

EFEITOS FISIOLÓGICOS AGUDOS NO TREINAMENTO RESISTIDO E SUA RECUPERAÇÃO MUSCULAR DO EXERCÍCIO: UM ESTUDO DE REVISÃO

ACUTE PHYSIOLOGICAL EFFECTS IN THE RESISTANT TRAINING AND ITS MUSCULAR RECOVERY OF EXERCISE: A REVIEW STUDY

GOMES, Livia Fontana ¹

BUENO, Camilo Antono Monteiro ²

CARVALHO, Francine Pereira de ³

RESUMO

Atualmente tem crescido a preocupação das pessoas com a prática de atividades físicas que visam o gasto energético, seja por cuidados puramente estéticos, seja por recomendação médica destinada apenas para a manutenção de uma vida saudável, haverá sempre uma finalidade. Todavia são escassas as informações sobre as respostas metabólicas dos efeitos subagudos no exercício resistido. O metabolismo dos músculos no processo de produção de energia, bem como a mecânica da execução, os intervalos de descanso ou continuidade do exercício, a intensidade, o grau de esforço dos exercícios resistidos, são variáveis que influem de maneira direta sobre a resposta metabólica e fisiológica no pós-exercício.

Palavras-chave: Exercício Resistido; Resposta sub-aguda.

ABSTRACT

Currently has increased the concern of people with physical activity aimed at energy expenditure, for purely aesthetic care, either by medical recommendation intended only for the maintenance of a healthy life, there will always be a purpose. However the information on metabolic responses of subacute effects on resistance exercise are scarce. The metabolism of muscles in the energy production process, as well as the mechanics of running, rest breaks or continuity of the exercise, the intensity, the level of effort of resistance training, are variables that influence in a direct way on the metabolic response and physiological post-exercise.

Keywords: Resistive exercise; Subacute response.

¹ Discente do curso de Educação Física Bacharel da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista – FAIP. E-mail: liviagomes_tm@icloud.com

² Docente do Curso de Educação Física da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista – FAIP. E-mail: bueno.camilo@gmail.com

³ Docente do Curso de Educação Física da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista – FAIP. E-mail: carvalho.franp@gmail.com

INTRODUÇÃO

A Fisiologia do Exercício também chamada de Fisiologia do Esforço ou da Atividade Física, é uma área da Educação Física que estuda como as funções orgânicas respondem e se adaptam ao estresse imposto pelo exercício físico, ou seja, estuda os efeitos agudos e crônicos do exercício sobre a estrutura e a função dos diversos sistemas orgânicos. A prática de exercícios físicos gera diferentes tipos de efeitos no nosso organismo, os agudos e/ou os crônicos. “Os efeitos crônicos são as “adaptações” e correspondem às alterações estruturais e funcionais decorrentes de um período prolongado de treinamento físico regular (FORJAZ; TRICOLI, 2011).

Quando praticamos uma única sessão de exercício físico, nosso organismo responde perante a quebra da homeostase gerada pelo estímulo que nosso corpo está recebendo referente àquela sessão em específico. Estas respostas são conhecidas como efeitos agudos. Tais efeitos são observados durante o exercício (per exercício) ou após o exercício (subagudos ou pós exercício). Estas últimas são subdivididas em imediatas, que ocorrem dentro das primeiras duas horas após a prática do exercício e as tardias que são observadas após vinte e quatro horas da prática do exercício (FORJAZ; TRICOLI, 2011). Os efeitos agudos do exercício podem trazer tantos benefícios quanto àqueles vistos com o treinamento físico, por isso saber o que determinada na sessão pode causar no nosso organismo pode trazer informações importantes na área da Educação Física.

Os músculos são estruturas compostas predominantemente por fibras musculares, entre outros tipos de tecidos, que cruzam as articulações e por sua capacidade de contração e extensão transmitem os movimentos corporais. Representam 40% a 50% do peso corporal e suas funções são produzir e estabilizar os movimentos corporais, regular o volume dos órgãos, movimentar substâncias dentro do corpo e produzir calor. (MARIEB; HOEHN, 2009, p. 248).

