

**EFEITO DE DIFERENTES TEMPOS DE PAUSAS PASSIVAS
NO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE**Moisés Diego Germano¹Márcio Antônio Gonsalves Sindorf¹Alex Harley Crisp¹Bruno Roberto Alves Zwarg¹Ticiane Marcondes Fonseca da Cruz¹Gustavo Ribeiro da Motta²Charles Ricardo Lopes¹**RESUMO**

A habilidade de se recuperar e reproduzir performance em subsequentes estímulos intensos é uma capacidade demasiadamente importante em diversas modalidades esportivas intermitentes. O objetivo do presente estudo foi revisar os estudos que investigaram de forma crônica os diferentes tempos de pausa passiva no TI, seus mecanismos fisiológicos/adaptativos, a manipulação de suas variáveis e os aspectos de performance. Analisamos os mais relevantes estudos científicos originais publicados nas bases de dados Science Citation, Index, Scopus, The Scielo e National Library of Medicine, combinando as seguintes palavras chave: (recovery, repeated sprint, high intensity, interval training, rest interval). Dois estudos encontraram melhora nas pausas de curta duração e outros três estudos não observaram diferença entre os diferentes tempos de pausa passiva. Ainda não há um consenso na literatura sobre qual tempo de pausa é mais eficiente para a performance crônica do TI de alta intensidade.

Palavras-chave: Treinamento de Endurance. Recuperação. Sprints Repetidos. Alta Intensidade. Treinamento Intervalado. Tempo de Recuperação.

1-Grupo de Pesquisa em Performance Humana, Mestrado em Educação Física. Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

2-Departamento de Ciências do Esporte, Universidade Federal do Triângulo Mineiro-UFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

ABSTRACT

Effects of different passive pause time during interval high intensity training

The ability to recovery and reproduce performance in subsequent intense stimulus is an important to several intermittent sports. The aim of this study was to review the studies that investigated chronically different pause times passive in TI, its physiological mechanisms / adaptive manipulation of its variables and aspects of performance. Were selected articles published at journals indexed in the basis PubMed, Science Citation, Index, Scopus, The Scielo and National Library of Medicine correlating the key words: recovery, sprint repeated, high intensity, Interval training and rest interval. Two studies found improvement with a short recovery and three other studies found no difference between the different rest passive. There is still no consensus in the literature about what pause time is more efficient for the performance of chronic high intensity TI.

Key words: Endurance Training. Recovery. Repeated Sprint. High Intensity. Interval Training. Rest Interval.

E-mail:

chrlopes@unimep.br

Endereço para correspondência:

Charles Ricardo Lopes

Rodovia do Açúcar, km 156, s/n, Campus Taquaral, Mestrado em Educação Física, FACIS-UNIMEP. Piracicaba-SP, Brasil.

Tel: 55 – 19 – 31241558. Fax: (19) 31241620.

INTRODUÇÃO

O treinamento intervalado de alta intensidade (TI) envolve repetidos sprints máximos de curta duração separados por períodos de recuperação (Allen, Lamb, Westerblad, 2008; Baker, McCormik, Robergs, 2010; Bangsbo e colaboradores, 2010), sendo alvo de pesquisas e debates científicos devido o seu potencial benéfico em sujeitos saudáveis, doentes e atletas, como melhora na capacidade oxidativa do músculo esquelético, maior oxidação lipídica, melhora na função vascular, adaptações cardiovasculares, aumento do consumo máximo de oxigênio, maior sensibilidade à insulina, e, por conseguinte, combate às doenças crônico-inflamatórias pertencentes a síndrome metabólica (Boogdanis e colaboradores, 1996; Billat, 2001; Bishop, Edge, Goodman, 2004; Allen, Lamb, Westerblad, 2008; Bishop e colaboradores, 2008), além de adaptações neurais, moleculares e de performance, como veremos ao longo deste estudo.

Ademais, o TI pode ser considerado como uma excelente ferramenta para uma crescente população moderna e industrializada que argumenta não ter tempo para a aquisição do treinamento físico, sendo que, as alterações fisiológicas e de saúde, provenientes do TI são iguais ou superiores ao treinamento de endurance tradicional, que, em contrapartida, demanda um maior volume de treinamento (Boogdanis e colaboradores, 1996; Allen, Lamb, Westerblad, 2008; Breil e colaboradores, 2010; Buchheit e Laursen, 2013).

Entretanto, o TI também está inserido em diversas modalidades esportivas, tanto individuais quanto coletivas (Burgomaster e colaboradores, 2007; Baker, McCormik, Robergs, 2010).

Atletas e técnicos estão cada vez mais interessados em aperfeiçoar e incluir esse método em seus programas de treinamento (Burgomaster e colaboradores, 2008), com o propósito de melhoria da performance esportiva e das capacidades físicas inerentes às respectivas modalidades (Burgomaster, Heigenhauser, Gibala, 2006).

