

**TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE:
QUEBRANDO PARADIGMAS NA REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR**

Morgana Ricardo Dalpiaz¹, Gilson Pires Dorneles²
 Mariana Pinkoski de Souza¹, Alessandra Peres^{3,4}
 Mariane Borba Monteiro^{3,4}, Maristela Padilha de Souza^{3,4}

RESUMO

Objetivo: abordar as respostas agudas do treinamento intervalado de alta intensidade, bem como as adaptações crônicas geradas pelo mesmo em programas de reabilitação cardíaca e discutir as suas aplicações práticas quando comparado a programas tradicionais de reabilitação cardíaca. **Métodos:** A busca foi conduzida na base de dados Medline/Pubmed, onde foram revisados somente ensaios clínicos para os efeitos agudos e ensaios clínicos randomizados para as adaptações crônicas, e que atenderam os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. **Resultados:** Ao total, foram analisados 19 estudos originais, sendo oito estudos sobre respostas agudas e 11 artigos sobre adaptações crônicas. Estudos com respostas agudas ao treinamento intervalado de alta intensidade apresentaram nível de segurança e respostas metabólicas semelhantes ao treinamento moderado contínuo. Quanto à resposta crônica, os estudos apresentaram uma grande efetividade do treinamento intervalado na reabilitação cardíaca de diversas doenças, proporcionando tanto efeitos benéficos na capacidade funcional, como em funções fisiológicas e na qualidade de vida. **Conclusão:** O treinamento intervalado de alta intensidade apresenta-se como uma alternativa segura e benéfica, podendo gerar maiores adaptações cardiopulmonares em protocolos com menor tempo de duração por sessão, devendo ser considerado a sua inserção em programas de reabilitação cardíaca.

Palavras-chaves: Reabilitação. Treinamento físico. Doença Cardíaca.

1-PPG Mestrado em Reabilitação e Inclusão, Centro Universitário Metodista-IPA, Rio Grande do Sul, Brasil.

2-PPG Mestrado em Biociências Reabilitação, Centro Universitário Metodista-IPA, Rio Grande do Sul, Brasil.

ABSTRACT

High Intensity Interval Training: breaking paradigms in cardiovascular rehabilitation

Purpose: address the acute responses of high intensity interval training, as well as chronic adaptations generated by even in cardiac rehabilitation programs and discuss their practical applications when compared to traditional cardiac rehabilitation programs. **Methods:** The search was conducted in Medline/Pubmed, where clinical trials were reviewed only for the acute response and randomized clinical trials for chronic adaptations, and who met the inclusion and exclusion criteria previously established. **Results:** In total, 19 original studies were analyzed, eight studies on acute responses and chronic adaptations over 11 articles. Studies on acute responses to high-intensity interval training showed security level and metabolic responses similar to continuous moderate training. Studies on acute responses to high-intensity interval training showed security level and metabolic responses similar to continuous moderate training. Regarding the chronic response, the studies showed a high effectiveness of interval training in cardiac rehabilitation of various diseases, providing both beneficial effects on functional capacity, as in physiological functions and quality of life. **Conclusion:** The high-intensity interval training appears as safer alternative and beneficial, and can generate higher cardiopulmonary adaptations in protocols with shorter duration per session, should be considered their inclusion in cardiac rehabilitation programs.

Key words: Physical Training. Rehabilitation. Cardiac Disease

3-Centro Universitário Metodista-IPA, Rio Grande do Sul, Brasil.

4-Universidade Federal da Ciências da Saúde de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

INTRODUÇÃO

Protocolos e métodos do treinamento intervalado de alta intensidade (High Intensity Interval Training, HIIT) têm despertado o interesse da comunidade científica.

Este método de treinamento consiste em uma alternância de períodos de exercício aeróbio em alta intensidade com períodos de recuperação passiva ou ativa em uma intensidade moderada-baixa, sendo usualmente praticado em cicloergômetros ou esteiras motorizadas (Tjonna e colaboradores, 2013).

O Colégio Americano de Medicina do Exercício recomenda um mínimo de 150 minutos de exercício aeróbio moderado contínuo (EMC) por semana para o desenvolvimento e a manutenção da saúde física (Thompson, Gordon e Pescatello, 2009).

No entanto, estudos apontam que a aplicação de sessões de HIIT com frequência de 2-3 vezes por semana, com duração média de 20 a 30 minutos por sessão de exercício, apresentam adaptações semelhantes a protocolos e treinamentos que possuam maiores volumes de tempo ou de distância percorrida por sessão (Burgomaster e colaboradores 2008; Bartlett e colaboradores, 2011).

Estes achados são importantes em uma perspectiva de saúde pública, pois a justificativa de “falta de tempo” permanece como uma das principais barreiras para a adesão de uma boa parcela da população a programas de treinamento físico.

A principal vantagem deste treinamento está na capacidade de manutenção do exercício em alta intensidade por maiores períodos de tempo em comparação ao EMC, garantindo um maior dispêndio energético e maior estimulação da capacidade cardiorrespiratória máxima por sessão de exercício físico (Rognmo e colaboradores, 2004; Trapp e colaboradores, 2008).

É importante ressaltar, no entanto, a complexidade de prescrição desse tipo de treinamento, uma vez que as alterações na combinação de variáveis como tempo de exercício, número de séries e repetições de estímulos (tiros), e tempo e tipo de intervalo utilizado podem acarretar em diferentes respostas sistêmicas agudas e possivelmente

alterar adaptações crônicas (Guiraud e colaboradores, 2010).

As adaptações centrais e periféricas geradas pelo HIIT estão bem demonstradas em modelos animais e em humanos saudáveis (Kemi e colaboradores, 2004; Wisloff e Brubakk, 2001).

São relatados, por exemplo, aumento da expressão de enzimas alostéricas ligadas ao metabolismo energético, como a AMPK e as perilipinas; aumento da oxidação de ácidos graxos e glicose; aumento da expressão de fatores de transcrição relacionados à biogênese mitocondrial (Burgomaster e colaboradores, 2011; Gibala, 2007; Gibala e colaboradores 2009).

Em um contexto de populações de risco, devido às características de exercício de alta intensidade (85-100% VO₂máx), o HIIT mostra-se mais efetivo em comparação ao EAM para aumentar o consumo máximo de oxigênio e diminuir riscos cardiovasculares.

É notório que o consumo de oxigênio de pico (VO₂Pico) é um dos principais preditores de mortalidade em indivíduos portadores de insuficiência cardíaca ou doença arterial coronariana (Lee e colaboradores, 2003).

