

**EFEITOS DO WHEY PROTEIN ASSOCIADO AO TREINAMENTO RESISTIDO:
EVIDÊNCIAS EM MODELOS ANIMAIS E HUMANOS**

Bruno Luiz Galvão de Miranda¹, Diego Antonio de Jesus Macau¹, Milena Silva de Oliveira^{2,3}
Ernani Eugênio dos Santos Neto^{1,4}, Gabriel Pereira Moreira¹, Antonio Coppi Navarro¹
Francisco Navarro¹

RESUMO

Objetivo: O presente resumo tem como objetivo sintetizar a literatura sobre os efeitos do treinamento resistido associado à suplementação com whey protein, destacando evidências em modelos animais e humanos, bem como benefícios, potenciais riscos e lacunas do conhecimento. **Materiais e métodos:** Este estudo, trata-se de uma revisão da literatura, que consiste na construção de uma análise sobre os resultados e métodos aplicados e reflexões sobre estudos futuros, obtendo ao decorrer da pesquisa um entendimento do fenômeno, usado com base estudos anteriores. **Resultados:** Evidências demonstram que o whey protein, devido ao seu elevado valor biológico e rápida digestibilidade, potencializa as respostas ao exercício resistido. Estudos apontam aumento significativo de massa muscular, melhora na recuperação pós-exercício e maior capacidade contrátil cardíaca. Além disso, verificou-se redução da massa gorda e melhora do perfil metabólico, incluindo glicemia e sensibilidade à insulina. A leucina, aminoácido abundante no whey protein, exerce papel central ao estimular diretamente a síntese proteica. Embora o consumo elevado de proteínas ainda gere preocupações sobre possíveis riscos renais ou hepáticos, investigações apontam que a suplementação em doses recomendadas é segura em indivíduos saudáveis. **Conclusão:** A associação entre treinamento resistido e suplementação com whey protein constitui estratégia eficaz para a melhora da composição corporal, desempenho físico e parâmetros metabólicos, além de favorecer adaptações cardíacas benéficas. Apesar dos resultados promissores, são necessários estudos adicionais para elucidar os mecanismos envolvidos, avaliar efeitos a longo prazo e estabelecer protocolos de suplementação ideais.

Palavras-chave: Whey protein. Treinamento resistido. Hipertrofia cardíaca. Ratos Wistar. Suplementação proteica

ABSTRACT

Effects of whey protein associated with resistance training: Evidence from animal and human models

Objective: This abstract aims to synthesize the literature on the effects of resistance training combined with whey protein supplementation, highlighting evidence from both animal and human models, as well as benefits, potential risks, and knowledge gaps. **Materials and Methods:** This study is an integrative literature review, which consists of constructing an analysis of the results and methods applied and reflections on future studies, obtaining, throughout the research, an understanding of the phenomenon, used based on previous studies. **Results:** Evidence shows that whey protein, due to its high biological value and rapid digestibility, enhances the responses to resistance exercise. Studies report significant increases in muscle mass, improved post-exercise recovery, and greater cardiac contractile capacity. In addition, reductions in fat mass and improvements in metabolic profile, including glycemia and insulin sensitivity, have been observed. Leucine, an amino acid abundant in whey protein, plays a central role by directly stimulating protein synthesis. Although high protein intake still raises concerns about potential renal or hepatic risks, investigations indicate that supplementation at recommended doses is safe in healthy individuals. **Conclusion:** The combination of resistance training and whey protein supplementation is an effective strategy to improve body composition, physical performance, and metabolic parameters, in addition to promoting beneficial cardiac adaptations. Despite the promising results, further studies are needed to elucidate the underlying mechanisms, assess long-term effects, and establish optimal supplementation protocols.

Key words: Whey protein. Resistance training. Cardiac hypertrophy. Wistar rats. Protein supplementation

INTRODUÇÃO

O sistema cardiovascular é fundamental para a manutenção da vida, pois assegura o transporte de oxigênio, nutrientes, hormônios e metabólitos por meio de uma rede integrada de vasos sanguíneos e linfáticos, tendo no coração o centro regulador de todo esse processo.

Desde as fases iniciais do desenvolvimento, esse sistema garante as condições necessárias para o crescimento e a diferenciação celular, permanecendo essencial ao equilíbrio do organismo em todas as etapas da vida.

A circulação, organizada em circuitos pulmonar e sistêmico, permite tanto a oxigenação dos tecidos quanto a remoção de produtos do metabolismo, garantindo a homeostase.

O coração, constituído principalmente por tecido muscular, apresenta quatro câmaras que regulam o fluxo unidirecional do sangue oxigenado e desoxigenado.

Os miócitos cardíacos, células especializadas que compõem o miocárdio, possuem elevada capacidade de adaptação estrutural e funcional, característica que possibilita ao órgão responder tanto a estímulos fisiológicos quanto a condições patológicas. Entre os fatores que modulam essas respostas estão o envelhecimento, a inatividade física e, em contrapartida, a prática regular de exercícios.

O exercício físico, especialmente o treinamento resistido, é considerado um estímulo de grande impacto sobre o sistema cardiovascular. Ele promove uma série de adaptações bioquímicas, elétricas, morfológicas e funcionais que aumentam a eficiência do coração e favorecem a saúde metabólica.

A hipertrofia cardíaca é um exemplo de resposta adaptativa que pode se manifestar de forma fisiológica, quando ocorre como consequência do exercício, ou de forma patológica, quando resulta de doenças como hipertensão ou obesidade. No primeiro caso, observa-se aumento do tamanho dos miócitos acompanhado de expansão proporcional da rede capilar, sem prejuízo do desempenho cardíaco.

Outro fator que exerce papel determinante nesse processo é a nutrição. A ingestão de proteínas de alta qualidade é indispensável para a manutenção da massa

magra, a síntese proteica e a reparação dos tecidos.

Nesse contexto, o whey protein destaca-se como suplemento amplamente utilizado devido à sua rápida absorção e ao elevado teor de aminoácidos essenciais, especialmente leucina, capaz de estimular diretamente a síntese proteica.

Quando associado ao treinamento resistido, o suplemento potencializa os ganhos de massa muscular, favorece a recuperação após o exercício, melhora parâmetros metabólicos e pode contribuir para adaptações cardiovasculares positivas.

Dessa forma, a combinação entre treinamento resistido e suplementação com whey protein representa uma estratégia promissora tanto para a promoção da saúde quanto para a otimização do desempenho físico.

Contudo, ainda há necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a dosagem adequada, os efeitos a longo prazo e os mecanismos moleculares que sustentam essas adaptações, o que torna o tema relevante para futuras investigações científicas.

O aumento da prevalência de doenças crônicas associadas ao sedentarismo e a hábitos alimentares inadequados evidencia a necessidade de estratégias eficazes para promoção da saúde.

O treinamento resistido é reconhecido como uma intervenção capaz de melhorar a composição corporal, aumentar a força muscular e induzir adaptações cardíacas benéficas, distinguindo-se das alterações observadas em condições patológicas.

