle in response to exercise stimuli. **J Exp Biol.** v. 209, n. 12, p. 2239-2248, 2006.

FYFE, J. J.; LOENNEKE, J. P. Interpreting adaptation to concurrent compared with single-mode exercise training: some methodological considerations. **Sports Med.** v. 48, n. 2, p. 289-297, 2018.

GOMES, A. C. Treinamento desportivo: estruturação e periodização. **Artmed Editora**, 2009.

GREENHALG, T.; THORNE, S.; MALTERUD, K. Time to challenge the spurious hierarchy of systematic over narrative reviews? **Eur J Clin Invest.** v. 48, n. 6, p. e12931, 2018.

HÄKKINEN, K.; ALEN, M.; KRAEMER, W. J.; GOROSTIAGA, E.; IZQUIERDO, M.; RUSKO, H.; MIKKOLA, J.; HÄKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; KAARAKAINEN, E.; ROMU, S.; EROLA, V.; AHTIAINEN, J.; PAAVOLAINEN, L. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **Eur J Appl Physiol.** v. 89, n. 1, p. 42-52, 2003.

HENNEMAN, E. Relation between size of neurons and their susceptibility to discharge. **Science.** v.126, n. 3287, p.1345-1347, 1957.

HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.** v. 45, n. 2-3, p. 255-263, 1980.

HOOD, D. A.; TRYON, L. D.; CARTER, H. N.; KIM, Y.; CHEN, C. C. Unravelling the mechanisms regulating muscle mitochondrial biogenesis. **Biochem J.** v. 473, n. 15, p. 2295-2314, 2016.

KNUTTGEN, H. G.; KRAEMER W. J. Terminology and measurement in exercise performance. **J Strength Cond Res.** v.1, n.1, p 1-10, 1987.

LEVERITT, M.; ABERNETHY, P. J.; BARRY, B.; LOGAN, P. A. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. **J Strength Cond Res.** v. 17, n. 3, p. 503-508, 2003.

MANSO, J. M. G.; VALDICIELSO, M. N.; CABALLERO, J. A. R. Bases Teóricas del Entrenamiento Deportivo Madrid: **Gymnos Editorial Deportiva**; 1996.

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; WILKINSON, M. Is there an optimal training

intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners? **Sports Med.** v. 36, n. 2, p. 117-132, 2006.

NADER, G. A. Concurrent Strength and Endurance Training: From Molecules to Man. **Med Sci Sports Exerc.** v. 38, n. 11, p. 1965-1970, 2006.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paul Enferm.** v. 20, n. 2, p. v-vi, 2007.

SCHOENFELD. B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **J Strength Cond Res.** v.24, n. 10, p. 2857–2872, 2010.

SPIERING, B. A.; KRAEMER, W. J.; ANDERSON, J. M.; ARMSTRONG, L. E.; NINDL, B. C.; VOLEK, J. S.; MARESH, C. M. Resistance exercise biology. **Sports Med.** v. 38, n. 7, p. 527-540, 2008.

TABER, C.; BELLON, C.; ABBOTT, H.; BINGHAM, G. E. Roles of maximal strength and rate of force development in maximizing muscular power. **Strength Cond J.** v. 38, n. 1, p. 71-78, 2016.

UMPIERRE, D.; RIBEIRO, P. A; KRAMER, C. K; LEITÃO, C. B; ZUCATTI, A. T; AZEVEDO, M. J; GROSS, J. L; RIBEIRO, J. P; SCHAB, B. D. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. **JAMA.** v.305, n.17, p. 1790–1799, 2011.

WILLIS, L. H.; SLENTZ, C. A.; BATEMAN, L. A.; SHIELDS, A. T.; PINER, L. W.; FARDOS, C. W.; HOUMARD, J. A.; KRAUS, W. E. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. **J Appl Physiol.** v. 113, n. 12, p. 1831-1837, 2012.

WILSON, J. M.; MARIN, P. J.; RHEA, M. R.; WILSON, S. M.; LOENNEKE, J. P.; ANDERSON, J. C. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. **J Strength Cond Res.** v. 26, n.8, p. 2293–2307, 2012.

ZHAO, M.; VEERANKI, S. P.; MAGNUSSEN, C. G.; XI, B. Recommended physical activity and all cause and cause specific mortality in US adults: prospective cohort study. **BMJ.** v.1, n.370, p.M2031. 2020.