Os sprints repetidos de alta intensidade potencializam a capacidade de resistência à fadiga muscular e promovem

várias adaptações metabólicas (Burgomaster e colaboradores, 2008).

A partir da necessidade de hidrolisar ATP rapidamente, o tecido muscular utiliza sistemas que fornecem energia durante a alta intensidade: a via fosfogênica, glicolítica e oxidativa (Chicharro, Hoyos, Lucia, 2000).

Contudo, é necessário entender os mecanismos metabólicos e fisiológicos, bem como manipular as variáveis agudas que norteiam o contínuo processo do treinamento, como intensidade, volume, frequência, diferentes modalidades esportivas, tipos de pausas (ativa ou passiva) e diferentes tempos de pausas entre estímulos e séries (Dawson e colaboradores, 1997; Wisloff e colaboradores, 2007).

Os diferentes tempos de pausa no TI têm sido debatidos pelos cientistas do esporte, devido a sua extrema importância, tal como o próprio estímulo do exercício de alta intensidade (Burgomaster e colaboradores, 2008), sendo caracterizado como peça chave na adaptação ao TI (Dupont e colaboradores, 2005; Edge, Bishop, Goodman, 2013), influenciando diretamente a partir de sua manipulação, diferentes desempenhos e a manutenção da performance dos sprints subsequentes (Edge, Bishop, Goodman, 2013).

A maioria dos experimentos investigaram diferentes protocolos de TI de forma aguda (Burgomaster, Heigenhauser, Gibala, 2006; Edge, Bishop, Goodman, 2006; Esfarjani e Laursen, 2007; Ferrari Bravo e colaboradores, 2008) ou de forma crônica com apenas um tipo de pausa (Gaitanos e colaboradores, 1993; Dawson e colaboradores, 1997; Fitts, 1994; Chicharro, Hoyos, Lucia, 2000) sendo poucos os que investigaram de forma crônica diferentes tempos de pausa passiva (Gastin, 2001; Gibala e colaboradores, 2006; Bangsbo e colaboradores, 2009; Gibala e colaboradores, 2012).

Assim sendo, o objetivo deste estudo foi revisar e discutir os estudos que investigaram de forma crônica os diferentes tempos de pausa passiva no TI, seus mecanismos fisiológicos/adaptativos, a manipulação de suas variáveis e os aspectos de performance.

Analisamos os mais relevantes estudos científicos originais (até 09/07/2014), com a utilização para nossas pesquisas da

base de dados Science Citation, Index, Scopus, Sport Discus, The Scielo e National Library of Medicine, combinando as seguintes palavras chave: (endurance training, running training, recovery, repeated sprint, high intensity, speed endurance, interval training, anaerobic, rest interval).

Foram considerados como critérios de inclusão, estudos que investigaram os efeitos do TI com diferentes tempos de pausa passiva frente a respostas crônicas em atletas bem treinados e/ou de elite e indivíduos fisicamente ativos.

Respostas Fisiológicas do TI de Alta Intensidade

Para satisfazer rapidamente as necessidades energéticas e a manutenção da maquinaria contrátil do músculo esquelético durante estímulos de alta intensidade, distintos processos bioquímicos atuam em conjunto, harmoniosa e eficientemente, permitindo a regulação e a regeneração do ATP (Glaister, 2005). O primeiro processo é chamado pela literatura de anaeróbio alático (sem produção significativa de lactato) ou via da creatina fosfato (PCr), responsável por fornecer energia nos primeiros segundos de contração muscular (Hanon e colaboradores, 2012).

Durante esta reação, a degradação de PCr tem sido descrita em torno de 35 a 55% dos valores de recuperação²⁹, com um tempo total de ressíntese por volta de 5 minutos de pausa passiva, paralelamente à ressíntese da potência (Watts) liberada, sugerindo que a habilidade de ressintetizar PCr, e, por consequência, disponibilizar e contribuir para o total da produção de ATP, é fator determinante na manutenção da performance de sprints repetidos (Iaia e colaboradores, 2009; Iaia e Bangsbo, 2010).

O segundo processo responsável pelo fornecimento de ATP é pela via glicolítica, ativada rapidamente após o início do exercício máximo, principalmente em virtude das pausas curtas (< 60seg), da queda nos estoques de PCr, aumento de ADP e Pi³², potencializando o contínuo trabalho contrátil em exercícios que perduram por um tempo maior (>10seg), a partir da quebra da glicose na forma de glicogênio muscular, com pico de 6-9 mmol/Kg de ATP (Juel e colaboradores, 2004) aproximadamente depois de 5-6 segundos (Glaister, 2005; Hanon e colaboradores, 2012).