A nutrição, por sua vez, exerce papel essencial na potencialização dos efeitos do exercício. Entre os recursos disponíveis, o whey protein destaca-se pela elevada qualidade nutricional, rápida digestibilidade e alta concentração de aminoácidos essenciais, particularmente a leucina, fundamental para a ativação da síntese proteica muscular.

Quando associado ao treinamento resistido, esse suplemento contribui para o ganho de massa magra, melhora da recuperação e otimização do metabolismo energético, incluindo parâmetros como glicemia e sensibilidade à insulina.

Apesar dos resultados promissores, permanecem lacunas importantes quanto aos mecanismos envolvidos na remodelação cardíaca e aos efeitos em diferentes contextos e populações. Questões relacionadas ao

consumo prolongado e à segurança da suplementação proteica ainda geram debates, especialmente no que se refere às doses mais adequadas para maximizar benefícios e evitar potenciais riscos.

Dessa forma, investigar a associação entre treinamento resistido e suplementação com whey protein justifica-se pela possibilidade de ampliar o conhecimento sobre adaptações musculares e cardíacas, além de subsidiar estratégias seguras e eficazes de intervenção para melhorar a saúde metabólica, prevenir doenças e otimizar o desempenho físico.

O presente trabalho tem como objetivo sintetizar a literatura sobre os efeitos do treinamento resistido associado à suplementação com whey protein, destacando evidências em modelos animais e humanos, bem como benefícios, potenciais riscos e lacunas do conhecimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma revisão da literatura, cuja finalidade é reunir, analisar e sintetizar resultados de pesquisas já publicadas, permitindo uma compreensão ampla do fenômeno investigado.

Esse procedimento possibilita a construção de uma visão crítica sobre os achados, bem como reflexões acerca das metodologias utilizadas e das perspectivas para estudos futuros.

A diversidade de amostras e a multiplicidade de objetivos contemplados pela

revisão favorecem a elaboração de um panorama consistente sobre conceitos e problemas relacionados ao tema.

Para a realização do estudo, foram consultados periódicos científicos indexados em bases de dados, utilizando descritores previamente definidos.

Como critérios de inclusão, estabeleceram-se: artigos originais provenientes de estudos primários, publicados nos idiomas ingleses ou português.

Foram excluídos trabalhos com mais de dez anos de publicação, além daqueles que não atendiam aos descritores estabelecidos para a busca.

Após a aplicação dos critérios, cinco artigos foram selecionados e submetidos a uma análise detalhada.

Os dados obtidos foram organizados, avaliados e interpretados em consonância com os objetivos do presente trabalho, servindo de referência para a discussão e para a definição de direções em futuras investigações.

RESULTADOS

Sistema cardiovascular

Nos vertebrados, o sistema circulatório é, basicamente, um conjunto de tubos conectados responsáveis por transportar fluídos.

Este sistema inclui os sistemas vasculares do sangue e da linfa (Carniatio e colaboradores, 2019).

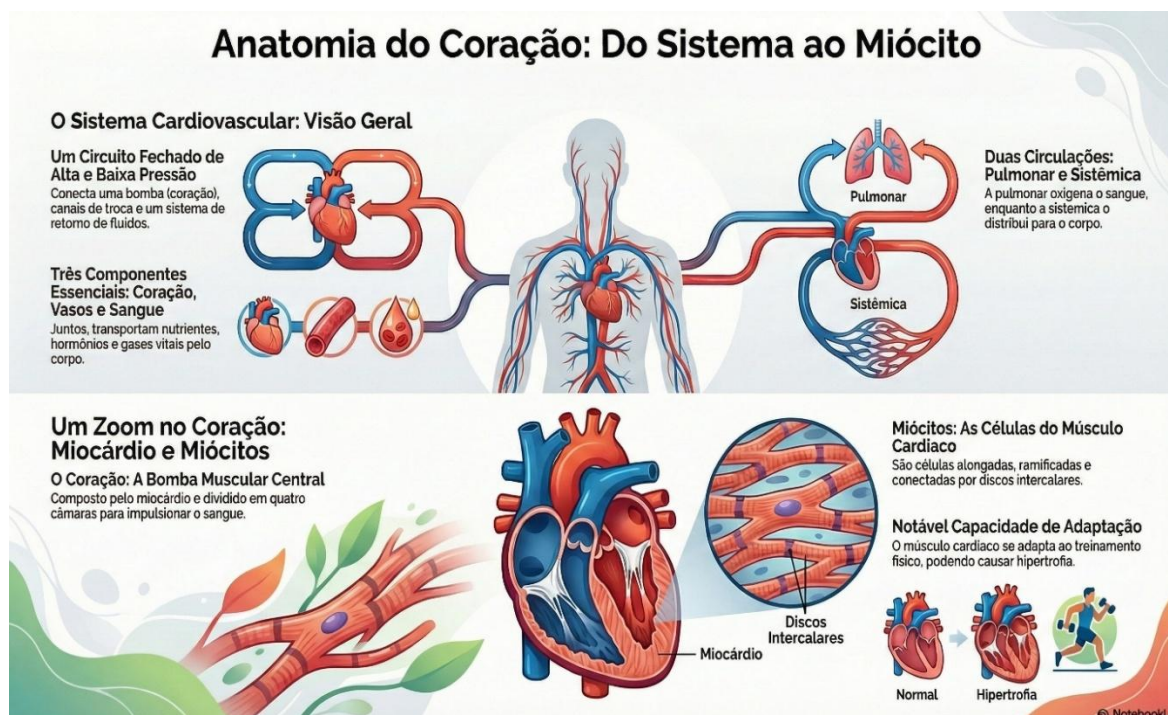


Figura 1 - Anatomia do coração: do sistema ao miócito.

O sistema cardiovascular é uma conexão direta entre uma bomba, um circuito que gera alta pressão, com canais de trocas de nutrientes e um sistema de coleta e retorno que exerce baixa pressão sobre o organismo (Mcardle, Katch e Katch, 2003). É constituído pelo sangue, vasos e coração (bergwerff e colaboradores, 1999; Monahan-Earley, Dvorak, Aird, 2013).

O sistema cardiovascular é o primeiro sistema a se tornar funcional no desenvolvimento embrionário, pois a diferenciação e o crescimento do embrião dependem do transporte interno (Pelster, Bemis, 1991; Kardong, 2016).

De acordo Robergs e Roberts (2002) o sangue que é bombeado por todo corpo em um circuito fechado. Esta circulação sanguínea se divide em circulação pulmonar e sistêmica, sendo a última responsável pelo resto do corpo.

Miocárdio e miócitos

O coração é o órgão central do sistema cardiovascular, composto essencialmente por músculo Cardíaco, o miocárdio, o qual forma uma bolsa dividida em quatro câmaras: átrio direito, átrio esquerdo, ventrículo direito e ventrículo esquerdo. Junto com os vasos

sanguíneos, as câmaras cardíacas formam uma única cavidade, na qual o sangue circula continuamente (Silverthorn, 2017).

