



Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Revisión

Efeitos da periodização em blocos sobre parâmetros fisiológicos e desempenho de contrarrelógio em atletas de endurance: uma revisão sistemática



F. K. Borszcz, V. P. Costa

Laboratório de Pesquisas em Desempenho Humano. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte. Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil.

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO: Recebido a 12 de março de 2018, aceite a 11 de junho de 2018, online a 22 de março de 2019

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática sobre os efeitos da periodização em blocos nos parâmetros fisiológicos e no desempenho em atletas de *endurance*.

Método: Foram realizadas buscas nas bases de dados *PubMed* e *Science Direct*.

Resultados: Foram encontrados 9 estudos que se enquadraram nos critérios desta revisão, onde blocos de 1-2 semanas, compostos por 5-16 sessões de treinamento de alta intensidade, seguido por um período de 1-3 semanas de recuperação demonstraram ganhos nas variáveis consumo máximo de oxigênio, limiares de lactato/ventilatórios, potência aeróbia máxima e no desempenho em atletas de *endurance*.

Conclusões: A periodização em blocos é uma estratégia eficiente para ganhos no desempenho e nos parâmetros fisiológicos em curtos períodos.

Palavras-chave: Desempenho; Periodização; Resistência Física.

Efectos de la periodización en bloques en los parámetros fisiológicos y el rendimiento de contrarreloj en deportistas de resistencia: una revisión sistemática

RESUMEN

Objetivo: El propósito de este estudio fue analizar los efectos de la periodización en bloques, en los parámetros fisiológicos y en el rendimiento en deportistas de resistencia.

Método: Se realizó una búsqueda en las bases de datos *PubMed* y *Science Direct*.

Resultados: Se encontraron 9 estudios que cumplían con los criterios de esta revisión, donde los bloques de 1-2 semanas con 5-16 sesiones de entrenamiento de alta intensidad, seguido de un período de 1-3 semanas de *tapering*, fueron suficientes para demostrar mejoras de la potencia aeróbica máxima, el consumo máximo de oxígeno, los umbrales fisiológicos y el rendimiento.

Conclusiones: La periodización en bloques puede mejorar rápidamente la fisiología y el rendimiento en los deportistas de resistencia.

Palabras clave: Rendimiento deportivo; Periodización; Resistencia física.

Physiological and time-trial performance effects of block training periodization in endurance athletes: a systematic review

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to analyze systematically the effects of block training periodization, on physiology parameters and performance in endurance athletes.

Method: The PubMed and Science Direct database was used to search.

Results: Nine studies was found that fit the criteria of this review, the main result was that block training periodization performed during 1-2 weeks composed of 5-16 high intensity interval training sessions followed by a period of 1-3 weeks of taper enhance maximal oxygen uptake, lactate/ventilatory thresholds, maximal aerobic power and performance in endurance athletes.

Conclusions: The block training periodization can rapidly enhance physiology and performance in endurance athletes.

Keywords: Performance; Periodization; Physical endurance.

* Autor para correspondência.

Correios eletrónicos: vitor.costa@udesc.br (V. P. Costa).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2018.03.002>

Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Introdução

A periodização do treinamento consiste no sequenciamento intencional de diferentes sessões de treino, com o objetivo dos atletas alcançarem os resultados planejados¹. Na década de 1950 o russo Leev Pavlovtchi Matveev propôs um modelo de periodização fundamentado na teoria da Síndrome Geral da Adaptação, atualmente chamado de periodização tradicional (PT)¹. Porém, algumas críticas surgiram a respeito dos conceitos da proposta de Matveev, os críticos acreditam que a PT não se adéqua ao calendário de competições das diversas modalidades do esporte contemporâneo, pois, é incapaz de fornecer diversos picos de *performance* durante a temporada e também procura desenvolver um elevado número de capacidades físicas simultaneamente, que muitas vezes podem interagir de forma conflitante^{1,2}.

Dentre as novas propostas de modelos de periodização, na década de 80 surgiram os modelos de periodização de carga concentrada, denominados de modelos de periodização em blocos (PB)¹. A principal característica da PB está no fato de que as cargas de trabalho são concentradas por um período curto de tempo e objetivam o desenvolvimento de um número mínimo de capacidades físicas importantes para a modalidade em blocos específicos¹. Basicamente a PB é dividida em 3 blocos (mesociclos) de treinamento, sendo o Bloco de Acumulação voltado ao treinamento de habilidades básicas da modalidade (ex. treinos de capacidade aeróbia), no Bloco de Transformação os treinos são voltados as habilidades específicas da modalidade (ex. treinamento de alta intensidade), já no Bloco de Realização é o período definido como a preparação para a competição (*tapering*)³ ou recuperação dos efeitos cumulativos do bloco anterior¹.