Guyton (2008), fisiologista e biofísico, afirma que a massa muscular determina a força do músculo. E que este, possui uma “força contrátil máxima compreendida entre 2,5 e 3,5 Kg/cm² de área da secção reta de músculo”, ou seja, quanto maior a massa muscular, maior será a força muscular. Contudo, a força de resistência ou de tensão dos músculos é “de cerca de 40% maior do que a força contrátil”. Portanto para estirar um músculo contraído a força aplicada deverá ter uma intensidade 40% maior do que a desenvolvida pela contração.

A peculiaridade do desempenho muscular será sempre a resistência, que em grande parte dependerá do esteio nutritivo do músculo, contudo a compreensão dos sistemas metabólicos são de suma importância para entender os processos do fornecimento energético destinado à contração muscular e recuperação pós exercício.

Na prática do exercício resistido, são as variáveis que determinam a intensidade do exercício, e deverá ser observada a carga utilizada, a velocidade de execução do exercício, o grau de esforço e o intervalo de descanso para que seja determinada a quantidade de energia despendida, assim, o presente estudo tem como objetivo explanar sobre os efeitos agudos tardios, ou seja, as alterações decorrentes de uma única sessão de exercício sobre o músculo, sua força, tensão e capacidade de resistência.

SISTEMAS METABÓLICOS DOS MUSCÚLOS

É através da atividade física que é imposta ao indivíduo que ocorre uma maior demanda de energia, contudo, a contribuição dos diferentes sistemas de transferências de energia, será diferente em cada um e isso depende da intensidade e da duração do exercício bem como da atividade. Sabemos que metabolismo é o processo que o corpo desempenha para produzir e utilizar a energia.

Os sistemas metabólicos dos músculos são os processos de produção de energia pelo qual é produzida a ATP, fonte básica de energia para a contração muscular, assim a intensidade e a duração do esforço, bem como a reserva inicial de substrato energético podem interferir na ação da via metabólica, ou seja, dependendo dessas variáveis é que agirá a via metabólica. A captação da energia para a produção do ATP poderá ser energia imediata quando se tratar de exercício de alta intensidade e de curta duração, energia de curto prazo quando se tratar de períodos moderados de contração muscular e energia a longo prazo quando há a estabilidade no ritmo do esforço (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2008).

EXERCÍCIO RESISTIDO E EFEITOS AGUDOS

Os exercícios resistidos, popularmente denominado de musculação, é a contração muscular que demanda gasto energético e pode ser de qualquer tipo ou intensidade e destinada a qualquer finalidade. Entretanto, “nem sempre a contração muscular produz

movimento nas articulações” (SANTARÉM, 2012). O exercício resistido pode ser definido como “contrações musculares realizadas contra resistências graduáveis e progressivas”, através da execução de exercício onde haja resistência por carga, com a finalidade de atingir um “objetivo funcional ou morfológico”. São executados com movimentação das articulações (Oliveira et. al., 2012).

Quanto à mecânica da execução, são denominados “isotônicos” estes alternam contrações musculares concêntricas e excêntricas, “onde há a produção de tensão no músculo e a movimentação das articulações”. Nesse tipo de exercício cada conjunto de movimento é chamado de repetição e cada conjunto de repetição é denominado de série. E recebem a denominação de “isométricos” quando as “contrações musculares são estáticas, ou seja, quando um músculo gera força e tenta encurtar-se, mas não supera a resistência externa, gerando tensão muscular, porém sem movimentação das articulações” (NERY; ANDRELLA, 2012).