Observa-se maior efetividade na diminuição da adiposidade corporal quando empregados protocolos de HIIT em comparação ao ECM, sendo um importante fator no controle do desenvolvimento de comorbidades associadas à obesidade, como diabetes mellitus, hipertensão arterial e dislipidemias (Trapp e colaboradores, 2008; Bussau e colaboradores, 2006), reduzindo a probabilidade de desenvolvimento de doenças cardiometabólicas.

Diversos estudos têm demonstrado os benefícios da aplicação do HIIT em programas de reabilitação cardíaca.

Há fortes evidências na literatura que demonstram uma associação inversa entre a intensidade relativa do exercício físico e o risco de desenvolvimento de doença arterial coronariana (Lee e colaboradores, 2003; Schnohr e colaboradores, 2012).

Schnohr e colaboradores (2012) indicaram que a intensidade relativa e não a duração do exercício é mais importante na prevenção do desenvolvimento da doença, sendo que indivíduos do sexo masculino que realizaram exercício físico com maior intensidade apresentaram uma taxa de

sobrevida de 5,3 anos em comparação aos indivíduos que realizaram exercício físico com menor intensidade. Recentemente, a American Heart Association incluiu a metodologia do treinamento intervalado nas suas recomendações para indivíduos com qualquer sintomatologia de doença cardíaca (Balady e colaboradores, 2007).

Deste modo, a inserção do HIIT em programas de reabilitação cardíaca têm recebido grande enfoque nos últimos anos, de modo a possibilitar melhora da capacidade funcional e impedir o remodelamento cardíaco em um período de tempo menor em comparação à protocolos EMC (Wisloff e Brubakk, 2001).

O objetivo desse estudo foi realizar uma revisão na literatura científica sobre as respostas agudas do HIIT, bem como as adaptações crônicas geradas pelo mesmo em programas de reabilitação cardíaca e discutir as suas aplicações práticas quando comparado a programas tradicionais de reabilitação cardíaca.

MATERIAIS E MÉTODOS

No período de fevereiro de 2013 a maio de 2013 foram analisados estudos originais encontrados na base de dado Medline/Pubmed e disponibilizados pelo portal Periódicos CAPES para avaliação das respostas agudas e adaptações crônicas. Utilizou-se em associação os descritores “High Intensity Interval Training” e “Cardiac Rehabilitation”, com data de publicação entre os anos 2003 e 2013.

Como critérios de inclusão, aceitou-se delineamento de ensaio clínico randomizado para as adaptações crônicas e ensaios clínicos para respostas agudas, indivíduos apresentando doenças cardiovasculares e com intervenção baseada no HIIT.

Foram excluídos os estudos com reabilitação cardíaca baseada em treinamento físico de forma contínua, e artigos indisponíveis na íntegra através do Portal Periódicos CAPES (3 artigos).

RESULTADOS

Na busca eletrônica, foram encontrados 35 artigos originais, após avaliação dos títulos e resumos, foram selecionados 27 estudos considerados

relevantes, sendo os demais excluídos por não apresentarem consonância com o tema.

Após leitura completa dos artigos, sete artigos foram excluídos por não se atenderem aos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, dentre os quais, três artigos por apresentarem os resultados da mesma intervenção (Nilsson, Westheim e Risberg, 2008), sendo incluído apenas o estudo com avaliação em três momentos (Nilsson, Westheim e Risberg, 2008).

De 18 estudos selecionados, sete estudos abordavam as respostas agudas a protocolos do HIIT e 11 estudos avaliaram as adaptações crônicas do HIIT na reabilitação cardíaca. Estes artigos avaliaram os efeitos do HIIT sobre as seguintes doenças: hipertensão arterial (2 artigos), insuficiência cardíaca (7 artigos), infarto agudo miocárdio (um artigo), angina estável (3 artigos), doença arterial coronariana (6 artigos).

Aspectos Gerais do HIIT

Inicialmente, o desenvolvimento e a prescrição de protocolos de treinamento intervalado, como o HIIT, foram direcionados para sujeitos saudáveis e atletas, como por exemplo, a adaptação do teste de potência anaeróbia de Wingate, no qual se desenvolve basicamente em 30 segundos de esforço supramáximo em cicloergômetro.

Em geral, indivíduos realizavam quatro ou seis repetições separados por intervalos de 4 minutos de recuperação passiva ou ativa em uma intensidade acima de 120%VO₂Máx (Rognmo e colaboradores, 2004; Astorino e colaboradores, 2012).

Porém, este tipo de treinamento mostrou-se muito exigente para uma boa parcela da população, e exigia que os sujeitos possuísem uma alta motivação ou grande tolerância à acidose anaeróbia, sendo pouco provável que o protocolo estivesse adequado para indivíduos sedentários ou com excesso de tecido adiposo devido à sua intensidade elevada (Trapp e colaboradores, 2008; Gibala e colaboradores, 2009).

Os protocolos de treinamento intervalado podem apresentar modificações no tempo de exercício em alta intensidade ou no tempo de recuperação entre as repetições 19,20.

O intervalo entre cada repetição do exercício pode ser realizado de forma passiva

ou de forma ativa, através de uma intensidade próxima de 60% do VO₂ Máx ou da FCMáx (Gibala e colaboradores, 2009; Gosselin e colaboradores, 2012).

Em termos de reabilitação cardiovascular, o HIIT é empregado entre cinco a 10 repetições com duração de até 30 segundos com intervalos de recuperação entre 30 e 90 segundos (Guiraud e colaboradores, 2010; Gibala e colaboradores, 2009; Meyer e colaboradores, 2012; Freyssin e colaboradores, 2012).

Outro protocolo muito utilizado apresenta maior tempo de exercício em esforços máximos, utilizando quatro repetições de quatro minutos, com tempo de recuperação de três minutos entre cada repetição (Moholdt e colaboradores, 2011; Munk e colaboradores, 2009).

Neste contexto, as intensidades de esforços permanecem elevadas, porém não passando de 100% de seus valores máximos.

Com o objetivo de aplicar o HIIT na reabilitação cardiovascular, Guiraud e colaboradores (2010) compararam quatro diferentes protocolos de HIIT em indivíduos com doença arterial coronariana.

Os protocolos consistiam em: 10 repetições de esforços a 100% da potência aeróbia máxima (MAP) com duração de 15 segundos com intervalos de 15 segundos passivos (a) ou ativo (b) ou com intensidade de 50% da MAP, ou três repetições de esforços a 100% da MAP com duração de 60 segundos com intervalos de 60 segundos passivos (c) ou ativo (d) à 50% da MAP.