A premissa da PB é promover o efeito cumulativo do treinamento que se reflete em alterações das variáveis fisiológicas e no desempenho dos atletas¹, bem como nos efeitos residuais do treinamento, ou seja, por quanto tempo os atletas se mantêm com ganhos obtidos pelo treinamento¹. Sendo assim, o modelo PB pode induzir um estado de estresse aumentado sobre o organismo dos atletas^{1,2,4}, levando a um estado de fadiga aguda ou *overreaching* funcional e posteriormente com períodos adequados de recuperação a ganhos de desempenho. O *overreaching* funcional tem sido definido como a relação entre estímulo/estresse de treinamento que resulta em um curto declínio nas medidas fisiológicas e de desempenho e quando seguido por um período de recuperação adequado promove a supercompensação ao organismo e eleva o nível de desempenho⁵, enquanto que um estado de fadiga aguda caracteriza-se por um aumento na percepção de cansaço, mas não há um declínio nas medidas de desempenho⁶.

Durante a periodização das modalidades de *endurance* é importante combinar o treinamento de alta e baixa intensidade⁷, sendo a distribuição apontada como adequada o modelo polarizado, onde 80% do volume de treinamento é realizado em baixa intensidade e 20% em alta intensidade⁸. Devido a esse grande volume de treinamento em baixa intensidade que os atletas executam parece que melhorias no desempenho só podem ser alcançadas por metodologias de treinamento intensas como, por exemplo, o treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI)⁹. O TIAI tem apresentado superioridade para os ganhos de capacidade oxidativa muscular, expressão do gene mitocondrial, nos parâmetros fisiológicos, consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), limiares de transição fisiológica (LTF) e principalmente no desempenho comparado ao treino contínuo de baixa intensidade^{7,9-12}. Porém, quando o TIAI realizado conforme a PT com 1 a 3 sessões semanais os ganhos nos parâmetros fisiológicos e no desempenho são observados após 4 a 6 semanas de treinamento^{9,11}. Por outro lado, na PB o TIAI é realizado em vários dias consecutivos o que teoricamente poderia levar os atletas a ganhos mais rápidos devido a concentração das cargas.

Nos últimos anos uma série de estudos experimentais foram conduzidos a respeito da PB, assim, acredita-se que se torna

necessário descrever com detalhes os efeitos fisiológicos e no desempenho esportivo que esta metodologia de treinamento pode promover em atletas. Desta forma, a presente revisão tem como objetivo analisar e descrever os estudos científicos que verificaram os efeitos da PB, sobre as variáveis fisiológicas determinantes da *performance* aeróbia¹³⁻¹⁵ VO_{2max} , LTF, economia de movimento (EC), carga máxima do teste de esforço incremental (Pmax), bem como no desempenho em contrarrelógio em atletas das modalidades esportivas cíclicas de *endurance*.

Método

Busca na literatura

A presente revisão foi elaborada seguindo o *guideline* para revisões sistemáticas PRISMA¹⁶. As buscas na literatura foram realizadas nas bases de dados *PubMed* e *Science Direct*, utilizando as palavras-chaves da língua inglesa "*block training periodization*" (periodização do treinamento em blocos), "*shock microcycle*" (microciclo de choque) e "*training periodization*" (periodização do treinamento). A busca foi realizada no mês de setembro de 2017. As referências dos estudos encontrados nas bases de dados foram analisadas a fim de se ampliar a busca. Após as buscas os estudos foram alocados no aplicativo *online Rayyan*¹⁷, onde a seleção dos estudos foi realizada. No aplicativo foi possível selecionar estudos por título e resumo utilizando palavras chave para identificação dos estudos elegíveis e inelegíveis, no aplicativo foram identificados ainda os estudos duplicados. Durante o processo de seleção, os estudos foram inseridos em pastas com os motivos de inclusão e exclusão.