O terceiro processo é o metabolismo oxidativo, também conhecido como fosforilização oxidativa ou respiração mitocondrial, por meio da quebra de substratos (ácidos graxos, aminoácidos e carboidratos intramusculares e fora do tecido muscular) na presença de oxigênio pela mitocôndria para o fornecimento de ATP (Kolsky e colaboradores, 2011), entretanto, tal mecanismo não é responsivo às demandas energéticas logo nos primeiros segundos de esforço, mas parece contribuir em treinamentos mais volumosos, influenciando diretamente na performance dos estímulos de alta intensidade, sendo relatado pela literatura, maior resistência à fadiga em sprints máximos por indivíduos que possuem maior VO₂máx (Linossier e colaboradores, 1993; Iaia e Bangsbo, 2010; Lopes, 2010), além de contribuir na ressíntese da PCr e na capacidade de tamponamento (Iaia e colaboradores, 2008; McKenna e colaboradores, 2008).

Contudo, o contínuo trabalho contrátil durante estímulos intensos, promove alterações na homeostase bioquímica intramuscular (McKenna e Hargreaves, 2008; Edge, Bishop, Goodman, 2013) gerando metabólitos musculares, e, por consequência, distúrbios fisiológicos e iônicos, responsáveis diretamente pela queda na performance durante os repetidos sprints (Parolin e colaboradores, 1999). Entre esses distúrbios, podemos elencar: falha no funcionamento da bomba de sódio (Na⁺) e potássio (K⁺), na captação de cálcio (Ca²⁺) pelo retículo sarcoplasmático (RS) em virtude do aumento do fosfato inorgânico (Hanon e colaboradores, 2012), nas conexões de actina e miosina, resultando na queda da produção de força em exercícios máximos (Paton e Hopkins, 2005), na transmissão dos sinais neuronais ou aumento das concentrações de inosina monofosfato (IMP) circulante, advindos do grande fluxo glicolítico, além dos íons hidrogênio (H⁺), formados a partir da hidrólise do ATP, com capacidade de gerar fadiga pela queda do pH muscular (Pilegaard e colaboradores, 1999).

Portanto, a manipulação dos diferentes tempos de pausa passiva parecem influenciar diretamente na magnitude dos distúrbios bioquímicos/iônicos e na performance dos estímulos de alta intensidade (Bangsbo e colaboradores, 2009), devido a necessidade de ressintetizar a PCr, manter o

pH intra e extracelular, combater o acúmulo de metabólitos, manutenção das propriedades sinápticas e neuronais, bem como a oxidação do lactato pós-exercício, por meio da produção de ATP mitocondrial via fosforilação oxidativa (Rampinini e colaboradores, 2010), contribuindo para o contínua produção de força e velocidade de encurtamento do tecido muscular (Hanon e colaboradores, 2012).

Recentes estudos, apontam que as pausas de maior duração, proporcionam maiores recuperações dos principais substratos energéticos entre os esforços, adaptações na capacidade oxidativa, aumento da capacidade dos sistemas de regulação do pH, bem como tamponamento muscular e em parâmetros ventilatórios (Gibala e colaboradores, 2006; Edge, Bishop, Goodman, 2006; Esfarjani e Laursen, 2007), aumentando ou mantendo a performance de sucessivos sprints.

No entanto, outras hipóteses têm apresentado, que a utilização das pausas de menor duração, parecem promover maiores distúrbios intramusculares (queda dos sistemas de regulação do pH e tamponamento muscular), consideradas determinantes e cruciais para desencadear maiores

adaptações moleculares, metabólicas, fisiológicas e iônicas, como aumento do VO₂máx, aumento da biogênese mitocondrial, aumento nas atividades de enzimas oxidativas, glicolíticas, e fornecimento de energia por essas duas vias, além da melhora no transporte de proteínas envolvidas na regulação do pH e na eficiência de remoção do cotransportador lactato e dos H⁺ do músculo para o sangue (Glaister, 2005; Gibala e colaboradores, 2012) por meio de mecanismos de tamponamento (fosfato, bicarbonato, proteínas, hemoglobina, mitocôndria), sendo, especialmente, os transportadores de monocarboxilato (MCT), um dos principais mecanismos (Robergs, Ghiasvand, Parker, 2004). Várias isoformas desse transportador tem sido detectadas, sendo duas diretamente ativas na musculatura esquelética (MCT1 e MCT4) (Saraslanidis e colaboradores, 2011).

O lactato, além de ser absorvido, produzido e removido pelo músculo, também pode ser utilizado como combustível respiratório, cardíaco e nervoso⁴³, tornando-o fundamental no organismo durante exercícios de alta intensidade (Robergs, Ghiasvand, Parker, 2004).