O coração é a bomba responsável por movimentar o sangue pelo sistema cardiovascular. Também tem como função transportar o sangue desoxigenado e oxigenado para suas partes apropriadas, evitando assim a mistura dos sangues. Outra função é transportar hormônios do seu local de origem para os tecidos alvos (Kardong, 2016).

De acordo com Bishopric (2005), nos seres vertebrados o miocárdio está localizado ventralmente. Como este grupo apresenta diversas adaptações anatômicas, nas espécies que adotaram a posição bípede o coração está localizado na região anterior do corpo (Hickman e colaboradores, 2016).

O miocárdio dos mamíferos é constituído por fibras musculares cardíacas, vasos sanguíneos e tecido conjuntivo. No coração normal, esse estroma conjuntivo se distribui, formando o epimísio, que envolve toda a musculatura cardíaca (conjuntivo subepicárdico); o perimísio, que separa feixes de fibrocelular; e o endomísio, que se dispõe ao redor de cada miócito. Esse tecido conjuntivo exerce papel importante na

manutenção da integridade funcional do miocárdio (Burlew e Weber, 2000).

Histologicamente, o coração é composto pelo músculo cardíaco, restrito a este órgão. Tal músculo é formado por células cardíacas denominada miócitos cardíacos.

Os miócitos cardíacos são células alongadas e ramificadas, que se unem por meio dos discos intercalares. Essas células exibem estriações transversais e possuem um ou, no máximo, dois núcleos localizados centralmente (Junqueira e Carneiro, 2000).

Para Anversa e colaboradores, (1994), as modificações estruturais que ocorrem no miocárdio dependem de um processo de desenvolvimento normal, assim como das exigências funcionais requisitadas pelo órgão.

Portanto, processos de envelhecimento e inatividade física podem promover alterações importantes no órgão, que atingem não só suas células, como o sistema de condução sanguínea (leito vascular terminal) no miocárdio.

O músculo cardíaco é composto por tecido que apresenta expressiva adaptação ao treinamento físico, tornando-o capaz de suportar mudanças em suas propriedades bioquímicas, funcionais e morfológicas e entre as adaptações cardíacas temos a hipertrofia cardíaca (Droge, 2007).

Exercício físico e adaptações cardiovasculares

A prática do exercício físico promove ajustes sobre o miocárdio decorrente dos requeridos aumentos das atividades metabólicas e mecânicas.

Provocando assim várias adaptações bioquímicas, elétricas, morfológicas e mecânicas no músculo cardíaco, proporcionando melhora na função cardíaca.

Essas adaptações ocorrem basicamente para reduzir o estresse sobre as paredes ventriculares e, ao mesmo tempo, atender a maior demanda de suprimento

sanguíneo dos músculos em exercício (Kemi e colaboradores, 2007).

O exercício físico gera estresse fisiológico no organismo ao elevar consideravelmente as demandas energéticas em relação ao repouso.

Além disso, provoca modificações morfológicas e funcionais nos praticantes que os capacitam a responder ao estresse provocado pelas atividades físicas que desempenham.

As alterações provocadas pelo treinamento físico são muito estudadas e complexas porque envolvem uma interação entre vários sistemas do organismo, como o musculoesquelético, cardiovascular, respiratório, metabólico e o sistema nervoso autônomo (Carniatto e colaboradores, 2019).

Nesse sentido, as atividades físicas podem ocasionar, por exemplo, adaptações específicas na musculatura esquelética, como o aumento da massa muscular; adaptações cardiovasculares morfológicas, como hipertrofia cardíaca, e funcionais, como bradicardias e alterações respiratórias, a exemplo do aumento do consumo de oxigênio (VO_2max), o qual pode ser causado pela elevação da taxa metabólica do praticante (Pinho, e colaboradores, 2010).

A prática de exercício físico age no mecanismo de prevenção e promoção de saúde, podendo desacelerar as alterações fisiológicas do envelhecimento e das doenças crônico-degenerativas, proporcionando adaptações morfológicas e funcionais positivas no músculo cardíaco (Gonçalves e Alchieri, 2010).

Decorrente disso, estudos envolvendo o treinamento físico (TF) vêm sendo desenvolvidos, com o objetivo de verificar as adaptações morfológicas do miócito e miocárdio. No qual muitos estudos com modelos animais têm sido realizados com protocolos e intensidades variadas (Kemi e colaboradores, 2004; Kemi e colaboradores, 2005).

Entre os exercícios que promovem adaptações sobre o sistema cardiovascular temos os exercícios resistidos.

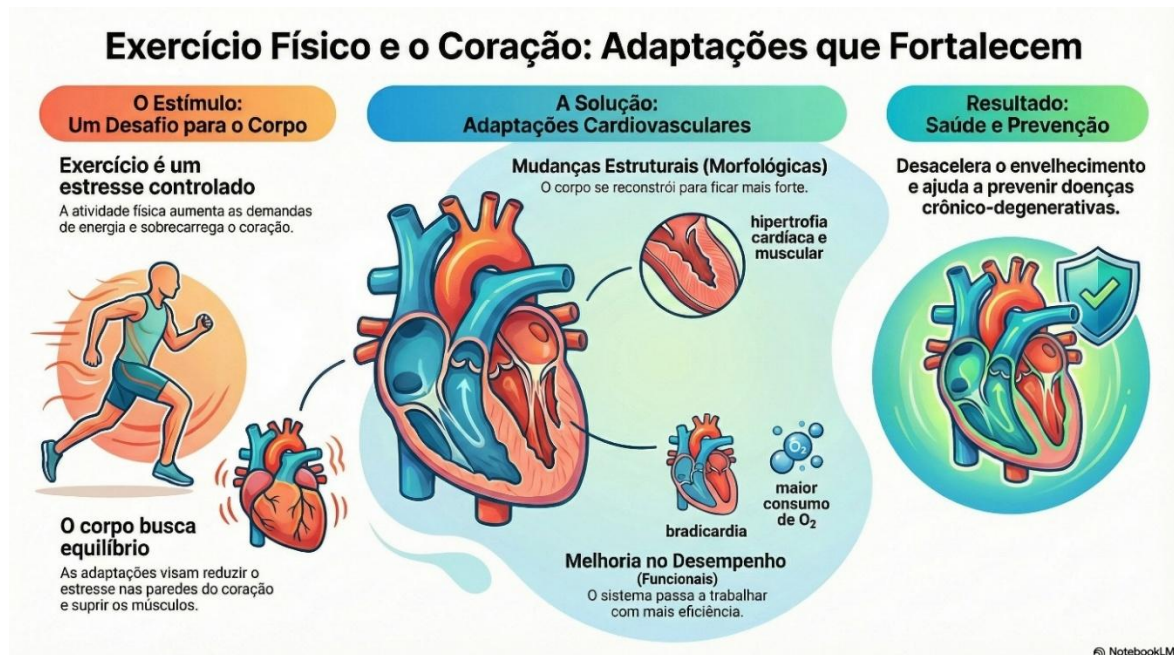


Figura 2 - Exercício físico e o coração: adaptações que fortalecem.