Os resultados do estudo apontaram que a utilização de intervalos passivos resultava em um aumento do tempo de exaustão dos indivíduos em comparação à recuperação ativa, independentemente do tempo sob alta intensidade do exercício (15 segundos ou 60 segundos).

Os autores concluíram que ao considerar fatores como a percepção de esforço, o tempo de exercício em intensidade superior à 80% do VO₂Pico e o tempo de exaustão prolongado, o protocolo (a), apresentou maior segurança cardiovascular para o emprego em programas de reabilitação cardiovascular.

Outro estudo, como o de Meyer e colaboradores (2012), apresentou desfecho semelhante, sugerindo que um maior fracionamento do tempo sob alta intensidade

pode reduzir riscos de acidentes cardiovasculares durante o treinamento e proporcionar benefícios semelhantes a outros protocolos.

Respostas Agudas ao HIIT

Foram encontrados sete artigos com características de ensaio clínico que examinarem as respostas agudas ao HIIT em indivíduos com doença cardiovascular, bem como a segurança de sua aplicação.

As caracterizações dos protocolos de exercícios dos estudos clínicos estão apresentadas no quadro 1. 4934 indivíduos de ambos os sexos participaram dos 7 estudos analisados. 4 estudos avaliaram as respostas do exercício intervalado em sujeitos com doença arterial coronariana, 2 estudos avaliaram em indivíduos com insuficiência cardíaca crônica e por fim, um relatou um estudo de caso em um paciente com angina estável.

Não foram relatados eventos cardíacos significantes em nenhum dos estudos analisados, indicando um potencial de segurança tanto no protocolo HIIT quanto no EMC.

Sabe-se que o aumento do nível de aptidão cardiorrespiratória correlaciona-se inversamente ao alto risco de morbidade e mortalidade cardiovascular, e que a intensidade do exercício apresenta um maior efeito cardioprotetor crônico em comparação ao volume do exercício, no entanto, de forma aguda parece que o exercício agudo com intensidade elevada apresenta maior probabilidade de morte súbita e infarto agudo do miocárdio (Schnohr e colaboradores, 2012; Swain e Franklin, 2006).

Dentro deste contexto, pesquisadores passaram então a verificar a potencial segurança do HIIT, que devido a suas características metodológicas de utilização de curtos períodos de alta intensidade intercalados com períodos de recuperação em baixa intensidade poderia evitar o desenvolvimento de eventos súbitos cardiovasculares.

As principais respostas agudas proporcionadas pelo HIIT estão apresentadas no quadro 1.

Os estudos de Guiraud e colaboradores (2010) e Meyer e colaboradores (2012) apresentam os valores do protocolo de

HIIT superior em comparação aos outros protocolos de HIIT analisados.

Em razão dos inúmeros parâmetros avaliados no domínio espectral do Holter, decidimos apresentar no quadro 1 apenas a evolução do domínio espectral como um todo, além da redução de arritmias exemplificados na redução do número de salvos no estudo de Guiraud e colaboradores (2013).

Meyer e colaboradores (2010) apresentaram um estudo de caso, apenas descrevendo os resultados, de modo que o mesmo não foi incluído no quadro 1.

Ao comparar o HIIT e o EMC, é possível constatar que a sessão de exercício intervalado, monitorado é seguro e não induz arritmias, nem significativas lesões no músculo cardíaco.

No estudo de Normandin e colaboradores (2013), foram avaliadas as respostas cardiovasculares e bioquímicas a uma sessão de exercício com características do HIIT ou contínua por até 24 horas pós sessão, o estudo contou com avaliação dos níveis séricos de Troponina T (TnT), proteína C-reativa (CRP) e peptídeo natriurético cerebral (BNP), além do VO₂Pico, em vinte pacientes (90% homens) com diagnóstico de Insuficiência Cardíaca Crônica, onde observaram que ambos os protocolos

utilizados não apresentaram elevações consideráveis em marcadores bioquímicos de lesão aguda do miocárdio ou de inflamação sistêmica e nem de variáveis cardiopulmonares, no entanto os indivíduos relataram maior motivação e uma menor percepção subjetiva de esforço no HIIT, o que pode ser um fator determinante para uma maior adesão a programas de treinamento físico na reabilitação cardíaca.

Um estudo de caso identificou que uma única sessão de HIIT, com intensidade próxima de 100% capacidade aeróbia máxima em estímulos com duração de até 15 segundos com intervalos passivos, pode ser tolerado e induzir a diminuição de sintomas de isquemia cardíaca sem desenvolver arritmias cardíacas ou alterar marcadores de lesão como a TnT (Meyer e colaboradores, 2010).

No mesmo sentido, estudos tem demonstrado que o HIIT pode ser empregado de forma segura em indivíduos portadores de cardiomiopatias, de modo que o método é capaz de reduzir a hiperatividade simpática e estimular o aumento do tônus vagal por um período de até 24 horas após uma única sessão de HIIT quando comparado ao EMC, modulando positivamente também a função endotelial (Guiraud e colaboradores, 2013; Currie, Mckelvie e Macdonald, 2012).

Quadro 1 - Descrição dos protocolos de exercício Agudo.

Estudo	n	Doença	Protocolos
Guiraud e colaboradores (2013)	18 homens	Doença Arterial Coronariana	Exercício em Cicloergômetro HIIT 2x 8 min 100%PPO (30 seg 100%PPO com intervalos de 30 seg passivos) separados por intervalos de 4 min passivos
Normandin e colaboradores (2013)	20 (18 homens e 2 mulheres)	Insuficiência Cardíaca Crônica	Exercício em Cicloergômetro HIIT 2x 8 min 100% PPO (30 seg 100% PPO com intervalos de 30 seg passivos) separados por intervalos de 4 min passivos EMC 22 min 60% PPO
Currie e colaboradores (2012)	10 (9 homens e 1 mulher)	Doença Arterial Coronariana	Exercício em Cicloergômetro HIIT 10x 1min 80% da carga de pico, com intervalos de 1min a 10% da carga de pico EMC 30min contínuo 55% da carga de pico
Rognomo e colaboradores (2012)	4846 (3392 homens e 1454 mulheres)	Doença Arterial Coronariana	Exercício em Cicloergômetro HIIT 4x4 min 85-95%FC _{Pico} com intervalos de 3 min 50-70%FC _{Pico} EMC 30 min 70%FC _{Pico}
Meyer e colaboradores (2012)	20 homens	Insuficiência Cardíaca Crônica	Exercício em Cicloergômetro HIIT A 9 x 30 seg 100%MAP com intervalos de 30 seg passivos HIIT B 9 x 30 seg 100%MAP com intervalos de 30 seg 50%MAP HIIT C 3 x 90 seg 100%MAP com intervalos de 90 seg passivos HIIT D 3 x 90 seg 100%MAP com intervalos de 90 seg 50%MAP
Guiraud e colaboradores (2010)	19 (17 homens e 2 mulheres)	Doença Arterial Coronariana	Exercício em Cicloergômetro HIIT A 10x15 seg 100% MAP com intervalos de 15 seg passivos HIIT B 10x15 seg 100% MAP com intervalos de 15 seg 50% MAP HIIT C 3x 1min 100% MAP com intervalos de 1 min passivos HIIT D 3x 1 min 100% MAP com intervalos de 1 min 50% MAP