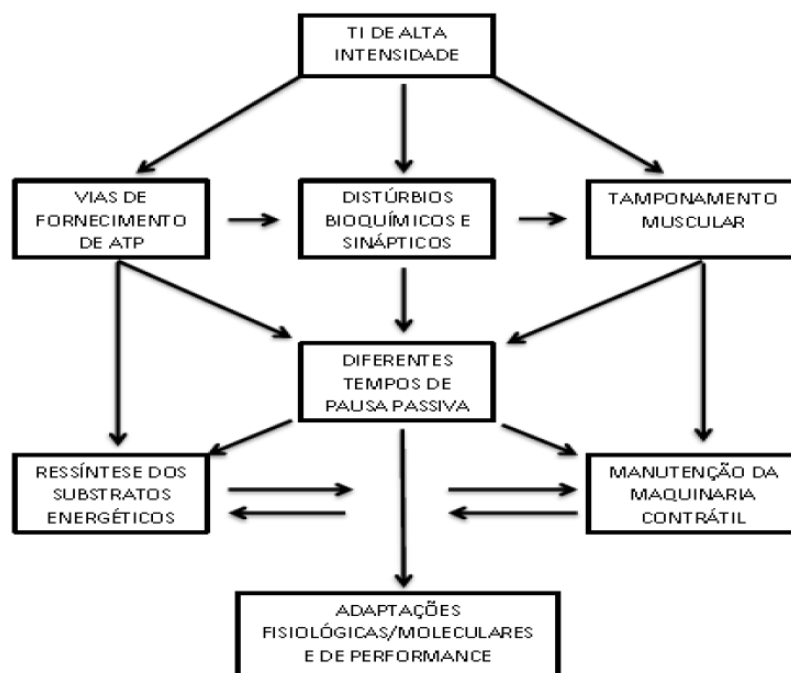


Figura 1 - Representa os diversos mecanismos envolvidos no Treinamento Intervalado de Alta Intensidade que levam ao incremento das adaptações fisiológicas/moleculares e de performance.

Adaptações Frente a Diferentes Tempos de Pausa Passiva no TI

Em estudos onde comparam de forma aguda as respostas da pausa passiva e ativa foi observado que a pausa passiva proporcionou melhor desempenho em sucessivos sprints (Burgomaster, Heigenhauser, Gibala, 2006; Ferrari Bravo e colaboradores, 2008).

A explicação para estas diferenças de desempenho entre pausa passiva e ativa é porque durante pausas ativas a demanda energética está aumentada, causando diminuição da reoxigenação da oxiemoglobina e conseqüentemente um desequilíbrio entre demanda e suprimento de oxigênio, o que prejudica a ressíntese de fosfocreatina que é dependente da via oxidativa (Spencer e colaboradores, 2005).

Portanto, de maneira aguda, diferentes tempos de pausa passiva parecem ser fundamentais para melhora e/ou manutenção do desempenho em esforços intermitentes de alta intensidade.

Toubekis, Douda, Tokmakidis (2005) demonstraram que a pausa passiva de longa duração (pausa de 120 s), realizada entre sprints de 25 m na natação, melhora o

desempenho quando comparada com a pausa passiva de curta duração (pausa de 45 s). Os autores apontam que uma maior ressíntese de PCr durante a pausa passiva de longa duração seria um fator determinante para a melhora do desempenho.

Tem sido hipotetizado que as alterações metabólicas e iônicas induzidas pelo exercício seriam cruciais para as adaptações musculares e melhoria de desempenho em exercícios de alta intensidade (Toubekis, Douda, Tokmakidis, 2005).

Diminuir o tempo de pausa no TI resultaria em grandes distúrbios metabólicos e acido-básico, o que poderia levar a melhora na regulação de metabólitos e íons (Toubekis, Douda, Tokmakidis, 2005).

Estudos têm mostrado controvérsias sobre as respostas crônicas do TI com diferentes tempos de pausa passiva. Para nosso conhecimento, apenas cinco estudos investigaram a magnitude das adaptações fisiológicas e de performance nos diferentes tempos de pausa passiva no TI frente a estímulos crônicos (Lopes, 2010; Saraslanidis e colaboradores, 2011; Hanon e colaboradores 2012; Edge, Bishop, Goodman, 2013; Kolsky, Lorenzen, Williams, 2013;). A tabela 1 mostra os estudos encontrados.

Tabela 1 - Descrição dos estudos de diferentes tempos de pausa passiva no treinamento intervalado de alta intensidade em atletas bem treinados e/ou de elite e indivíduos fisicamente ativos.