Treinamento resistido

O treinamento resistido, também conhecido como treinamento com pesos ou treinamento de força que quando aplicados de maneira correta pode promover modificações significativas na composição corporal e saúde de grupos clínicos (adolescentes, gestantes, idosos, hipertensos, diabéticos entre outros).

O treinamento resistido é um procedimento especializado de condicionamento que envolve o uso progressivo de uma gama de cargas resistivas e uma variedade de modalidades de treinamento (NSCA, 2009).

O treinamento resistido é caracterizado por repetidas séries de contrações contra uma resistência, que resultam no rápido recrutamento de fibras musculares do tipo 2, também é um potente estímulo à síntese proteica muscular esquelética (Phillips, 2009; McGlory e Phillips, 2015).

Os exercícios físicos de resistência são aqueles que exigem que o atleta mantenha um determinado esforço pelo máximo de tempo possível, envolvendo massas musculares importantes e todo o sistema cardiovascular e respiratório (Fernandes, e colaboradores, 2015).

De acordo com Fleck e Kraemer (1999), os exercícios resistidos podem ser aplicados com pesos livres, com o próprio peso corporal, em maquinários de musculação ou outros equipamentos, sendo executado na maioria dos casos, em sequências ininterruptas de repetições com variados intervalos entre as séries.

De acordo com Gianolla (2003) este tipo de treinamento vem ganhando popularidade entre diversos públicos e por consequência um aumento no número de adeptos.

O treinamento resistido apresente notáveis benefícios em diversos objetivos, como o desenvolvimento de capacidades físicas importantes como força, potência, resistência muscular e flexibilidade (Gianolla, 2003), tratamento para o baixo índice de lesões no esporte (Rios e colaboradores, 2017), tratamento contra cardiopatias (Lima, 2016; Jaenisch e Faralozzo, 2017) e a obesidade (ACSM, 2001), além de regulações sistêmicas importantes, incluindo o desenvolvimento e/ou a manutenção da massa muscular (Marques, 2016), assim como a capacidade funcional para os idosos (Câmara, Bastos e Volpe, 2012).

O treinamento resistido de forma crônica promove a adaptações sobre o

sistema cardiovascular, entre ela temos a hipertrofia cardíaca sobre no miocárdio.



Figura 3 - Treinamento resistido: a força que transforma a sua saúde.

Hipertrofia cardíaca (HC)

A hipertrofia cardíaca (HC) se caracteriza pelo aumento da massa do coração, devido a um aumento da síntese protéica e consequentemente nas dimensões dos cardiomiócitos. Este processo provoca aumento no consumo de oxigênio e nutrientes nos cardiomiócitos e, como consequência, promove mudanças funcionais e bioquímicas nas células (Maron e Pelliccia, 2006; Gupta, 2007).

A hipertrofia miocárdica é uma resposta adaptativa do coração diante da prática de exercícios físicos, ou de situações patológicas, como hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes e obesidade (Camarozano, 2009). Ou seja, a hipertrofia miocárdica surge como uma resposta adaptativa, muitas vezes inadequada, que ocorre na hipertensão arterial sistêmica, diabetes e obesidade, devido à sobrecarga de pressão e ou volume (Ferreira Filho, 2012).

O músculo cardíaco se adapta a sobrecargas hemodinâmicas, provocando alterações na estrutura do miocárdio de duas

formas: a hipertrofia excêntrica, causada pela sobrecarga do volume de treinamento, como o treinamento físico aeróbico (corrida, natação, entre outros). A outra forma é a hipertrofia concêntrica, causada pela sobrecarga da pressão arterial, observada com o treinamento resistido/isométrico como o levantamento de peso (LPO).

A hipertrofia cardíaca, em resposta ao exercício físico, que corresponde à hipertrofia fisiológica, inclui alterações morfológicas e funcionais. Esse tipo de hipertrofia ocorre em ambos os ventrículos, mas em grau mais elevado no ventrículo esquerdo. As principais adaptações ao treinamento físico no que diz respeito à morfologia do coração são alterações no tamanho do músculo e no volume das câmaras cardíacas (Wang e colaboradores, 2008).

De acordo com o tipo de estímulo recebido pelo tecido cardíaco as alterações estruturais e bioquímicas dos cardiomiócitos podem determinar se a hipertrofia presente no tecido é de natureza fisiológica ou patológica (Braunwald e Bristow, 2000; Iemitsu e colaboradores, 2001).

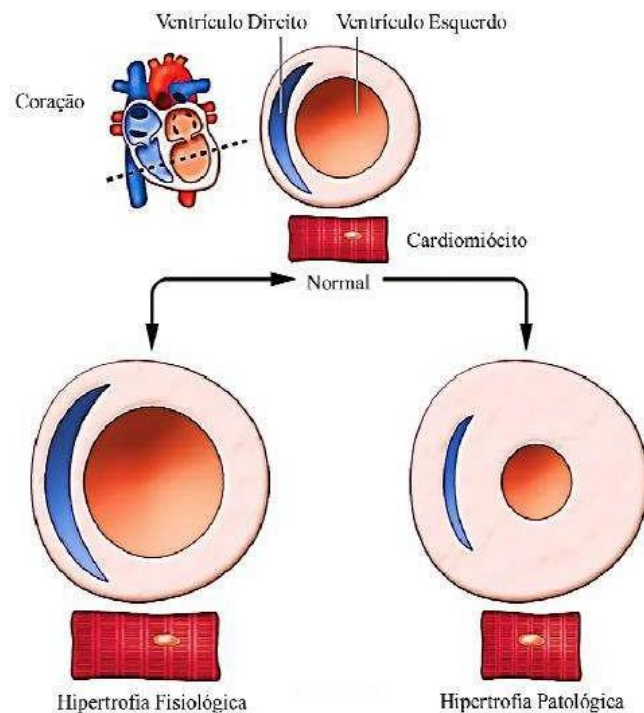


Figura 4 - Comparativo de Hipertrofia Excêntrica (Fisiológica) versus Concêntrica (Patológica) e suas Implicações na Geometria Ventricular. (Fonte: Van Berlo e colaboradores, 2013).

Hipertrofia cardíaca patológica

Por outro lado, a hipertrofia cardíaca patológica está associada aos altos níveis de mediadores neuro-humorais, sobrecarga hemodinâmica, lesão e perda de cardiomiócitos. No desenvolvimento de uma HC em cenário patológico, o crescimento de cardiomiócitos excede a capacidade dos capilares de fornecer adequadamente nutrientes e oxigênio, levando à hipóxia e remodelamento cardíaco em roedores (Shimizu e colaboradores, 2010).

De acordo com Shimizu e Minamino (2016), dentro da hipertrofia cardíaca fisiológica há perda funcional do tecido cardíaco devido à morte celular, além da presença de fibrose no tecido cardíaco, o que pode originar a insuficiência cardíaca.