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

Meyer e colaboradores (2010)	1 homem	Angina Estável	Exercício em Cicloergômetro HIIT 34 min: 15 seg 100% MAP com intervalos de 15 seg passivos EMC 22 min 50%PPO
------------------------------	---------	----------------	--

Legenda: HIIT: *High Intensity Interval Training*; EMC: Exercício Moderado Contínuo; min: minutos; PPO: potência máxima; seg: segundos; MAP: potência aeróbia máxima; FCPico: Frequência Cardíaca de Pico.

Tabela 1 - Principais respostas agudas do HIIT.

Estudo	Variável	Pré HIIT	Pós HIIT	Sign.
Currie e colaboradores (2012)	FMD absoluta (mm)	0,2 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,05
	FMD normalizada	0,005 ± 0,002	0,012 ± 0,008	0,05
	Diâmetro Pré-Oclusão (mm)	4,57 ± 0,9	4,81 ± 1,05	0,01
	Pico do diâmetro pré-oclusão (mm)	4,82 ± 0,93	5,10 ± 1,07	0,01
	Diâmetro pré-NTG (mm)	4,58 ± 1	4,77 ± 1,08	0,01
	Diâmetro de pico pós NTG (mm)	5,14 ± 1,09	5,33 ± 1,17	0,01
Guiraud e colaboradores (2010)	Taxa de fluxo AUC	1270 ± 737	1091 ± 879	0,01
	Tempo de Exaustão (seg)	HIIT A>B,D	1724 ± 482	0,05
	Tempo de Exaustão (seg)	HIIT C>B,D	1525 ± 533	0,05
	Tempo acima de 95%VO2Máx (seg)	HIIT C>A,B,D	223 ± 258	0,05
	Tempo acima de 90%VO2Máx (seg)	HIIT C>A,B,D	329 ± 308	0,05
Guiraud e colaboradores (2013)	Taxa de Percepção de Esforço	HIIT A<B,C,D	15 ± 2	0,05
	Frequência Cardíaca 24 horas pós (bpm)		68 ± 3,2	0,05
	Contrações ventriculares prematuras (N/24h)		531 ± 338	0,01
	Número de salvas (N/24)		11,61 ± 3,03	0,05
	SDNN (ms)		76,9 ± 11,5	0,05
Meyer e colaboradores (2012)	Parâmetros de domínio espectral			0,05
	Tempo total de exercício (seg)	HIIT A> B,D	1651 ± 347	0,001
	Tempo total de exercício (seg)	HIIT C > B,D	1574 ± 382	0,001
	Tempo de exercício em 100%VO2Pico (seg)	HIIT A> B,C,D	109 ± 171	0,05
	Tempo de exercício em 95%VO2Pico (seg)	HIIT A > B,C,D	190 ± 277	0,05
	Tempo de exercício em 90%VO2Pico (seg)	HIIT A > B,C,D	316 ± 384	0,05
	Taxa de Percepção de Esforço	HIIT A > B,C,D	15 ± 3	0,05
	Média de VO2Pico durante a sessão (%)	HIIT A> B,D	75 ± 9	0,01
Média de VO2Pico durante a sessão (%)	HIIT C > B,D	73 ± 9	0,01	
Normandin e colaboradores (2013)	Potência Média (W)	HIIT>EMC	51 ± 21	0,0188
	%VO2Pico (%)	HIIT>EMC	67 ± 8	0,039
	Percepção de Esforço	HIIT<EMC	13,4 ± 2,7	0,09
Rognomo e colaboradores (2012)	Tempo relativo em HIIT durante reabilitação (%)	HIIT < EMC	36%	0,05

Legenda: mm: milímetro, NTG: nitroglicerina; AUC: área sob a curva; seg: segundo; SDNN: desvio padrão entre intervalos N-N.

Rognomo e colaboradores (2012) conduziram um estudo multicêntrico com participação de 4846 indivíduos com doença arterial coronariana submetidos a programas de reabilitação cardíaca demonstrando que risco de eventos súbitos cardiovasculares durante a realização do HIIT ou do EMC pode ser considerado baixo.

Em geral, os eventos cardíacos resultando em desfecho de morte foram de um evento no HIIT e duas paradas cardíacas fatais durante o EMC, não foram encontrados dados sobre infarto agudo do miocárdio nos dados analisados.

Os autores concluíram que considerando os potenciais benefícios que o

exercício em alta intensidade proporciona para a capacidade funcional, o HIIT é uma alternativa segura e com um importante efeito cardioprotetor (Rognomo e colaboradores, 2012).

Através do monitoramento dos sinais vitais, todos os estudos avaliados, demonstraram que o protocolo HIIT promove a segurança à saúde dos indivíduos como o estudo de Meyer e colaboradores (2012), onde foi realizado o teste de VO2Pico, foi aferido continuamente a frequência cardíaca, a pressão arterial braquial a cada 2 minutos e classificação de percepção esforço utilizando a escala de Borg, o sinal do eletrocardiograma era mensurado durante repouso. Neste estudo

foram aplicados quatro protocolos diferenciados de exercício intervalado em 20 indivíduos com Insuficiência Cardíaca Crônica utilizando o cicloergômetro para os testes e para os treinos.

Foi observado como resultado que o protocolo com intervalos de recuperação passiva foi mais bem aceito pelos pacientes, a frequência cardíaca de pico foi menor, maior contratilidade do ventrículo esquerdo e alta porcentagem do VO₂pico, sendo melhor para pacientes com insuficiência cardíaca crônica.

É necessário monitorar continuamente um indivíduo com insuficiência cardíaca crônica, bem como saber a especificação diagnóstica de cada caso, para controlar os sinais e sintomas, principalmente durante e após o exercício (Anguita e colaboradores, 2012).