Crterios de elegibilidade

Para ser incluso na presente revisão o estudo deveria ser (a) publicado em periódico científico, (b) com no mínimo 5 sujeitos na amostra, (c) os sujeitos deveriam ter o VO_{2max} maior que 55 mL/Kg/min e (d) sendo as modalidades esportivas cíclicas de *endurance*. Os estudos sobre treinamento de força foram excluídos.

Extração dos dados

Para a extração dos dados a estratégia PICOS¹⁶ foi utilizada, sendo os dados extraídos dos estudos: número de sujeitos, sexo, modalidade esportiva, desenho experimental, tipo de treino e os resultados para as variáveis: VO_{2max} , Pmax, LTF, EC e desempenho de contrarrelógio.

Qualidade dos estudos

Para verificar a qualidade dos estudos a escala PEDro (*Physiotherapy Evidence-Based Database scale*)¹⁸ foi utilizada, onde quanto maior a quantidade de pontos melhor é a qualidade do estudo, o escore máximo da escala é de 11 pontos.

Resultados

Seleção dos estudos

A seleção dos estudos foi realizada de forma independente pelos 2 autores desta revisão por meio do aplicativo *Rayyan*, a seleção dos estudos de cada autor foi confrontada, durante o processo de seleção não houve discordância entre a seleção final dos estudos de cada autor. Após a busca com os descritores nas bases de dados foram encontrados 751 estudos, onde foram aplicados os critérios de inclusão e remoção dos estudos duplicados. O processo de seleção dos estudos é apresentado na Figura 1.

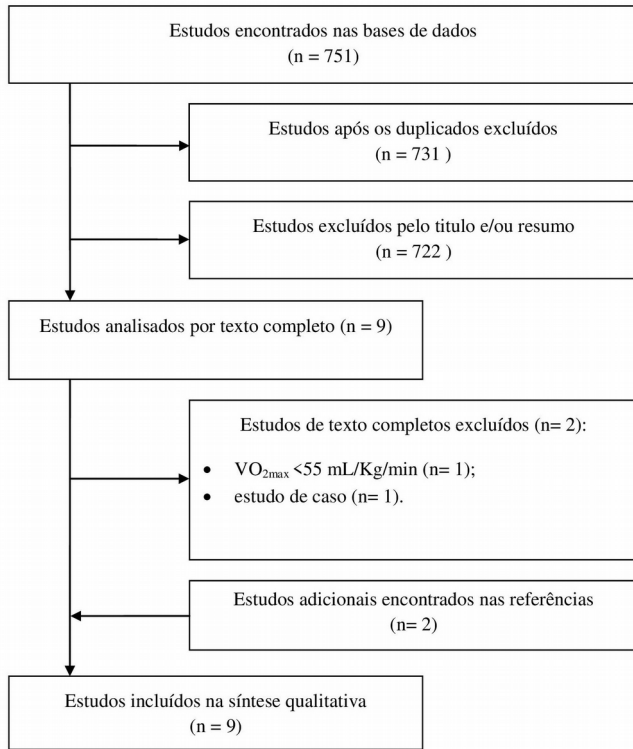


Figura 1. Processo de seleção dos estudos.

Características gerais dos estudos

Na Tabela 1 são apresentados os dados de caracterização dos sujeitos, as modalidades esportivas e o desenho experimental dos estudos. Foram encontrados 9 estudos que se enquadraram nos critérios de inclusão da presente revisão, sendo 2 estudos na modalidade triatlo^{19,20}, 4 no ciclismo²¹⁻²⁴, 2 no esqui *cross-country* (XCO)^{25,26} e 1 na canoagem²⁷.

Qualidade dos estudos

A qualidade dos estudos foi acessada por meio da escala PEDro¹⁸ pelos autores desta revisão de forma independente, onde não houve desacordo na aplicação dos pontos para cada estudo. Num total de 11 pontos possíveis de qualidade os estudos

incluídos nesta revisão alcançaram na média ± desvio padrão 6 ± 1 pontos (range de 4-7), sendo considerados como de boa qualidade metodológica.