Estudo	Amostra	Período de Treino	Descrição	Tempos de Pausa	Razão Esforço/Pausa	Resultados G1	Resultados G2
Lopes (2010)	20 Homens Fisicamente Ativos	5 semanas	Periodização Linear de Sprints Máximos de 40 segundos	G1 – 2min G2 – 5min	1:3 ; 1:7,5	↑ na distância para percorrer 40 segundos (7D e 14D); ↑ nos parâmetros cardiorrespiratórios (VVO _{2máx}) 7D e 14D.	↑ na distância para percorrer 40 segundos ; ↑ no tempo correspondente ao pico de concentração de lactate no sangue (Pré e 7D) ↑ nos parâmetros cardiorrespiratórios (LV, PCR e VO _{2máx}) Pré e 7D.
Saraslanidis e colaboradores (2011)	16 Homens Fisicamente Ativos	8 Semanas	2 Séries de 2 Sprints Máximos de 80 metros	G1 – 10seg G2 – 1min	1:1; 1:6	↑ de 5,6% no tempo para percorrer as distancias de 80, 100, 200 e 300m; Aumento dos conteúdos enzimáticos (fosfagênicos e glicolíticos)	↑ de 4,9% no tempo para percorrer as distancias de 80, 100, 200 e 300m; Aumento dos conteúdos enzimáticos (fosfagênicos e glicolíticos)
Hanon e colaboradores (2012)	14 Homens Praticantes de Corrida, Futebol e Rugby	2 Semanas	Periodização Linear de 2 – 6 Sprints Máximos de 150 – 250 metros	G1 – 7min 30seg G2 – 15min	1:10; 1:20	↑ no tempo para percorrer 300m	↑ no tempo para percorrer 300m
Edge e colaboradores (2012)	12 Mulheres Praticantes de Hockey, Basquetebol e Futebol	5 Semanas	6 – 10 Sprints Máximos de 2 minutos	G1 – 1min G2 – 3min	1:0,5; 1:1,5	↑ do VO _{2máx} ; ↑ na potência dos sprints; ↑ na potência aeróbia; ↑ na ressíntese de PCr; ↑ na ASR.	↑ do VO _{2máx} ; ↑ na potência dos sprints; ↑ na potência aeróbia; ↑ na ressíntese de PCr; ↑ na ASR.
Cicione-Kolsky e colaboradores (2013)	32 Mulheres e 23 Homens Fisicamente Ativos	6 Semanas	4 Sprints Máximos de 4 minutos; 7 Sprints Supramáximos de 30 segundos	G1 – 4min G2 – 2min 30seg	1:1; 1:5	↑ no tempo pra percorrer 3000m; ↑ ASR	↑ no tempo pra percorrer 3000m; ↑ no tempo de sprint pra percorrer 40m; ↑ ASR; Magnitude da melhora foi maior.

Dos cinco estudos, dois deles obtiveram melhores resultados com a pausa de curta duração, como Saraslanidis e colaboradores (2011) que utilizaram protocolo de treinamento de dois sprints de 80 metros separados por dez segundos ou um minuto de pausa passiva (razão esforço pausa (E:P) de 1:1 e 1:6), durante oito semanas, sendo realizado duas séries nas primeiras quatro semanas e três séries nas últimas quatro semanas, e encontraram que ambos os tempos de pausa melhoraram o desempenho em sprints de 100, 200 e 300 metros, no entanto a pausa de curta duração foi mais eficiente para a melhora da manutenção da velocidade dos metros finais nos esforços de 200 e 300 metros. Isso se deve, pela grande ativação da via glicolítica em função da limitada ressíntese de PCr durante a pausa de curta duração, o que pode ter causado adaptações que contribuíram para a melhora do suprimento de energia pela glicólise no final dos sprints Saraslanidis e colaboradores, 2011).

Corroborando com Saraslanidis e colaboradores (2011), Cicioni-Kolsky, Lorenzen, Williams (2013), utilizaram diferentes protocolos experimentais, sendo que, em um foi realizado quatro sprints máximos de quatro minutos separados por quatro minutos de pausa (E:P 1:1) e em outro, sete sprints supramáximos de 30 segundos, separados por dois minutos e trinta segundos (E:P 1:5), e encontraram melhora na habilidade de realizar sprints repetidos (ASR) com a pausa de curta duração (2 minutos e trinta segundos). Neste estudo não foi manipulado somente a variável pausa, mas também a intensidade, o que faz com que a E:P se modifique.

No entanto, Hanon e colaboradores (2012) (protocolo de treinamento de 2 – 6 sprints máximos de 150 – 250 metros – G1: pausa de sete minutos e trinta segundos – E:P 1:10; G2: pausa de quinze minutos – E:P 1:20) e Edge, Bishop, Goodman (2013) (protocolo de treinamento de 6 – 10 sprints máximos de dois minutos – G1: pausa de um minuto – E:P 1:0,5; G2: pausa de três minutos – E:P 1:1,5) observaram melhoras em parâmetros metabólicos e de performance, como aumento na ressíntese de PCr, redução dos H⁺ e melhora na regulação do pH em ambas as pausas, que, por conseguinte, potencializou a

ASR, entretanto, sem diferenças significativas entre as mesmas.