Os achados de Meyer e colaboradores (2012) foram semelhantes ao estudo de Giurad e colaboradores (2010), onde também foram avaliados 4 protocolos de treinamento intervalado, incluindo 20 indivíduos com doença coronariana estável, onde os treinos de exercício com repouso passivo apresentaram-se benéficos nos aspectos fisiológico e psicológico dos participantes. De acordo com Ghoreishi e colaboradores (2013), o exercício físico em indivíduos com diagnóstico de doença cardíaca ajuda a promover o bem-estar e qualidade de vida, bem como auxilia o aspecto psicológico para o tratamento da doença.

Respostas Crônicas ao HIIT

Quadro 2 - Descrição dos protocolos de treinamento dos estudos crônicos.

Estudo	n	Doença	Grupos	Duração /Frequência	Protocolos
Freyssin e colaboradores (2012)	26 ICC	Insuficiência cardíaca crônica	HIIT: 12 EMC: 14	8 semanas 5 x/ semana	Treinamento em Esteira Motorizada HIIT: 3x12 30 seg estímulo 50-80%VO _{2Máx} com intervalo de 60seg intervalo passivo EMC: 61min intervalo do 1LV
Ciolac e colaboradores (2011)	44 mulheres	Hipertensão Sistêmica	HIIT: 16 EMC: 16 GC: 12	16 semanas 3x/semana	Treinamento em Esteira Motorizada HIIT: 40min, 1min 90%VO _{2Máx} com intervalos de 2min 50-60%VO _{2Máx} CME: 40min 60-70%VO _{2Máx} GC: sem atividade
Lamina e Okoye (2011)	245 homens	Hipertensão Média Moderada	HIIT: 140 GC: 105	8 semanas 3x/semana	Treinamento em Cicloergômetro HIIT: 45 a 60: 6seg 60-79%FCMáx' com intervalo de 6min passivo GC: Sem atividade
Moholdt e colaboradores (2011)	89 (74 homens 15 mulheres)	Pós infarto miocárdico	HIIT: 30 EMC: 59	12 semanas 2x/semana orientado – 1x/semana domiciliar	Treinamento em Esteira Motorizada HIIT: 4x4min 85-95%FCmáx com intervalo de 3min 70%FCMáx EMC: 35min 70%FCMáx
Munk e colaboradores (2011)	36 (6 mulheres 30 homens)	Angina Estável	HIIT: 18 GC: 18	24 semanas 3x/semana	Treinamento em Cicloergômetro HIIT: 4x4min 85-95%FCmáx com intervalo de 3min 60-70%FCMáx GC: Sem atividade
Munk e colaboradores (2009)	40 (7 mulheres 33 homens)	Angina Estável	HIIT: 20 GC: 20	24 semanas 3x/semana	Treinamento em Cicloergômetro HIIT: 4x4min 85-95%FCmáx com intervalo de 3min 60-70%FCMáx GC: Sem atividade
Nilsson, Westheim e Risberg (2008)	80 (17 mulheres 63 homens)	Insuficiência Cardíaca Crônica	HIIT: 40 GC: 40	16 semanas 2x/semana	HIIT: Treinamento em Cicloergômetro c/carga aumentada a cada minuto. GC: sem atividade
Wisloff e colaboradores (2007)	27 (7 mulheres 20 homens)	Insuficiência Cardíaca Crônica	HIIT: 9 EMC: 9 GC: 9	12 semanas 3x/semana	Treinamento em Esteira Motorizada HIIT: 4x4 min 90-95%FCPico com intervalo de 3 min 50-70%FCPico EMC: 47 min 70-75%FCPico GC: Sem atividade
Warburton e colaboradores (2005)	14 homens	Doença Arterial Coronariana	HIIT: 7 EMC: 7	16 semanas 2x/semana	Treinamento em Esteira Motorizada HIIT: 2 min 90%FCRes com intervalo de 2 min 40%FCRes EMC: 40 min: 10 min aquecimento + 30 min 65%FCRes

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.rbpfex.com.br

Rognmo e colaboradores (2004)	17 (3 mulheres 14 homens)	Doença Arterial Coronariana	HIIT: 11 EMC: 10	10 semanas 3x/semana	Treinamento em Esteira Motorizada HIIT: 4x4min 80-90%VO ₂ Pico com intervalo de 3 min 50-60%VO ₂ Pico EMC: 41 min 50-60%VO ₂ Pico
-------------------------------	---------------------------------	-----------------------------	---------------------	-------------------------	--

Legenda: HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; EMC = exercício moderado contínuo; GC= grupo controle; min = minutos; seg = segundos; VO_{2Máx}=Consumo máximo de oxigênio; FCMáx = frequência cardíaca máxima; 1LV = primeiro limiar ventilatório; VO₂Pico = consumo de oxigênio de pico; FCRes = frequência cardíaca de reserva; FCPico = frequência cardíaca de pico; ICC = insuficiência cardíaca crônica

Tabela 2 - Principais respostas agudas do HIIT - continuação.

Estudo	Variável	Pré HIIT	Pós HIIT	Sign.
Currie e colaboradores (2012)	FMD absoluta (mm)	0,2 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,05
	FMD normalizada	0,005 ± 0,002	0,012 ± 0,008	0,05
	Diâmetro Pré-Oclusão (mm)	4,57 ± 0,9	4,81 ± 1,05	0,01
	Pico do diâmetro pré-oclusão (mm)	4,82 ± 0,93	5,10 ± 1,07	0,01
	Diâmetro pré-NTG (mm)	4,58 ± 1	4,77 ± 1,08	0,01
	Diâmetro de pico pós NTG (mm)	5,14 ± 1,09	5,33 ± 1,17	0,01
Guiraud e colaboradores (2010)	Taxa de fluxo AUC	1270 ± 737	1091 ± 879	0,01
	Tempo de Exaustão (seg)	HIIT A>B,D	1724 ± 482	0,05
	Tempo de Exaustão (seg)	HIIT C>B,D	1525 ± 533	0,05
	Tempo acima de 95%VO ₂ Máx (seg)	HIIT C>A,B,D	223 ± 258	0,05
	Tempo acima de 90%VO ₂ Máx (seg)	HIIT C>A,B,D	329 ± 308	0,05
	Taxa de Percepção de Esforço	HIIT A<B,C,D	15 ± 2	0,05
Guiraud e colaboradores (2013)	Frequência Cardíaca 24 horas pós (bpm)		68 ± 3,2	0,05
	Contrações ventriculares prematuras (N/24h)		531 ± 338	0,01
	Número de salvos (N/24)		11,61 ± 3,03	0,05
	SDNN (ms)		76,9 ± 11,5	0,05
Meyer e colaboradores (2012)	Parâmetros de domínio espectral			0,05
	Tempo total de exercício (seg)	HIIT A> B,D	1651 ± 347	0,001
	Tempo total de exercício (seg)	HIIT C > B,D	1574 ± 382	0,001
	Tempo de exercício em 100%VO ₂ Pico (seg)	HIIT A> B,C,D	109 ± 171	0,05
	Tempo de exercício em 95%VO ₂ Pico (seg)	HIIT A > B,C,D	190 ± 277	0,05
	Tempo de exercício em 90%VO ₂ Pico (seg)	HIIT A > B,C,D	316 ± 384	0,05
	Taxa de Percepção de Esforço	HIIT A > B,C,D	15 ± 3	0,05
	Média de VO ₂ Pico durante a sessão (%)	HIIT A> B,D	75 ± 9	0,01
Média de VO ₂ Pico durante a sessão (%)	HIIT C > B,D	73 ± 9	0,01	
Normandin e colaboradores (2013)	Potência Média (W)	HIIT>EMC	51 ± 21	0,0188
	%VO ₂ Pico (%)	HIIT>EMC	67 ± 8	0,039
	Percepção de Esforço	HIIT<EMC	13,4 ± 2,7	0,09
Rognomo e colaboradores (2012)	Tempo relativo em HIIT durante reabilitação (%)	HIIT < EMC	36%	0,05