Hipertrofia cardíaca fisiológica

A hipertrofia cardíaca fisiológica demonstra um aumento dos cardiomiócitos em resposta ao exercício, e os cardiomiócitos aumentados recebem nutrição adequada devido à expansão da rede capilar. Anormalidades cardíacas estruturais ou

funcionais não ocorrem nesse cenário, e, geralmente, a hipertrofia cardíaca fisiológica não é considerada um fator de risco para insuficiência cardíaca (Pinto, 2018).

Os estímulos fisiológicos podem ocorrer de forma concêntrica ou excêntrica, no entanto, o alargamento das câmaras se desenvolve de uma forma proporcional, desencadeando uma melhora da função cardíaca sem a presença de fibrose (Bernardo e colaboradores, 2010).

Na hipertrofia fisiológica o crescimento do músculo cardíaco pode ser do tipo concêntrico ou excêntrico dependendo do tipo de estímulo realizado (Pinto, 2018).

Hipertrofia cardíaca fisiológica excêntrica

Tal hipertrofia ocorre por meio de uma remodelação cardíaca, especificamente do ventrículo esquerdo (VE). A remodelação na forma de hipertrofia excêntrica ocorre pela adição de sarcômeros em série e crescimento longitudinal de cardiomiócitos, a qual leva ao aumento na dilatação do ventrículo esquerdo (Fernandes e colaboradores, 2015).

A hipertrofia miocárdica excêntrica, acontece por uma sobrecarga de volume

sanguíneo, ou seja, aumento da pré-carga, o que eleva a tensão diastólica, levando ao crescimento dos miócitos.

Nesse tipo de hipertrofia temos o aumento do número de sarcômeros, que colaboram tanto no comprimento das células, gerando assim uma dilatação no diâmetro da câmara ventricular, quanto na espessura dos miócitos, causando espessamento de massa (Magalhães e colaboradores, 2008).

Hipertrofia cardíaca fisiológica concêntrica

Na hipertrofia miocárdica concêntrica temos somente o aumento no diâmetro das células musculares, interferindo assim, apenas na densidade do ventrículo. Tal fato é gerado pela sobrecarga pressórica, ou seja, pelo aumento da pós-carga, o que caracteriza um pico de tensão sistólica (Magalhães e colaboradores, 2008).

Essa hipertrofia geralmente leva ao aumento da espessura da parede do ventrículo esquerdo (VE) sem alteração no diâmetro da câmara, por meio da adição paralela de novos sarcômeros e crescimento lateral de cardiomiócitos individuais (Fernandes e colaboradores, 2015).

Parâmetros alimentares

Segundo Berg, Tymoczko e Stryer (2014), o exercício físico, somado a uma alimentação saudável, constitui um dos tratamentos mais efetivos para diversas condições patológicas, como o diabetes, depressão, uma variedade de tipos de câncer, hipertensão e doenças coronarianas.

A alimentação é fator primordial na rotina diária da humanidade, não apenas por se constituir em necessidade básica, mas principalmente porque a sua utilização tornou-se um problema de saúde pública, uma vez que o seu excesso ou falta pode causar doenças (WHO, 2011).

Para a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa, 2008), uma alimentação saudável deve apresentar características qualitativas, sem necessidade de ser dispendiosa (pois a preparação pode ser feita com alimentos naturais, produzidos na região em que se vive), ser saborosa e composta por variados alimentos que necessitam ser consumidos em quantidade

correta e livre de contaminação, ou seja, segura para o consumo.

De acordo com Flück e Hoppeler (2003), a disponibilidade de nutrientes, assim como o treinamento físico, pode ser um estimulador para a modificação das características morfológicas, metabólicas e funcionais do tecido muscular estriado além disso destacam-se dois aspectos relacionados à nutrição que necessitam ser considerados para o processo de hipertrofia: a quantificação de proteína e de calorias ingeridas.

Consumo e suplementação proteica

Dentre as funções orgânicas da proteína, podemos citar a função de regulação do metabolismo, de transporte de nutrientes, de atuação como catalisadores naturais, de defesa imunológica, de atuação como receptores de membranas, além de muitas outras (Paiva, Alfenas e Bressan, 2007).

As necessidades energéticas proteicas são maiores para os praticantes de atividade física e são influenciadas pelo tipo, intensidade, duração e frequência do exercício (Maughan e Burke, 2004).

A American Dietetic Association (ADA, 2012) coloca as suplementações proteicas como as mais populares entre os praticantes de atividade física, com a principal finalidade o aumento da massa muscular.

Em um estudo de revisão sistemática realizada por Nabuco, Rodrigues e Ravagnani (2016) foi identificado a prevalência do uso de suplementos alimentares entre atletas brasileiros pode variar entre 37% e 98%. Tal pesquisa identificou também que 53% dos estudos revisados apontaram os suplementos de proteína e aminoácidos como os mais utilizados por este grupo de indivíduos.

Entre os frequentadores de academia, por meio de uma revisão sistemática da literatura, Nogueira, Souza e Brito (2013) levantaram que a prevalência do uso de suplementos varia entre 23,9% e 94%, a depender da região do Brasil e da faixa etária investigada, motivados, sobretudo, pela melhora da forma física e da saúde.

O uso indiscriminado desses suplementos sem devida orientação é

preocupante, visto que, o consumo inadequado poderá acarretar consequências à saúde humana (Hirschbruch e colaboradores, 2008), onde a proteína ingerida excessivamente passará por conversão e armazenamento na forma de glicogênio e lipídios (Alvarez, Brasioli e Nabholz, 2007).

Entre as suplementações de decorrentes das proteínas do soro do leite, a whey proteins (WP), têm sido muito utilizadas por praticantes de atividades físicas e atletas, especialmente por possuírem alto valor nutricional e apresentarem relação comprovada com a hipertrofia muscular (Carrilho, 2013).

Suplementação de whey proteins

O suplemento alimentar proveniente das proteínas solúveis do soro do leite, conhecido como whey proteins, vem sendo muito utilizado por diversos praticantes de exercício físico, devido, entre outros motivos,

à presença dos aminoácidos essenciais, principalmente a leucina, vistos como um dos principais aminoácidos capazes de estimular a síntese proteica (Dickinson e colaboradores, 2014).

O whey proteins (WP) é um dos componentes da proteína do leite e contém aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), como leucina, isoleucina, valina, que possuem benefícios importantes à saúde, especialmente ao músculo esquelético (Pal e Radavelli-Bagatini, 2013).

A whey protein é uma proteína cujas propriedades benéficas à saúde, ao desempenho físico e a melhora da composição corporal, estão amplamente reportadas na literatura, por favorecer o anabolismo e reduzir o catabolismo muscular, reduzir a ação de agentes oxidantes nos músculos esqueléticos (Haraguchi, Abreu, Paula, 2006) e aumentar a força e a massa magra (Morton e colaboradores, 2015).



Figura 5 - Caracterização Bromatológica e Perfil Amínico de Proteínas de Soro de Leite. (Fonte: Laboratório de Fisiologia e Prescrição do Exercício do Maranhão).