No estudo de Lopes (2010), foi utilizado protocolo com incremento semanal no volume de sprints (4 sprints na primeira semana, 6 sprints na segunda semana e 8 sprints na terceira a quinta semana) de 40 segundos com pausa de dois minutos para o G1 (E:P 1:3) e pausa de cinco minutos para o G2 (E:P 1:7,5), observou-se que ambos os tempos de pausa foram eficientes e sem diferença entre grupos nos esforços de 40 segundos, corroborando com os resultados de Hanon e colaboradores (2012) que obtiveram melhora sem diferença entre grupos em sprint de 300 metros.

Ademais, Lopes (2010) verificou o efeito do destreino no desempenho em testes de 40 segundos, não encontrando queda no desempenho até 14 dias após a última sessão de treino. Importante enfatizar, que a potência e a capacidade aeróbia são índices de limitação funcional e de desempenho esportivo, sendo que, dos cinco estudos elencados por esse trabalho, apenas um deles investigou o efeito do treino e destreino em parâmetros cardiorrespiratórios (Lopes, 2010), observando-os nos momentos 7 e 14 dias após à última sessão de treinamento, demonstrando melhora significativa na velocidade do limiar ventilatório (vLV), velocidade do ponto de compensação respiratória (vPCR), velocidade de consumo máximo de oxigênio (vVO2máx) e VO2máx com a pausa de longa duração, não observaram perda de desempenho até 14 dias, exceto o VO2máx, que teve seu pico em até 7 dias. Tais achados de Lopes (2010) corroboram com outros estudos, que não realizaram investigações sobre o treino e destreino e os efeitos de diferentes pausas passivas, mas observaram alterações nos parâmetros cardiorrespiratórios a partir da realização do TI com intensidades acima da vPCR e na vVO2máx, resultando em melhora significativa no desempenho anaeróbio (Toubekis, Douda, Tokmakidis, 2005; Toubekis, Tsami, Tokmakidis, 2006) e experimentos com intensidades acima da vVO2máx., resultando em melhora significativa na potência aeróbia (Burgomaster e colaboradores, 2005).

Ademais, Lopes (2010) também verificou o comportamento metabólico em exercícios de alta intensidade com diferentes

tempos de pausas passivas, por meio da curva de remoção de lactato (CRL) sanguíneo para a determinação do tempo de recuperação entre estímulos, sendo observado queda no tempo para remover lactato intramuscular para a corrente sanguínea na pausa de longa duração (cinco minutos). Segundo o autor, isso se deve provavelmente pelo aumento do número e/ou eficiência dos MCT's provenientes da pausa longa.

CONCLUSÃO

Em análise dos poucos estudos que investigaram diferentes tempos de pausa passiva frente a estímulos crônicos, ainda não há um consenso na literatura sobre qual tempo de pausa é mais eficiente para a performance crônica do TI de alta intensidade, tendo em vista que dois deles encontraram melhora nas pausas de curta duração e os outros três estudos não observaram diferença entre os diferentes tempos de pausa, demonstrando que a performance dos sprints repetidos utilizando pausa curta no TI não promove vantagem sobre a pausa longa, além de adaptações similares, como alterações nas concentrações plasmáticas de lactato, PCr e H⁺.

Ressalta-se que apenas um estudo investigou os efeitos do treino e destreino nos parâmetros cardiorrespiratórios, desempenho de sprints e cinética de remoção de lactato com diferentes tempos de pausa passiva.

Essas discrepâncias de resultados devem-se provavelmente pela grande diferença entre os protocolos de treinamento e as diferentes amostras estudadas, resultando em diferentes achados.

REFERÊNCIAS

1-Allen, D.G.; Lamb, G.D.; Westerblad, H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol Rev.* Vol. 88. Núm. 1. p.287-332. 2008.

2-Baker, J.S.; McCormick, M.C.; Robergs, R.A. Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. *J Nutr Metab.* p.905612. 2010.

3-Bangsbo, J.; Gunnarsson, T.P.; Wendell, J.; Nybo, L.; Thomassen, M. Reduced volume and increased training intensity elevate muscle Na⁺-K⁺ pump alpha2-subunit expression as

well as short- and long-term work capacity in humans. *J Appl Physiol.* Vol. 107. Núm. 6. p. 1771-1780. 2009.

4-Billat, L.V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med.* Vol. 31. Núm. 1. p.13-31. 2001.

5-Bishop, D.; Edge, J.; Goodman, C. Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated-sprint ability in women. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 92. Núm. 4-5. p.540-547. 2004.