Legenda: mm: milímetro, NTG: nitroglicerina; AUC: área sob a curva; seg: segundo; SDNN: desvio padrão entre intervalos N-N.

Foram analisados dez estudos que comparavam as respostas crônicas ao HIIT e o EMC em programas de reabilitação cardíaca.

Constatou-se que exercícios intervalados são mais eficazes neste processo e que não trazem riscos aos pacientes. Os resultados estão apresentados no quadro 2.

Ao todo, 618 indivíduos de ambos os sexos participaram dos 10 estudos analisados, sendo que o tempo de duração variou de 8 a 24 semanas com uma frequência de no mínimo duas sessões por semana. Protocolos de treinamento apresentaram como

característica em comum a alternância de períodos de alta intensidade (acima de 80%VO₂ Máx) com durações variadas, entre 30 segundos a quatro minutos, intercalados por períodos de recuperações em baixa intensidade.

É importante destacar que os estudos apresentaram um período de intervenção relativamente curto, sendo que apenas o estudo de Nilsson, Westheim e Risberg (2008) realizou um seguimento de 12 meses pós intervenção para verificar a eficiência da reabilitação cardíaca. Assim apesar dos estudos apresentarem adaptações

semelhantes e positivas na utilização do HIIT em comparação ao EMC, os efeitos à longo prazo ou até mesmo um maior período de intervenção seguem inconclusivos.

As principais modificações significativas proporcionadas pelo HIIT estão apresentadas no quadro 2, destacando os valores pré intervenção e o resultado pós intervenção.

Três artigos estudaram pacientes diagnosticados com insuficiência cardíaca crônica (ICC) e tiveram como ponto comum a ser analisado a capacidade funcional que melhorou significativamente no grupo HIIT nestes estudos (Nilsson, Westheim e Risberg, 2008; Freyssin e colaboradores, 2012; Wisloff e colaboradores, 2007).

Ao utilizar o HIIT como protocolo de exercício físico em um programa de reabilitação cardíaca, um curto período de tempo parece ser suficiente para aumentar a capacidade funcional de indivíduos com ICC.

E um estudo com 26 indivíduos (13 homens e 13 mulheres) aplicou o protocolo de HIIT por 8 semanas, sendo constatado melhora no limiar ventilatório, VO₂ máx e em âmbitos de qualidade de vida como ansiedade e depressão (Freyssin e colaboradores, 2012).

A implementação de programas de reabilitação baseados na intensidade, apresentam benefícios a longo prazo também, Nilson e colaboradores (2008) analisaram os efeitos de um 16 semanas de reabilitação na capacidade funcional e na qualidade de vida de indivíduos com ICC e fração de ejeção de 31±8%, após 12 meses decorridos do término da intervenção, o grupo submetido ao HIIT manteve um ganho significativo na distância do teste de caminhada de 6 minutos, na intensidade do exercício e na qualidade de vida quando em comparação ao grupo controle.

Os benefícios do HIIT em programas de reabilitação cardíaca de indivíduos com ICC parecem superar apenas o âmbito da capacidade funcional e qualidade de vida, uma vez que 12 semanas foi o suficiente para verificarem-se melhoras também na função endotelial e na diminuição do remodelamento cardíaco (Wisloff e colaboradores, 2007).

Curiosamente, os protocolos empregados nestes três estudos são distintos, sendo que Freyssin e colaboradores (2012) e Nilson e colaboradores (2008) utilizaram estímulos curtos de até 30 segundos

supramáximos e Wisloff e colaboradores (2007) utilizou uma metodologia com maior período de estímulo conhecida como 4x4 onde são utilizados 4 estímulos de quatro minutos em intensidades de 90-95%FCPico intercalados por 3 minutos de recuperação em baixa intensidade, porém com adaptações cardiopulmonares muito semelhantes.

O estudo de Ciolac e colaboradores (2011), feito com 44 mulheres com hipertensão sistêmica comparando protocolos de HIIT e EMC em uma frequência de 3 sessões semanais com duração de 16 semanas, demonstrou que o treinamento intervalado supervisionado aumentou os valores de VO₂pico em ambos protocolos em relação aos valores basais, porém com aumento significativo no HIIT em comparação ao EMC.

No mesmo sentido, outro estudo analisou efeitos do HIIT nos valores pressóricos e perfil lipídico em 245 homens com hipertensão moderada a partir de uma intervenção de 8 semanas. Verificou-se redução significativa nos níveis pressóricos e nos valores de colesterol total e de lipoproteína de alta densidade (HDL), assim como a redução do índice aterogênico, concluindo-se que o HIIT pode ser uma alternativa não farmacológica no tratamento da hipertensão sistêmica (Lamina e Okoye, 2012).

Mohold e colaboradores (2011), comparou benefícios do HIIT e do EMC em 89 indivíduos (74 homens e 15 mulheres) pós infarto do miocárdio (pós IM) durante 12 semanas em que o grupo HIIT realizou protocolo 4x4 em intensidade de 85-95%FCPico em uma frequência de 2 vezes por semana no hospital e 1 vez por semana em casa com duração total de 38 minutos.