Os exercícios resistidos podem ser classificados como intervalados quando após a execução de uma série ocorre um intervalo para descanso, e contínuos, quando os movimentos realizados são controlados pelo tempo de atividade ou por distância e não por séries. A intensidade nos exercícios resistidos depende de algumas variáveis, não existe um fator único capaz de determinar a intensidade do esforço físico. A reunião de alguns parâmetros é que determina se o exercício foi intenso, moderado ou leve. Esta é uma variável diretamente proporcional ao grau de esforço envolvido e pode ser compreendida como a quantidade de energia despendida. Portanto, que no exercício resistido a intensidade será proporcional a velocidade de execução, ou seja, quanto maior a carga utilizada e a velocidade maior será a quantidade de energia despendida (SANTARÉM, 2012).

O intervalo de descanso influi diretamente na intensidade do exercício, pois se entre as séries for abaixo de um minuto haverá a “redução do tempo de ocorrência do gasto calórico e maior repercussão fisiológica” e o exercício será considerado de alta intensidade. Contudo se o intervalo de descanso entre as séries for superior a dois minutos haverá menores alterações fisiológicas e o exercício será considerado de baixa intensidade.

A partir das variáveis entre volume, intensidade, número de repetições e séries, é possível determinar o nível de fadiga do indivíduo. Essa fadiga torna-se importante na medida que a controlamos durante a prescrição do treinamento e conseqüentemente identificamos seu estresse metabólico dentro do músculo. Para indivíduos treinados, ela ajudaria a melhorar seu desempenho muscular durante os exercícios, no intuito de retardá-la. Para indivíduos

destreinados ajustamos a capacidade de executar ou não a sessão completa de treinamento. (SIMÃO et al. 2004).

Pelo aumento da demanda energética e pela necessidade de despendar calor, o exercício físico sempre representa um estresse fisiológico para o organismo. Contudo o organismo fornece ajustes homeostáticos, ou seja, mecanismos fisiológicos com a finalidade de regular o ambiente interno e manter seu equilíbrio e são chamadas repostas fisiológicas ou efeitos agudos. Os efeitos agudos servem como adaptação ao treinamento e ocorre em associação direta com a sessão de exercício. Neste rol estão incluídos “a sudorese, aumento da frequência cardíaca, ventilação pulmonar, aumento da sensibilidade à insulina e da secreção de catecolamina, bem como a redução da atividade parassimpática e do fluxo sanguíneo”. (NÓBREGA, 2006)

Em Via de regra, o sistema metabólico utilizado na execução do exercício resistido é a anaeróbia, e isto pode ser atribuído” às contrações musculares” que ocorrem acima do limite de divisão entre metabolismo essencialmente aeróbio e metabolismo essencialmente anaeróbio, ou seja, “com mais de 40% das fibras em ativação”, considerando que o limite “anaeróbio vai de 30% a 40%” E isso ocorre porque a contração das fibras no nível de contração muscular fecha momentaneamente os vasos sanguíneos impedindo a chegada de sangue e oxigênio, e conseqüentemente fica impedido que ocorra o metabolismo aeróbio. (SANTARÉM, 2012).

As altas repetições nas séries de exercícios resistidos aumentam a concentração de “acidose no músculo exercitado e isso ocorre pelo uso da via metabólica glicolítica”, na medida em que ocorre a perda “dos estoques de creatina muscular”. Já nas repetições mais baixas a produção dos níveis de acidose é menor por dependem da fosfocreatina para o metabolismo anaeróbio aláctico. Quanto aos exercícios contínuos executados em alta intensidade, ou seja, acima dos 40% das fibras de ativação, também utilizam a via anaeróbia, produzindo energia a partir da glicose, contudo, aliada a via aeróbia (SANTARÉM, 2012).

Em programas de treinamento que continuam por vários meses ou anos, o limite no aumento de força, hipertrofia muscular e gasto energético é determinado pela capacidade do indivíduo em continuar a responder ao treinamento. Em longo prazo, uma vez que o indivíduo se aproxima do potencial máximo de sua treinabilidade, torna-se imprescindível que as variáveis de prescrição do exercício sejam manipuladas em combinações ideais. (NOVAES et al, 2008).