Desenho experimental dos estudos

Em triatletas o desenho experimental de Zinner et al.¹⁹ e Wahl et al.²⁰ compreendeu um bloco 14 dias com 16 e 15 sessões de TIAI, respectivamente. Durante o bloco, os atletas realizavam 3 dias consecutivos com sessões de TIAI e descansavam por 1 dia, Wahl et al.²⁰ alocados em 2 grupos de TIAI com pausas passivas ou ativas. O *tapering* foi realizado por 1 semana no estudo de Wahl et al.²⁰, e 2 semanas no estudo de Zinner et al.¹⁹ Clark et al.²¹ e Costa et al.²² investigaram blocos concentrados com diferentes modelos de TIAI em ciclistas treinados, cada um realizado de forma concentrada e consecutiva ao longo de 7 dias, os atletas realizaram ainda 1 bloco de treinos de baixa intensidade durante a semana previa e 2 semanas de *tapering* após. Os grupos controle realizaram o treinamento convencional de costume.

Foram encontrados 3 estudos do grupo de Rønnestad et al.²³⁻²⁵, a principal característica dos estudos deste grupo foi a comparação entre a organização do mesmo número de sessões de TIAI de forma concentrada (PB) ou com 1-3 sessões por semana (PT). O primeiro estudo do grupo²³, os ciclistas que treinaram sob a PB realizaram um bloco semanal com 5 sessões de TIAI e 3 semanas de treinamento em baixa intensidade (incluindo 1 sessão de TIAI por semana), já o grupo que treinou sob a PT realizou 4 semanas com 2 sessões de *cross-country* por semana e treinamento de baixa intensidade. No segundo estudo Rønnestad et al.²⁴ submeteram ciclistas com características muito semelhantes aos do estudo anterior; a um programa de treinamento prolongado totalizando 3 meses. Para o grupo que treinou sob a PB cada mês foi separado da seguinte forma: um bloco semanal com 5 sessões de TIAI seguido de três semanas de treinamento de baixa intensidade (incluindo uma sessão de TIAI por semana). Já o grupo sob a PT os atletas realizaram 12 semanas com 2 sessões de TIAI por semana e treinamento de baixa intensidade. No estudo²⁵ com esquiadores *cross-country* de elite os atletas foram divididos em 2 grupos. O grupo que treinou sob a PB realizou um bloco semanal com 5 sessões de TIAI, seguido por 4 semanas, onde eram realizadas 1 sessão de TIAI, exceto na terceira semana onde foram realizadas 3 sessões de TIAI, o restante do treinamento foi de baixa intensidade. O grupo que treinou sob a PT realizou 2 sessões de TIAI durante as 4 semanas, exceto na terceira semana onde realizou 3 sessões, o restante do treinamento foi de baixa intensidade.

Tabela 1. Desenho experimental dos estudos selecionados.

Referência	Esporte	n, sexo	Desenho do estudo			
			Bloco A	PB		PT/ GC
				Bloco T	Bloco R (<i>tapering</i>)	
Zinner et al.(19)	Triatlo	13 M		2 semanas; 16 x TIAI	2 semanas; ?	
Wahl et al.(20)	Triatlo	16 M/ F		2 semanas; 15 x TIAI	1 semana; ?	
Clark et al.(21)	Ciclismo	19 M 9 M	7 dias; TBI	7 dias; 7 sessões TIAI	14 dias; TBI	
Costa et al.(22)	Ciclismo	10 M 10 M		7 dias; 7 sessões TIAI	14 dias; TBI	GC, 3 semanas; TBI
Rønnestad et al.(23)	Ciclismo	10 M 9 M		1 semana; 5 x TIAI	3 semanas; TBI + 1 x TIAI/semana	GC, 3 semanas; TBI
Rønnestad et al.(24)	Ciclismo	8 M 7 M		3 x 1 semana; 5 x TIAI/semana	3 x 3 semanas; TBI + 1 x TIAI/semana	PT, 12 semanas; 2 x TIAI/semana
Rønnestad et al.(25)	Esqui XCO	10 M/F 9 M/F		5 dias; 5 x TIAI	3 semanas; 1-3 x TIAI/semana	PT, 5 semanas; 1-3 x TIAI/semana
McGawley et al.(26)	Esqui XCO	20 M/F	1 semana; 4 x TBI	1 semana; 9 x TIAI	1 semana; 5 x TBI	PT, 3 semanas; 3x TIAI/semana + 2-3 x TBI
García-Pallarés et al.(27)	Canoagem	10 M	5 semanas; -LV2	5 semanas; -VO _{2max}	2 semanas; <i>tapering</i>	PT, 22 semanas: 12 semanas -LV2, 6 semanas -VO _{2max} , 4 semanas <i>tapering</i>

Bloco A: bloco de acumulação; Bloco T: bloco de transformação; Bloco R: bloco de realização; F: feminino; GC: grupo controle; LV2: segundo limiar ventilatório; M: masculino; n: numero de sujeitos; PB: periodização em blocos; PT: periodização tradicional; TBI: treinamento de baixa intensidade; TIAI: treinamento intervalado de alta intensidade; VO_{2max}: consumo máximo de oxigênio; XCO: *cross-country*; ?: não especificado.