6-Bishop, D.; Edge, J.; Thomas, C.; Mercier, J. Effects of high-intensity training on muscle lactate transporters and postexercise recovery of muscle lactate and hydrogen ions in women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* Vol. 295. Núm. 6. p.R1991-R1998. 2008.

7-Bogdanis, G.C.; Nevill, M.E.; Boobis, L.H.; Lakomy, H.K. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol.* Vol. 80. Núm. 3. p.876-884. 1996.

8-Breil, F.A.; Weber, S.N.; Koller, S.; Hoppeler, H.; Vogt, M. Block training periodization in alpine skiing: effects of 11-day HIT on VO₂max and performance. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 109. Núm. 6. p.1077-1086. 2010.

9-Buchheit, M.; Laursen, P.B. High-intensity interval training solutions to the programming puzzle. Part I: Cardiopulmonary Emphasis. *Spor Med.* Vol. 43. p.313-338. 2013.

10-Burgomaster, K.A.; Cermak, N.M.; Phillips, S.M.; Benton, C.R.; Bonen, A.; Gibala, M.J. Divergent response of metabolite transport proteins in human skeletal muscle after sprint interval training and detraining. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* Vol. 292. Núm. 5. p.R1970-R1976. 2007.

11-Burgomaster, K. A.; Hughes, S. C.; Heigenhauser, G. J.; Bradwell, S. N.; Gibala, M. J. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol.* Vol. 98. Núm. 6. p.1985-1990. 2005.

- 12-Burgomaster, K. A.; Heigenhauser, G. J.; Gibala, M. J. Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. *J Appl Physiol.* Vol. 100. Núm. 6. p.2041-2047. 2006.
- 13-Burgomaster, K. A.; Howarth, K. R.; Phillips, S. M.; Rakobowchuk, M.; Macdonald, M. J.; McGee, S. L.; e colaboradores. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol.* Vol. 586. Núm. 1. p.151-160. 2008.
- 14-Chicharro, J. L.; Hoyos, J.; Lucia, A. Effects of endurance training on the isocapnic buffering and hypocapnic hyperventilation phases in professional cyclists. *Br J Sports Med.* Vol. 34. Núm. 6. p.450-455. 2000.
- 15-Dawson, B.; Goodman, C.; Lawrence, S.; Preen, D.; Polglaze, T.; Fitzsimons, M.; e colaboradores. Muscle phosphocreatine repletion following single and repeated short sprint efforts. *Scand J Med Sci Sports.* Vol. 7. Núm. 4. p.206-213. 1997.
- 16-Dupont, G.; Millet, G. P.; Guinhouya, C.; Berthoin, S. Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 95. Núm. 1. p.27-34. 2005.
- 17-Edge, J.; Bishop, D.; Goodman, C. Altering the rest interval during high intensity interval training does not affect muscle or performance adaptations. *Exp Physiol.* Vol. 98. Núm. 2. p.481-490. 2013.
- 18-Edge, J.; Bishop, D.; Goodman, C. The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *Eur J Appl Physiol.* Vol. 96. Núm. 1. p.97-105. 2006.
- 19-Esfarjani, F.; Laursen, P. B. Manipulating high-intensity interval training: effects on VO₂max, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *J Sci Med Sport.* Vol. 10. Núm. 1. p. 27-35. 2007.
- 20-Ferrari Bravo, D.; Impellizzeri, F. M.; Rampinini, E.; Catagna, C.; Bishop, D.; Wisloff, U. Sprint vs. interval training in football. *Int J Sports Med.* Vol. 29. Núm. 8. p.668-674. 2008.
- 21-Fitts, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiol Rev.* Vol. 74. Núm. 1. p.49-94. 1994.
- 22-Gaitanos, G. C.; Williams, C.; Boobis, L. H.; Brooks, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol.* Vol. 75. Núm. 2. p.712-719. 1993.
- 23-Gastin, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* Vol. 31. Núm. 10. p.725-741. 2001.
- 24-Gibala, M. J.; Little, J. P.; McDonald, M. J.; Hawley, J. A. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol.* Vol. 590. Pt 5. p.1077-1084. 2012.
- 25-Gibala, M. J.; Little, J. P.; Van Essen, M.; Wilkin, G. P.; Burgomaster, K. A.; Safdar, A.; e colaboradores. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol.* Vol. 575. (Pt 3). p.901-911. 2006.
- 26-Glaister, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med.* Vol. 35. Núm. 9. p.757-777. 2005.
- 27-Hanon, C.; Bernard, O.; Rabate, M.; Claire, T. Effect of two different long sprint training regimens on sprint performance and associated metabolic responses. *J Strength Cond Res.* Vol. 26. Núm. 6. p.1551-1557. 2012.
- 28-Iaia, F. M.; Bangsbo, J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scand J Med Sci Sports.* Vol. 20. Suppl. 2. p.11-23. 2010.
- 29-Iaia, F. M.; Hellsten, Y.; Nielsen, J. J.; Fernstrom, M.; Sahlin, K.; Bangsbo, J. Four weeks of speed endurance training reduces energy expenditure during exercise and maintains muscle oxidative capacity despite a