EFEITOS SUB-AGUDOS TARDIOS SOBRE O EXERCÍCIO RESISTIDO

Especificamente o objeto de estudo são os efeitos agudos tardios, também chamados sub agudos, e conforme já mencionado, são aqueles observados ao longo das primeiras vinte e quatro horas após uma sessão de exercícios. E podem ser identificados pela “menor atividade simpática, causando uma resposta inibitória (MORAES, 2009).

Assim, algumas respostas sub agudas “são efeitos residuais daquelas que se manifestaram agudamente” ou seja, após a interrupção do exercício, as variáveis fisiológicas que se alteraram durante a execução do exercício retornam aos poucos aos níveis de repouso. E “a redução progressiva de oxigênio e da frequência cardíaca, no período pós esforço, bem como a resistência vascular periférica que se encontrava agudamente diminuída durante a realização do exercício” são exemplos do padrão de resposta sub agudas (NÓBREGA, 2006).

Após uma série de esforço físico os processos corporais não retornam imediatamente aos níveis de repouso, porém quando se trata de esforço leve e de curta duração, os processos de recuperação acabam passando despercebido por acontecerem de maneira rápida. Entretanto, quando se tratam de exercícios com esforço máximo com curto intervalo de descanso, requer um tempo maior para que seja recuperado o metabolismo de repouso.

Ocorre que nos exercícios resistido onde a intensidade destes depende da carga utilizada, da velocidade de execução do exercício, do grau de esforço e do intervalo de descanso para que seja determinada a quantidade de energia despendida, a resposta da recuperação dependerá de “processos metabólicos e fisiológicos específicos” após o esforço. (MCARDLE et. al, 2008).

RESPOSTAS CARDIOVASCULARES TARDIAS OU PÓS-EXERCÍCIO RESISTIDO

As respostas cardiovasculares agudas após exercício anaeróbio (resistido) ainda são pouco estudadas. Entretanto, esse evento é entendido através da análise do comportamento do sistema cardiovascular, pois este sistema é o que mais sofre alteração durante a prática do exercício, por ser o responsável pelo suprimento sanguíneo da musculatura ativa.

Após a execução dos exercícios resistidos tem-se observado “um aumento, manutenção ou diminuição da pressão arterial sistólica”, e essa variação depende da

intensidade com que é praticado o exercício, ou seja, depende se contrações musculares foram excêntricas ou concêntricas ou estáticas. Estudos observaram que “o aumento da pressão arterial sistólica e a manutenção da diastólica ocorrerá, após a prática do exercício resistido, quando o exercício atingir 80% de 1 RM (repetição máxima)”, ou seja, quando o exercício atingir a intensidade de 80% de 1 RM, a pressão arterial sistólica será aumentada e a diastólica será mantida, após o exercício resistido. Contudo, “a manutenção da pressão arterial sistólica e diminuição da diastólica ocorrerá, após a prática do exercício resistido, em 40% da CVM (contração voluntária máxima) após a sessão de exercícios”, ou seja, quando o exercício atingir a intensidade de 40% da contração voluntária máxima, o que acontece quando a contração for isométrica a pressão sistólica será mantida e haverá a diminuição da diastólica, após o exercício resistido. Conclui-se, portanto, que os “exercícios resistidos de menor intensidade causam um maior efeito hipotensor”. Por fim, quando as séries tiverem a “intensidade de 40% e 80% de 1 RM”, haverá a redução da pressão arterial sistólica, porém a somente a série de menor intensidade reduzirá a pressão arterial diastólica” (FORJAZ, et. al. 2006).

Tendo em vista haverem poucos estudos com relação às respostas tardias pós exercício resistido, ainda persistem as controvérsias a respeito das respostas cardiovasculares. Além do que não houve uma homogeneidade no emprego de protocolos dos estudos, pois as combinações usadas diferiram na “intensidade, número de séries, repetições, tipos de exercício e intervalo entre as séries”. Contudo, em que pese haver variações entre os estudos, unanimemente concluíram que a frequência cardíaca permanece elevada no período de recuperação. E que essa elevação pode durar até 90 minutos, devido “a atividade nervosa simpática cardíaca” e isso ocorre independente da intensidade do exercício. Conclui-se ainda que a queda da pressão arterial após o exercício resistido é atribuída “à redução do débito cardíaco provocada pela diminuição do volume sistólico” (FORJAZ et. al., 2006).