García-Pallarés et al.²⁷ e McGawley et al.²⁶ compararam a PB com a PT realizando estudos com senho experimental *cross-over*, ou seja, os mesmos atletas treinaram sob os 2 modelos de periodização. García-Pallarés et al.²⁷ submeteram atletas olímpicos de canoagem a PT e PB, onde as periodizações treinaram por 22 e 12 semanas, respectivamente. No estudo de McGawley et al.²⁶ os esquiadores *cross-country* treinaram sob a PT realizaram 9 semanas de treinamento, realizando 3 sessões de TIAI por semana, intercalando com treinos de baixa intensidade, sob a PB os atletas realizaram 1 semana de treinos de baixa intensidade, 1 semana com 9 sessões de TIAI e 1 semana com treinos de baixa intensidade.

Métodos do treinos de alta e baixa intensidade

Na Tabela 2 são apresentados os métodos de TIAI e de baixa intensidade (TBI) utilizados pelos estudos durante os blocos de treinamento.

Resultados sobre os parâmetros fisiológicos e sobre o desempenho

Para o VO_{2max} os atletas que treinaram sob a PB demonstraram ganhos de 2-10%, para a PT houve uma melhora de 3.7-11%, porém nos estudos^{24,27} de maior duração. Para a medida da Pmax todos os estudos apresentaram superioridade de ganhos na PB, onde houveram ganhos de 2.1-17%, enquanto sob a PT também os estudos^{24,27} de maior duração apresentaram ganhos significativos de 3-9%. Para o LTF na PB houveram melhoras de 8.7-22%, já para a PT melhoras de 4-11%. Para os testes de contrarrelógio houveram ganhos de desempenho de 4.3-15.5% para PB, e 2.1-4.1% para PT, o único estudo que demonstrou superioridade para a PT em relação a PB foi o de McGawley et al.²⁶ para o contrarrelógio de 600 metros. Nenhum estudo demonstrou melhora na economia de movimento independente do modelo de periodização. Os resultados completos são apresentados na Tabela 3.

Discussão

A principal característica dos estudos sob a PB foi a execução de um bloco concentrado compreendido por 1 a 2 semanas, composto por 5-9 sessões de TIAI em dias consecutivos, seguido pelo *tapering* de 1-3 semanas ou um bloco de 2 semanas, composto por ~15 sessões de TIAI, seguido pelo *tapering* de 1-2 semanas. Enquanto os atletas que treinaram sob a PT realizaram 3 sessões de TIAI por semana, intercalados por treinos de baixa intensidade. O principal achado desta revisão é que PB proporcionou resultados superiores nas variáveis VO_{2max} , LTF, Pmax e no desempenho dos atletas, quando comparado a PT.

Já é bem estabelecido na literatura que os parâmetros fisiológicos que determinam o desempenho de *endurance* são o VO_{2max} , LTF e a EC¹³⁻¹⁵, bem como altas correlações foram encontradas entre esses parâmetros, a Pmax com os mais diferentes contrarrelógios^{28,29}, assim atletas devem ter esses índices mais elevados possível. Os estudos encontrados nesta revisão apontaram que em apenas algumas semanas (~3) treinando sob a PB os atletas conseguiram melhorar esses parâmetros, bem como o desempenho dos atletas é aumentado de forma muito rápida, assim os atletas que tem o calendário com muitas competições durante toda a temporada conseguem entrar em forma rapidamente estando melhor preparado fisicamente para um maior número de competições¹.

A proposta da PB é condensar determinadas capacidades físicas em curtos períodos de forma sequencial^{1,2}, quanto ao TIAI os estudos de Rønnestad et al.²³⁻²⁵ apontaram superioridade nos ganhos das medidas fisiológicas e no desempenho quando realizado de forma concentrada comparado a quando o TIAI é realizado de forma distribuído com 2-3 sessões por semana (PT), outro ponto importante a se destacar nos estudos deste grupo de pesquisa é que o volume de treinamento e o número de sessões de TIAI foi equalizado para PB e PT. Por outro lado García-Pallarés et al.²⁷, verificaram em canoístas de elite que 12 semanas

Tabela 2. Caracterização dos treinos intervalados de alta intensidade e baixa intensidade realizados.