- reduction in training volume. *J Appl Physiol*. Vol. 106. Núm. 1. p.73-80. 2009.
- 30-Iaia, F. M.; Thomassen, M.; Kolding, H.; Gunnarsson, T.; Wendell, J.; Rostgaard, T.; e colaboradores. Reduced volume but increased training intensity elevates muscle Na⁺-K⁺ pump alpha1-subunit and NHE1 expression as well as short term work capacity in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. Vol. 294. Núm. 3. p.R966-R974. 2008.
- 31-Juel, C.; Klarskov, C.; Nielsen, J. J.; Krstrup, P.; Mohr, M.; Bangsbo, J. Effect of high-intensity intermittent training on lactate and H⁺ release from human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. Vol. 286. Núm. 2. p.E245-E251. 2004.
- 32-Kolsky, D. C.; Lorenzen, C.; Williams, M. D.; Kemp, J. G. Endurance and sprint benefits of high-intensity and supramaximal interval training. *Eur J Spo Sci*. p.1-8. 2013.
- 33-Linossier, M. T.; Denis, C.; Dormois, D.; Geysant, A.; Lacour, J. R. Ergometric and metabolic adaptation to a 5-s sprint training programme. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. Vol. 67. Núm. 5. p.408-414. 1993.
- 34-Lopes, C. R. Cinética de remoção de lactato na definição de pausas para treinamento intervalado de alta intensidade, in Laboratório de Bioquímica do Exercício (LABEX). 2010, Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- 35-McKenna, M. J.; Bangsbo, J.; Renaud, J. M. Muscle K⁺, Na⁺, and Cl disturbances and Na⁺-K⁺ pump inactivation: implications for fatigue. *J Appl Physiol*. Vol. 104. Núm. 1. p. 288-295. 2008.
- 36-McKenna, M. J.; Hargreaves, M. Resolving fatigue mechanisms determining exercise performance: integrative physiology at its finest! *J Appl Physiol*. Vol. 104. Núm. 1. p.286-287. 2008.
- 37-Parolin, M. L.; Chesley, A.; Matsos, M. P.; Spriet, L. L.; Jones, N. L.; Heigenhauser, G. J. Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise. *Am J Physiol*. Vol. 277. 5 Pt 1. p.E890-900. 1999.
- 38-Paton, C. D.; Hopkins, W. G. Combining explosive and high-resistance training improves performance in competitive cyclists. *J Strength Cond Res*. Vol. 19. Núm. 4. p.826-830. 2005.
- 39-Pilegaard, H.; Domino, K.; Noland, T.; Juel, C.; Hellsten, Y.; Halestrap, A. P.; e colaboradores. Effect of high-intensity exercise training on lactate/H⁺ transport capacity in human skeletal muscle. *Am J Physiol*. Vol. 276. 2 Pt 1. p.E255-E261. 1999.
- 40-Rampinini, E.; Sassi, A.; Azzalin, A.; Castagna, C.; Menaspa, P.; Carlomagno, D.; e colaboradores. Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 108. Núm. 2. p.401-409. 2010.
- 41-Robergs, R. A.; Ghiasvand, F.; Parker, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. Vol. 287. Núm. 3. p.R502-R516. 2004.
- 42-Saraslanidis, P.; Petridou, A.; Bogdanis, G. C.; Galanis, N.; Tsalis, G.; Kellis, S.; e colaboradores. Muscle metabolism and performance improvement after two training programmes of sprint running differing in rest interval duration. *J Spor Sci*. Vol. 29. Núm. 11. p.1167-1174. 2011.
- 43-Spencer, M.; Bishop, D.; Dawson, B.; Goodman, C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med*. Vol. 35. Núm. 12. p.1025-1044. 2005.
- 44-Toubekis, A. G.; Douda, H. T.; Tokmakidis, S. P. Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 93. Núm. 5-6. p.694-700. 2005.
- 45-Toubekis, A. G.; Tsami, A. P.; Tokmakidis, S. P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. *Int J Sports Med*. Vol. 27. Núm. 2. p.117-123. 2006.
- 46-Wisloff, U.; Stoylen, A.; Loennechen, J. P.; Bruvold, M.; Rognmo, O.; Haram, P. M.; e colaboradores. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

randomized study. *Circulation*. Vol. 115. Núm. 24. p.3086-3094. 2007.

Recebido para publicação 10/07/2014

Aceito em 01/10/2014