Conforme demonstrado os exercício resistidos podem causar alterações no sistema cardiovascular. Contudo, é necessário que haja maiores estudos acerca do assunto para que obtenha o significado clínico dessa alteração.

RESPOSTA DO DUPLO PRODUTO NO PÓS EXERCÍCIO RESISTIDO

Método que avalia “o trabalho do miocárdio na captação do oxigênio durante o repouso ou esforço físico”. O Duplo-produto (DP) é o produto entre a pressão arterial sistólica

e a frequência cardíaca, ou seja, é o resultado da multiplicação da pressão arterial sistólica pela frequência cardíaca. E é utilizado para relacionar, fisiologicamente, que o baixo abastecimento de sangue pelo músculo cardíaco (angina) “induzido pelo exercício ocorrerá na mesma demanda de oxigênio”, ou seja, “o fluxo sanguíneo no miocárdio é ajustado de forma a equilibrar com a demanda de oxigênio”. A correspondência entre duplo produto e o volume de oxigênio pelo miocárdio (MVO_2) é cerca de 0,88”, considerado uma precisão excelente (POLITO; FARINATTI, 2003).

O treinamento físico promove alteração na captação de oxigênio pelo miocárdio, contudo estudos mostram que “o valor do duplo produto costuma ser menor nos exercícios anaeróbios, do que os obtidos nas atividades aeróbias de moderada intensidade”, neste caso haveria uma “demanda maior de oxigênio pelo miocárdio por aproximados 30 segundos”, quando trata-se de exercícios com pesos. Neste sentido, também é possível observar por esse método que durante a fase mais intensa a reposta do exercício anaeróbio sobre o duplo-produto tende a ser menor. (POLITO; FARINATTI, 2003)

Basicamente os estudos sobre duplo produto se limitam a sua análise no período de esforço. Contudo quando se trata da resposta do duplo produto no período pós-esforço, as informações limitam-se a revelar apenas que “já foram registrados valores para o duplo produto mais baixo que o repouso em indivíduos hipertensos.” (PRISCO; SALES, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo procuramos investigar os efeitos tardios ou sub-agudos no pós exercício resistido e descobrimos que haverá sempre a predominância de um tipo de fibra muscular, contudo, a geração de energia para produção de ATP irá variar de acordo com o tipo de contração, lenta ou rápida e metabolismo que ela apresenta, e a capacidade de determinar a intensidade do fluxo sanguíneo se dará pela capacidade de oxidação da fibra.

As transferências de energia que são realizadas pelos sistemas metabólicos, variam de um individuo para outro de acordo com a intensidade, duração do exercício e atividade, e tem a função de produzir a fonte básica de energia para a contração muscular, o ATP. A captação da energia irá variar de acordo com a intensidade e a duração do exercício, já no que concerne ao exercício resistido, caracterizado por contrações musculares graduais e progressivas executado com alguma resistência contrária que, via de regra, são cargas ou pesos, terá sua intensidade determinada pela velocidade de execução do exercício e o intervalo de descanso

para que seja determinada a quantidade de energia despendida. Considerando esses parâmetros, será possível determinar se o exercício praticado foi leve, moderado ou intenso.

Através da coleta dessas informações foi possível identificar as alterações fisiológicas no organismo, oriundas da prática do exercício que demandou o aumento de energia, e dessa forma identificar os mecanismos utilizados para regular o ambiente interno e manter o seu equilíbrio, ou seja, identificar como o organismo realiza os ajustes homeostáticos, pois após a prática da atividade o organismo leva um certo tempo para retornar aos níveis de repouso.

Assim, entendemos que, quando o organismo retorna ao nível de repouso após uma sessão de treinamento resistidos, os efeitos sub-agudos tardios destes exercícios, se dá aos processos metabólicos e fisiológicos.