HIIT apresentou maiores benefícios no aumento da capacidade cardiopulmonar, mas ambos protocolos apresentaram adaptações semelhantes na função endotelial, marcadores anti-inflamatórios e na qualidade de vida e na redução da ferritina e da FC de repouso.

Munk e colaboradores, em dois estudos (2009; 2011) com indivíduos apresentando angina estável, utilizando intervenção com base no protocolo 4x4 com intensidade entre 85-95%FCMáx e intervalos de 3 minutos com repouso ativo em 60-70%FCMáx durante 24 semanas, com o

objetivo de avaliar efeitos em marcadores inflamatórios e a ativação celular endotelial.

No estudo de 2009 (Guiraud, 2013), após seis meses de intervenção, HIIT proporcionou uma diminuição da perda do lúmen do vaso sanguíneo, melhorando a função endotelial e diminuindo os níveis séricos de Proteína C-Reativa.

Confirmando os achados posteriores, o estudo seguinte do mesmo grupo demonstrou que o mesmo protocolo de HIIT foi capaz de reduzir significativamente uma série de marcadores pró-inflamatórios como as interleucinas, porém em contraste com os efeitos anti-inflamatórios sistêmicos, o HIIT não apresentou influência significativa em marcadores de adesão inflamatória ou de agregação plaquetária.

Dois estudos avaliaram a efetividade do HIIT em indivíduos com doença arterial coronariana. Ao comparar com protocolos com intensidade moderada, o HIIT apresentou-se superior no aumento da capacidade cardiopulmonar, sobretudo no aumento do VO₂Pico, um importante preditor do funcionamento cardiorrespiratório (Rognmo e colaboradores, 2004).

Warburton e colaboradores (2005) também analisou efeitos do HIIT sobre indivíduos com DAC em um período de 16 semanas, o HIIT apresentou efetividade no aumento de marcadores como VO₂PICO e no tempo de exaustão do exercício.

Ao longo das intervenções, boa parte dos estudos analisados não relataram eventos cardíacos significativos nos grupos que realizaram qualquer tipo de treinamento físico, HIIT ou EMC.

No entanto, o estudo de Munk e colaboradores (2011) excluíram de sua análise de dados quatro indivíduos que apresentaram angina instável durante a intervenção, sendo dois indivíduos de cada grupo do estudo.

Apenas dois estudos relataram algum evento relacionado à mortalidade durante as intervenções, o protocolo de treinamento intervalado do estudo de Nilsson, Westheim e Risberg (2008) resultaram em duas mortes após 12 meses de treinamento, enquanto que Wisloff e colaboradores (2007) apresentaram um evento de morte apenas no grupo de treinamento moderado-contínuo.

Frente aos estudos encontrados na literatura, é aceitável que o treinamento intervalado com alta intensidade pode ser

utilizado de forma segura em programas de reabilitação cardíaca em indivíduos acometidos das mais diversas doenças, também parece estar bem estabelecido que o HIIT proporcione adaptações semelhantes quando comparado a protocolos com intensidade moderada e com maiores volumes.

No entanto, ressaltamos que se faz necessário um corpo maior de evidências deste tipo de treinamento na reabilitação de outras doenças cardiovasculares, visto que poucas cardiomiopatias foram abordadas nos estudos analisados pela presente revisão.

O fato de limitarmos a pesquisa de artigos apenas à língua inglesa e um banco de dados são possíveis limitações do presente artigo, ressaltamos, porém, que o Medline/Pubmed é julgado como a principal base da área da saúde.

Indicamos como perspectivas futuras a avaliação de respostas moleculares tanto com características metabólicas quanto cardiovasculares para elucidar as respostas e adaptação do HIIT em indivíduos com cardiomiopatias, também são necessários estudos com maior tempo de duração e multicêntricos de modo que seja possível modificar recomendações e Guidelines de inúmeras instituições.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o HIIT apresenta um potencial de segurança e benefícios na reabilitação cardiovascular, sendo uma alternativa eficaz para programas de saúde pública devido ao baixo tempo empregado e otimização das adaptações.

No entanto, apesar de ser um método já consolidado na literatura, há vários pontos que apresentam maior necessidade de avaliação e os possíveis efeitos a longo prazo do protocolo.

REFERÊNCIAS

- 1-Astorino, T. A.; Allen, R. P.; Roberson, D. W.; Jurancich, M. Effect of high intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force. *J Strength Cond Res.* Vol. 26. Núm. 1. p. 138-145. 2012.
- 2-Anguita, M.; Comin, J.; Almenar, L.; Crespo, M.; Delgado, J.; Gonzales-Costello, J.

Comments on the ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. A report of the Task Force of the Clinical Practice Guidelines Committee of the Spanish Society of Cardiology. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. Vol. 65. Núm. 10. p.874-878. 2012.

3-Balady, G. J.; Williams, M. A.; Ades, P. A.; Bittner, V.; Comoss, P.; Foody, J. M. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation*. Vol. 115. Núm. 20. p.2675-2682. 2007.

4-Bartlett, J. D.; Close, G. L.; MacLaren, D. P.; Gregson, W.; Drust, B.; Morton, J. P. High Intensity Interval Running is Perceived to be More Enjoyable Than Moderate-Intensity Continuous Exercise: Implications for Exercise Adherence. *J Sports Sci*. Vol. 29. Núm. 6. p.547-553. 2011.

5-Burgomaster, K. A.; Howarth, K. R.; Philips, S. M.; Rakobowchuk, M.; MacDonald, M. J.; McGee, S.L. 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.

6-Bussau, V. A.; Ferreira, L. D.; Jones, T. W.; Fournier, P. A. The 10-s maximal sprint: a novel approach to counter an exercise-mediated fall in glycemia in individuals with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. Vol. 29. Núm. 3. p.601-606. 2006.

7-Ciolac, E. G.; Bocchi, E. A.; Greve, J. M. D.; Guimarães, G. V. Heart rate response to exercise and cardiorespiratory fitness of young women at high familial risk for hypertension: effects of interval vs continuous training. *Eur J Cardiovasc Prev & Rehab*. Vol. 18. Núm. 6. p.824-830. 2011.

8-Currie, K. D.; Mckelvie, R. S.; Macdonald, M. J. Flow-mediated dilation is acutely improved after high-intensity interval exercise. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 44. Núm. 11. p.2057-2064. 2012.

9-Freyssin, C.; Verkindt, C.; Prieur, F.; Benaich, P.; Maunier, S.; Blanc, P. Cardiac Rehabilitation in Chronic Heart Failure: Effect of an 8-week, high intensity interval training versus continuous training. *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 93. p.1359-1364. 2012.