Os aminoácidos de cadeia ramificada perfazem 21,2% de sua composição e todos os aminoácidos essenciais constituem 42,7%. Essa particularidade torna whey proteins uma fonte proteica concentrada em aminoácidos essenciais, especificamente leucina, em comparação às demais fontes de proteína (Terada e colaboradores, 2009).

Dessa forma, esse perfil de aminoácidos torna a sua digestão e absorção intestinal mais rápida, o que promove elevação da concentração de aminoácidos no plasma e estimula a síntese de proteínas nos tecidos (Haraguchi, Abreu e Paula, 2006).

Também apresenta alto teor de cálcio e de peptídeos bicativos do soro, proporcionando possíveis efeitos sobre a síntese proteica muscular esquelética, redução da gordura corporal, assim como na modulação da adiposidade, e melhora do desempenho físico. Entre possíveis benefícios destacam-se seus efeitos hipotensivo, antioxidante e hipocolesterolêmico (Terada e colaboradores, 2009).

Dessa forma, a ingestão de proteína favorece a síntese e recuperação muscular, bem como contribui para o metabolismo energético (Ormsbee e colaboradores, 2014).

Recomendações quanto ao consumo diário de proteína

As recomendações acerca da quantidade de proteína ideal para consumo, ainda é um tema em constante investigação.

Naderi e colaboradores, (2016), em sua revisão sistemática sugere a dose de 0,20 a 0,25g/kg da massa corporal para indivíduos jovens e 0,40g/kg para indivíduos idosos nas refeições frequentes durante o dia, ou 20-25g pós exercício para atletas jovens e 40g/ dia após o exercício para atletas adultos.

O American College of Sports Medicine (2016), afirma que uma dose proteica entre 1,2g/kg e 2,0g/kg é necessária para a adaptação metabólica e reparação tecidual.

A etiologia quanto ao consumo ideal diário de proteína mostra-se sob intensa investigação, vários estudos têm sido

desenvolvidos para sanar tal dúvida. Phillips e Van Loon (2011), em seu trabalho coloca como dose ideal para indivíduos sedentários 0,8g/kg/dia, e de 1,2 a 2,0g/kg/dia para indivíduos atletas.

Helms, Aragon e Fitschen (2014), notaram que dosagens menores que 2,3g/kg/dia não mostraram eficiência em manter a quantidade de massa magra de fisiculturistas, sugerindo assim que dosagens maiores, entre 2,3 a 3,1g/kg/dia parecem ser mais eficientes para manter a proporção de massa muscular nessa população.

Outro trabalho recente elaborado por Macnaughton e colaboradores, (2016), observou em uma dose de 40g/kg/dia foi mais eficiente na resposta da síntese proteica muscular, associado ao treinamento resistido em homens jovens saudáveis e treinados, quando comparado a uma dosagem de 20g/kg/dia usada no mesmo trabalho.

Dunford (2012), afirma que um dos maiores problemas na administração de uma alimentação com quantidades proteicas acima do recomendado está na desconsideração quanto a necessidade de carboidratos e lipídios, levando a um possível déficit nutricional, que prejudica diretamente o desempenho no treinamento e na hipertrofia muscular.

É possível afirmar que a proteína dentro de uma dieta é essencial para a hipertrofia muscular e esta necessidade pode ser suprida por uma alimentação balanceada e equilibrada ao indivíduo (Zambão, Rocco e Heyde, 2015).



Figura 6 - Decifrando a proteína: seu aliado para o ganho muscular.

CONCLUSÃO

A combinação entre treinamento resistido e suplementação com whey protein representa uma estratégia eficaz para promover adaptações positivas tanto na composição corporal quanto na função metabólica e cardiovascular.

Os resultados disponíveis indicam que essa associação potencializa o ganho de massa magra, melhora o desempenho físico e contribui para a redução da gordura corporal, o que reforça sua relevância como ferramenta de promoção da saúde e de prevenção de doenças crônicas relacionadas ao sedentarismo.

Além disso, evidências apontam que o whey protein, devido à sua alta qualidade nutricional e à presença de aminoácidos essenciais, exerce efeito direto sobre a síntese proteica e o metabolismo energético.

Quando aliado ao treinamento resistido, favorece a recuperação muscular, aumenta a eficiência contrátil do coração e pode auxiliar na modulação de parâmetros metabólicos como a sensibilidade à insulina e o controle glicêmico.

No entanto, apesar dos benefícios observados, ainda existem lacunas importantes na literatura científica. É necessário investigar os mecanismos

moleculares envolvidos nessas adaptações, assim como avaliar os efeitos do consumo prolongado e determinar protocolos ideais de suplementação em diferentes populações.

Dessa forma, estudos adicionais são fundamentais para consolidar evidências e estabelecer recomendações seguras e eficazes que orientem tanto a prática clínica quanto a prescrição esportiva.

REFERENCIAS

- 1-ACSM. American College of Sports Medicine. Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance. *Medicine & Science In Sports & Exercise*. Vol. 48. Núm. 3. 2001. p. 543-568.
- 2-ADA. American Dietetic Association. Dietary fatty acids. *Journal of the American Dietetic Association*. Vol. 107. Núm. 9. 2012. p. 1599-1611.
- 3-Alvarez, T.; Brasioli, M.; Nabholz, T.V. Proteínas e suplementação. In: Nabholz, T. V. *Nutrição esportiva: aspectos relacionados à suplementação nutricional*. 2007. p. 113-129.
- 4-Anversa, P.; Li, P.; Sonnenblick, E.H.; Olivetti, G. Effects of aging on quantitative structural properties of coronary vasculature and

microvasculature in rats. *Am. J. Physiol.* Vol. 267. Núm. 3. 1994. p. 1062-1073.

5-ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentação Saudável: Fique Esperto! Brasília-DF. 2008. p. 4.

6-Berg, J.M.; Tymoczko, J.L.; Stryer, L. *Bioquímica*. 7ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2014.

7-Bergwerff, M.; Deruiter, M.C.; Groot, A.C.G. Comparative anatomy and ontogeny of the ductus arteriosus, a vascular outsider. *Anatomy and Embryology*. Vol. 200. 1999. p. 559-571.

8-Bernardo, B.C.; Weeks, K.L.; Pretorius, L.; McMullen, J.R. Molecular distinction between physiological and pathological cardiac hypertrophy: experimental findings and therapeutic strategies. *Pharmacology & therapeutics*. Vol. 128. Núm. 1. 2010. p. 191-227.

9-Bishopric, N. Evolution of the heart from bacteria to man. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol. 1047. 2005. p. 13-29.

10-Braunwald, E.; Bristow, M.R. Congestive heart failure: fifty years of progress. *Circulation*. Vol. 102. Núm. 20. 2000. p. IV14-23.

11-Burlew, B.S.; Weber, K.T. Connective tissue and the heart: functional significance and regulatory mechanisms. *Cardiol. Clin.* Vol. 18. Núm. 3. 2000. p. 435-442.