Através da resposta do Duplo Produto, que é o resultado da multiplicação da pressão arterial sistólica pela frequência cardíaca, descobriu-se que o fluxo sanguíneo no miocárdio é ajustado para equilibrar-se com a demanda de oxigênio, contudo, estudos se limitaram a afirmar que o duplo produto no pós-exercício, já tiveram níveis mais baixos que em indivíduos hipertensos.

Apesar de encontrarmos na literatura muitos estudos relacionados aos efeitos tardios no pós-exercícios, torna-se necessária uma revisão mais aprofundada não somente para descobrir como o organismo se recupera após ser submetido a exercícios de alta intensidade, colaborando com processo de aquisição da resistência, mas também levar em consideração um estudo mais amplo, direcionado ao biótipo e características do fator genético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MORAES, D.U. 2007. 49f. *Efeitos sub-agudos de uma única sessão de exercícios sobre o fluxo sanguíneo, modulação atômica, pressão arterial na insuficiência cardíaca*. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.

FORJAZ, C.L.M.; TRICOLI, V. A Fisiologia e Educação Física e Esporte. *Rev. bras. educ. fís. esporte*, São Paulo, v. 25, n. spe, p. 7-13, dec. 2011.

Forjaz, C.L.M. et al. Exercícios Resistidos e Sistema Cardiovascular. Disponível em <<file:///D:/User/Downloads/2006_Livro_Cardiologia_-cap_14_-_2006.pdf>>. Acesso em 14/09/2016

GUYTON, A.C. *Fisiologia Humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008.

LIMA, L. *Treinamento de Força para Corredores*. Createspace Independent Publishing Platform. 2015. 74p.

BRAGGION, G.F. et al. *Bioenergética: conceitos e aplicações durante o exercício*. Nutrição Profissional; v.18: p.44-50, 2008.

MCARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do Exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara Kooga. 2008.

NERY, S.S.; ANDRELLA, J.L. Resposta e adaptações cardiovasculares ao treinamento resistido dinâmico. *EFDeportes.com, Revista Digital*, Buenos Aires, v. 17, n. 168, maio, 2012. Disponível em < <http://www.efdeportes.com> > Acesso em 14/09/2016

NÓBREGA, A.C.L. O conceito de efeitos sub-agudos do exercício. *Revista Brasileira de Ed. Física. Rev. bras. Educ. Fís. Esp.*, São Paulo, v. 20, p.85-86, set. 2006.

POLITO, M.D.; FARINATTI, P.T.V. Resposta de Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Duplo Produto ao Exercício conta a Resistência: uma revisão de literatura. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v. 3, n. 1, p. 79–91, 2003.

PRISCO, L.F.N.; SALES, P.G. Respostas Agudas da Pressão a Arterial, Frequência Cardíaca e Duplo Produto após uma Sessão de Exercício Resistido. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, v. 13, n. 3, p. 123-130, 2014.

MARIEB, E.N.; HOEHN, K. *Anatomia e Fisiologia*. São Paulo: Artmed. 2009. 1072p.

MINAMOTO, V.B. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 12, n. 3, p. 50-55, dec. 2005.

NOVAES, et al *Ciência do Treinamento dos Exercícios Resistidos*. São Paulo: Phorte, 2008

CECCATO, J.S. *Frequência cardíaca, capacidade aeróbica máxima e limiar anaeróbico no treinamento de resistência para corredores de longa distância*. Monografia (Bacharel em Educação Física) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2010.

SANTARÉM, J.M. *Musculação em todas as idades*. São Paulo: Manole LTDA. 2012. 200p.

SIMÃO, R. et al. Influência da Manipulação na ordem dos exercícios de força em mulheres treinadas sobre o número de repetições e percepção de esforço. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, v.7 p.53-61, 2002.

OLIVEIRA, F.S. et al. 2012. Treinamento Resistido Progressivo em Pacientes com Espondilite Anquilosante. *Rev Bras Reumatol*, v. 49, n. 6, p. 726-34, 2009.