10-Ghoreishi, A.; Shajari, Z.; Mohammadi, Z. Chronic ischemic heart disease affects health related quality of life. *Cardiology Research*. Vol. 3. Núm. 6. p. 264-270. 2013.

11-Gibala, M. J. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Curr Sports Med Rep*. Vol. 6. Núm. 4. p.211-213. 2007.

12-Gibala, M. J.; McGee, S. L.; Garnham, A. P.; Howlett, K. F.; Snow, R. J.; Hargreaves, M. Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1alpha in human skeletal muscle. *J Appl Physiol*. Vol. 106. Núm. 3. p.929-934. 2009.

13-Gosselin, L.E.; Kozłowski, K.F.; DeVinney-Boymel, L.; Hambridge, C. Metabolic response of different high-intensity aerobic interval exercise protocols. *J Strength Cond Res*. Vol. 26. Núm. 10. p.2866-2671. 2012.

14-Guiraud, T.; Juneau, M.; Nigam, A.; Gayda, M.; Meyer, P.; Mekary, S. Optimization of high intensity interval exercise in coronary heart disease. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 108. p.733-740. 2010.

15-Guiraud, T.; Labrunee, M.; Gaucher-Cazalis, K.; Despas, F.; Meyer, P.; Bousquet, L. High Intensity Interval Exercise improves vagal tone and decrease arrhythmias in CHF. *Med Sci Sports Exerc*. 2013.

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

- 17-Lamina, S.; Okoye, G. C. Therapeutic effect of a moderate intensity interval training program on the lipid profile in men with hypertension: a randomized controlled trial. *Nig J of Clin Pract.* Vol. 15. Núm. 1. p.42-47. 2012.
- 18-Lee, I.; Sesso, H. D.; Oguma, Y.; Paffenbarger, R.S. Relative Intensity of Physical Activity and Risk of Coronary Heart Disease. *Circulation.* Vol. 107. p.1110-1116. 2003.
- 19-Meyer, P.; Guiraud, T.; Gayda, M.; Juneau, M.; Bosquet, L.; Nigam, A. High Intensity Aerobic Interval Training in a Patient with stable angina pectoris. *Am J Phys Med Rehabil.* Vol. 89. Núm. 1. p. 83-86. 2010.
- 20-Meyer, P.; Normandin, E.; Gayda, M.; Billon, G.; Guiraud, T.; Bosquet, L. High Intensity interval exercise in chronic heart failure: protocol optimization. *J Cardiac Fail.* Vol. 18. Núm. 2. p.126-133. 2012.
- 21-Moholdt, T.; Aamot, I. L.; Granoien, I.; Gjerde, L.; Myklebust, G.; Walderhaug, L. Aerobic Interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: a randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation.* Vol. 26. Núm. 1. p.33-44. 2011.
- 22-Munk, P. S.; Breland, U. M.; Aukrust, P.; Ueland, T.; Kvaloy, J. T.; Larsen, A. I. High Intensity interval training reduces systemic inflammation in post-PCI patients. *Eur J Cardiovasc Prev & Rehab.* Núm. 18. Núm. 6. p.850-857. 2011.
- 23-Munk, P. S.; Staal, E. M.; Butt, N.; Isaksen, K.; Larsen, A. I. High Intensity interval training may reduce in-stent restenosis following percutaneous coronary intervention with stent implantation: A randomized controlled trial evaluating the relationship to endothelial function and inflammation. *Am Heart J.* Vol. 15. Núm. 8. p.734-741. 2009.
- 24-Nilsson, B. B.; Westheim, A.; Risberg, M. A. Long-term effects of a group-based high-intensity aerobic interval training program in patients with chronic heart failure. *Am J Cardiol.* Vol. 102. p.1220-1224. 2008.
- 25-Normandin, E.; Nigam, A.; Meyer, P.; Juneau, M.; Guiraud, T.; Bosquet, L. Acute responses to intermittent and continuous exercise in heart failure patients. *Can J of Cardiology.* Vol. 29. p.466-471. 2013.
- 26-Rognmo, O.; Hetland, E.; Helgerud, J.; Hoff, J.; Slordahl, S. A. High Intensity Aerobic Interval Exercise is Superior to Moderate Intensity Exercise for Increasing Aerobic Capacity in Patients with Coronary Artery Disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* Vol. 11. Núm. 3. p.216-222. 2004.
- 27-Rognmo, O.; Moholdt, T.; Bakken, H.; Hole, T.; Molstad, P.; Myhr, N. E. Cardiovascular Risk of High-versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. *Circulation.* Vol. 126. p.1436-1440. 2012.
- 28-Schnohr, P.; Marott, J. L.; Jensen, J. S.; Jensen, G. B. Intensity versus duration of cycling, impact on all-cause and coronary heart disease mortality: the Copenhagen City Heart Study. *Eur J Prev Cardiol.* Vol. 19. Núm. 1. p.73-80. 2012.
- 29-Swain, D. P.; Franklin, B. Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *Am J Cardiol.* Núm. 97. p.141-147. 2006.
- 30-Thompson, W. R.; Gordon, N. F.; Pescatello, L. S. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th ed, Lippincott Williams & Wilkins, United States. 2009.
- 31-Tjonna, A. E.; Leinan, I. M.; Bartnes, A. T.; Jenssen, B. M.; Gibala, M. J.; Winnett, R. A. Low- and High-Volume of Intensive Endurance Training Significantly Improves Maximal Oxygen Uptake after 10-Weeks of Training in Healthy Men. *PLOSOne.* Vol. 8. Núm. 5. p.1-7. 2013.
- 32-Trapp, E. G.; Chisholm, D. J.; Freund, J.; Boutcher, S. H. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young men. *Int J Obes.* Vol. 32. Núm. 4. p.684-691. 2008.
- 33-Warburton, D. E. R.; McKenzie, D. C.; Haykowsky, M. J.; Taylor, A.; Shoemaker, P.; Ignaszewski, A. P. Effectiveness of high-

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.rbpfex.com.br

intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol.* Vol. 95. p.1080-1084. 2005.

34-Wisloff, U.; Brubakk, O. Aerobic endurance training reduces bubble formation and increases survival in rats exposed to hyperbaric pressure. *J Physiol.* Vol. 537. p.607-611. 2001.

35-Wisloff, U.; Stoylen, A.; Loennechen, J. P.; Bruvold, M.; Rognmo, O.; Haram, P. M. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation.* Vol.115. p.3086-3094. 2007.

Recebido para publicação 03/10/2014

Aceito em 18/03/2015