12-Camarozano, A.; Rabischoffsky, A.; Maciel, B.C.; Brindeiro Filho, D.; Horowitz, E.S.; Pena, J.L.B.; Vieira, M.L.C.; Hotta, V.T. Diretrizes das indicações da ecocardiografia. *Arq Bras Cardiol*. Vol. 93. Núm. 6. 2009. p. 265-302.

13-Câmara, L.C.; Bastos, C.C.; Volpe, E.F.T. Resistance exercise in frail elderly: a literature review. *Fisioterapia em Movimento*. Vol. 25. Núm. 2. 2012. p. 435-443.

14-Carniatto, C.H.O.; Vidotti, A.P.; Bianchi, L.R.O.; Mello, J.M. Morphology and evolution of the heart in vertebrates: A Review. *Arquivos do MUDI*. Vol. 23. Núm. 3. 2019. p. 290-303.

15-Carrilho, L.H. Benefícios da utilização da proteína do soro do leite whey protein. *Revista*

Brasileira de Nutrição Esportiva. São Paulo. Vol. 7. Núm. 40. 2013. p. 195-203.

16-Dickinson, J.M.; Gundermann, D.M.; Walker, D.K.; Reidy, P.T.; Borack, M.S.; Drummond, M.J.; Arora, M.; Volpi, E.; Rasmussen, B.B. Leucine-enriched amino acid ingestion after resistance exercise prolongs myofibrillar protein synthesis and amino acid transporter expression in older men. *The journal of nutrition*. Vol. 144. Núm. 11. 2014. p. 1694-1702.

17-Droge, W. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Review*. Vol. 82. Núm. 1. 2007. p. 47-95.

18-Dunford, M. Fundamentos de nutrição no esporte e no exercício. Manole. 2012.

19-Fleck, S.J.; Kraemer, W.J. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. 2ª edição. Porto Alegre. Artmed. 1999. 248 p.

20-Fernandes, T.; Baraúna, V.G.; Negrão, C.E.; Phillips, M.I.; Oliveira, E.M. Aerobic exercise training promotes physiological cardiac remodeling involving a set of microRNAs. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. Vol. 309. Núm. 4. 2015. p. 543-552.

21-Ferreira Filho, P.R.P. Patterns of Left Ventricular Hypertrophy and Geometry by Chest Echocardiography. *Rev bras ecocardiogr imagem cardiovasc*. Vol. 25. Núm. 2. 2012. p. 103-115.

22-Flück, M.; Hoppeler, H. Molecular Basis of Skeletal Muscle Plasticity-from Gene to Form and Function. *Reviews of physiology, biochemistry, and pharmacology*. Vol. 146. 2003. p. 159-216.

23-Gianolla, F. Musculação: conceitos básicos. São Paulo: Manole. 2003.

24-Gonçalves, M.P.; Alchieri, J.C. Motivação à prática de atividades físicas: um estudo com praticantes não-atletas. *Psico-USF*. Vol. 15. Núm. 1. 2010. p. 125-134.

25-Gupta, M.P. Factors controlling cardiac myosin-isoform shift during hypertrophy and heart failure. *Journal of molecular and cellular cardiology*. Vol. 43. Núm. 4. 2007. p. 388-403.

26-Haraguchi, F.K.; Abreu, W.C.; Paula, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedade nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Revista de Nutrição*. Vol. 19. Núm. 4. 2006. p. 479-488.

27-Helms, E.R.; Aragon, A.; Fitschen, P.J. Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation. *Journal of The International Society of Sports Nutrition*. Vol. 11. Núm. 1. 2014. p. 2-20.

28-Hickman, C.P.; Roberts, L.S.; Keen, S.L.; Eisenhour, D.J.; Larson, A.; L Anson, H. *Princípios integrados de zoologia*. 16ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2016. p. 937.

29-Hirschbruch, M.D.; Fisberg, M.; Mochizuki, L. Consumo de suplementos por jovens frequentadores de academias de ginástica em São Paulo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 14. Núm. 6. 2008. p. 539-543.

30-Iemitsu, M.; Miyauchi, T.; Maeda, S.; Sakai, S.; Kobayashi, T.; Fujii, N.; Miyazaki, H.; Matsuda, M.; Yamaguchi, I. Physiological and pathological cardiac hypertrophy induce different molecular phenotypes in the rat. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*. Vol. 281. Núm. 6. 2001. p. R2029-2036.

31-Jaenisch, R.B.; Faralozzo, F. Efeito do treinamento resistido em pacientes com insuficiência cardíaca. *Revista Perspectiva: Ciência e Saúde*. Vol. 2. Núm. 1. 2017. p. 124-136.

32-Junqueira, L.C.; Carneiro, J. *Histologia básica*. 7ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2000.

33-Kardong, K.V. *Vertebrados: anatomia comparada, função e evolução*. 7ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2016. p. 788.

34-Kemi, O.J.; Haram, M.; Wisløff, U.; Ellingsen, Ø. Aerobic fitness is associated with cardiomyocyte contractile capacity and endothelial function in exercise training and detraining. *Circulation*. Vol. 109. Núm. 23. 2004. p. 2897-2904.

35-Kemi, O.J.; Haram, P.M.; Loennechen, J.P.; Osnes, J-B.; Skomedal, T.; Wisløff, U.; Ellingsen, Ø. Moderate vs. high exercise intensity: differential effects on aerobic fitness, cardiomyocyte contractility, and endothelial function. *Cardiovasc. Res*. Vol. 67. Núm. 1. 2005. p. 161-172.

36-Kemi, O.J.; Ellingsen, Ø.; Ceci, M.; Grimaldi, S.; Smith, G.L.; Condorelli, G.; Wisløff, U. Aerobic interval training enhances cardiomyocyte contractility and Ca²⁺ cycling by phosphorylation of CaMKII and Thr-17 of phospholamban. *J. Mol. Cell. Cardiol*. Vol. 43. Núm. 3. 2007. p. 354-361.

37-Lima, F.V.S. Efeitos do treinamento resistido em pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida: revisão sistemática e metanálise. *Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologias em Saúde*. Universidade de Brasília. 2016.

38-Macnaughton, L.S.; Wardle, S.L.; Witard, O.E.; Mcglory, C.; Hamilton, D.L.; Jeromson, S.; Lawrence, C.E.; Wallis, G.A.; Tipton, K.D. The response of muscle protein synthesis following whole-body resistance exercise is greater following 40 g than 20 g of ingested whey protein. *Physiological Reports*. Vol. 4. Núm. 15. 2016. p. 1-16.

39-Magalhães, F.C.; Barretti, D.; Hashimoto, N.; Melo, F.S.F.; Roque, F.R.; Oliveira, E.M. Hipertrofia Cardíaca induzida pelo treinamento físico: eventos moleculares e celulares que modificam o fenótipo. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. Vol. 7. Núm. 1. 2008. p. 189-193.

40-Maron, B.J.; Pelliccia, A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. *Circulation*. Vol. 114. Núm. 15. 2006. p. 1633-1644.

41-Marques, R.F. Treinamento resistido e regulação da massa muscular. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 10. Núm. 62. 2016. p. 438-440.

42-Maughan, R.J.; Burke, L.M. *Nutrição Esportiva*. Artmed. 2004. p. 27-37.

43-Mcardle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. Fisiologia do exercício. 5ª edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2003.

44-Mcglory, C.; Phillips, S.M. Exercise and the Regulation of Skeletal Muscle Hypertrophy. Progress in Molecular Biology and Translational Science. Vol. 135. 2015. p. 153-173.

45-Monahan-Earley, R.; Dvorak, A.M.; Aird, W.C. Evolutionary origins of the blood vascular system and endothelium. Journal of Thrombosis and Haemostasis. Vol. 11. Núm. s1. 2013. p. 46-66.

46-Morton, R.W.; Mcglory, C.; Phillips, S.M. Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. Frontiers in Physiology. Vol. 6. 2015. p. 245.

47-Nabuco, H.C.G.; Rodrigues, V.B.; Ravagnani, C.F.C. Fatores associados ao uso de suplementos alimentares entre atletas: Revisão sistemática. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 22. Núm. 5. 2016. p. 412-419.

48-Naderi, A.; Oliveira, E.P.; Ziegenfuss, T.N.; Willems, M.T. Timing, Optimal Dose and Intake Duration of Dietary Supplements with Evidence-Based Use in Sports Nutrition. Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry. Vol. 20. Núm. 4. 2016. p. 1-12.

49-Nogueira, F.R.S.; Souza, A.; Brito, A. Prevalência do uso e efeitos de recursos ergogênicos por praticantes de musculação nas academias brasileiras: uma revisão sistematizada. Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde. Vol. 18. Núm. 1. 2013. p. 16-30.

50-NSCA. National Strength and Conditioning Association. Youth resistance training: update position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. The Journal of Strength & Conditioning Research. Vol. 23. Núm. 5. 2009. p. 560-579.

51-Ormsbee, M.J.; Bach, C.W.; Baur, D.A. Pre-exercise nutrition: the role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. Nutrients. Vol. 6. Núm. 5. 2014. p. 1782-1808.

52-Paiva, A.C.; Alfenas, R.C.G.; Bressan, J. Effects of high protein intake in the metabolism. Revista Brasileira de Nutrição Clínica. Vol. 22. Núm. 1. 2007. p. 83-84.

53-Pal, S.; Radavelli-Bagatini, S. The effects of whey protein on cardiometabolic risk factors. Obesity Reviews. Vol. 14. Núm. 4. 2013. p. 324-343.

54-Pelster, B.; Bemis, W.E. Ontogeny of heart function in the little skate *Raja erinacea*. The Journal of Experimental Biology. Vol. 156. 1991. p. 387-398.

55-Phillips, S.M. Physiologic and molecular bases of muscle hypertrophy and atrophy: impact of resistance exercise on human skeletal muscle. Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism. Vol. 34. Núm. 3. 2009. p. 403-410.

56-Phillips, S.M.; Van Loon, L.J. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. Journal of Sports Sciences. Vol. 29. Núm. 1. 2011. p. 29-38.

57-Pinho, R.A.; Araújo, M.C.; Ghisi, G.L.M.; Benetti, M. Doença arterial coronariana, exercício físico e estresse oxidativo. Arq Bras Cardiol. Vol. 94. Núm. 4. 2010. p. 549-555.

58-Pinto, G.H. Análise do perfil de miRNAs e vias de sinalização relacionadas em modelo animal de hipertrofia cardíaca fisiológica induzida por natação. Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2018.

59-Rios, E.T.; Rodrigues, F.C.; Rocha, L.F.; Salemi, V.M.C.; Miranda, D.P. Influência do volume semanal e do treinamento resistido sobre a incidência de lesão em corredores de rua. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. São Paulo. Vol. 11. Núm. 64. 2017. p. 104-109.

60-Robergs, R.A.; Roberts, S.O. Princípios Fundamentais de Fisiologia do Exercício para Aptidão, Desempenho e Saúde. São Paulo: Phorte. 2002.

61-Shimizu, I.; Minamino, T.; Toko, H.; Okada, S.; Ikeda, H.; Yasuda, N.; Tateno, K.; Moriya, J.; Yokoyama, M.; Nojima, A.; Koh, G.Y.;

Akazawa, H.; Shiojima, I.; Kahn, C.R.; Abel, E.D.; Komuro, I. Excessive cardiac insulin signaling exacerbates systolic dysfunction induced by pressure overload in rodents. *The Journal of clinical investigation*. Vol. 120. Núm. 5. 2010. p. 1506-1514.

62-Shimizu, I.; Minamino, T. Physiological and pathological cardiac hypertrophy. *Journal of molecular and cellular cardiology*. Vol. 97. 2016. p. 245- 262.

63-Silverthorn, D.U. *Fisiologia Humana: Uma abordagem integrada*. 7ª edição. Artmed Editora. 2017.

64-Terada, L.C.; Godoi, M.R.; Silva, T.C.V.; Monteiro, T.L. Efeitos metabólicos da suplementação do Whey protein em praticantes de exercícios com pesos. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol. 3. Núm. 16. 2009. p. 295-305.

65-Van Berlo, J.H.; Pandya, K.; Molkentin, J.D. Signaling effectors underlying pathologic growth and remodeling of the heart. *The Journal of Clinic Investigation*. Vol. 123. Núm. 1. 2013. p. 37-45.

66-Wang, S.; Ma, J.Z.; Zhu, S.S.; Xu, D.J.; Zou, J.G.; Cao, K.J. Swimming training can affect intrinsic calcium current characteristics in rat myocardium. *Eur. J. Appl. Physiol*. Vol. 104. Núm. 3. 2008. p. 549- 555.

67-WHO. World Health Organization. *Nutrition. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. 2011.

68-Zambão, J.E.; Rocco, C.S.; Heyde, M.E.D. Relação entre suplementação de proteína do soro do leite e hipertrofia muscular: uma revisão. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol. 9. Núm. 50. 2015. p. 179-192.

1 - Programa de Mestrado em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.

2 - Programa de Pós-Graduação em Saúde do Adulto da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, São Luís, Maranhão, Brasil.

3 - Unidade de Ensino Superior do Sul do Maranhão-UNISULMA, Imperatriz, Maranhão, Brasil.

4 - Faculdade de Educação São Francisco-FEASP, Pedreira, Maranhão, Brasil.

E-mail dos autores:

bruunoliz1@gmail.com
diegomacau.nut@hotmail.com
de.oliveira.milena@gmail.br
eesn.edf@gmail.com
gm.pereira@ufma.br
ac-navarro@uol.com.br
francisco.navarro@ufma.br

Autor correspondente:

Bruno Luiz Galvão de Miranda.
bruunoliz1@gmail.com

Recebido para publicação em 25/10/2025
Aceito em 30/01/2026