Referência	Modo de exercício	TIAI				TBI	
		Repetições	Duração	Intensidade	Intervalos	Duração	Intensidade
Zinner et al.(19), Wahl et al.(20)	Ciclismo Corrida Natação	4 2 x 10 6	4 min 40 s 200 m	90-95% FCmax 90-95% FCmax 90-95% v200m	3 min 20 s, 3min 2 min		
Clark et al.(21)	Ciclismo	PBTIAIC 25 x 3	10, 15, 20 s	all-out	50, 75, 100 s	<120 min	?
Clark et al.(21), Costa et al.(22)	Ciclismo	PBTIAIL 10 x 3	15, 30, 45	all-out	75, 150, 225 s		
Rønnestad et al.(23-25)	Ciclismo, Esqui XCO	5-6	5-6 min	85-100% FCmax	2.5-3 min	> 60 min	60-82% FCmax
McGawley et al.(26)	Esqui XCO	5	4 min	Esforço máximo	6 min	60-120 min	60-80% FCmax
García-Pallarés et al.(27)	Canoagem	2-4 x 1-10 2-5 x 4-8	5-20 min 1-8 min	80-90% VO2max 90-100% VO2max	1-4 min 2-8 min	20-90 min	70-80% VO2max

all-out: esforço na máxima intensidade; FCmax: frequência cardíaca máxima; m: metros; min: minutos; TBI: treinamento de baixa intensidade; TIAI: treinamento intervalado de alta intensidade; PBTIAIC: grupo de treinamento com TIAI de esforços de 10 a 20 segundos; PBTIAIL: grupo de treinamento com TIAI de esforços de 15 a 45 segundos; s: segundos; VO2max: consumo máximo de oxigênio; v200m: velocidade para a prova de 200 metros na natação; XCO: cross-country; ?: não especificado.

Tabela 3. Resultados sobre os parâmetros fisiológicos e no desempenho de contrarrelógio.

Referência	Modalidade	Periodização	Resultados				Desempenho
			VO_{2max}	Pmax	LTF	EC	
Zinner et al.(19)	Triatlo	PB	--	↑ 5.1%			CR20min W ↑ 15.5%
Wahl et al.(20)	Triatlo	PBTIAIP	--	↑ 4.6%	(c) ↓ 8.7%		CR20min W ↑ 16%
		PBTIAIA	--	↑ 4%	(c) --		CR20min W ↑ 9%
Clark et al.(21)	Ciclismo	PBTIAIL	--	↑ 3.5%	(a) --	--	CR20km W ↑ 6.8%
		PBTIAIC	--	↑ 7.4%	(a) --	--	CR20km W ↑ 4.6%
		GC	--	--	(a) --	--	CR20km W --
Costa et al.(22)	Ciclismo	PB	--	--	--	--	CR20km t ↑ 4.4%
		GC	--	--	--	--	CR20km t --
Rønnestad et al.(23)	Ciclismo	PB	↑ 4.6%	↑ 2.1%	(b) ↓ 10%		
		PT	--	--	(b) --		
Rønnestad et al.(24)	Ciclismo	PB	↑ 8.8%	↑ 6.2%	(b) ↓ 22%		CR40min W ↑ 8.2%
		PT	↑ 3.7%	--	(b) ↓ 10%	--	CR40min W ↑ 4.1%
Rønnestad et al.(25)	Esqui XCO	PB	↑ 2.0%	↑ 3.8%	(a) ↓ 11%		
		PT	--	↑ 3%	(a) ↓ 4%		
McGawley et al.(26)	Esqui XCO	PB	--	--	--	--	CR600m t --
		PT	--	--	--	--	CR600m t ↑ 2.1%
García-Pallarés et al.(27)	Canoagem	PB	↑ 10%	↑ 17%	(c) ↓ 10%		
		PT	↑ 11%	↑ 9%	(c) ↓ 11%		

(a): onset blood lactate accumulation- OBLA; (b): limiar de lactato fixo em 2 mmol/L; (c): segundo limiar ventilatório; CR20min W: potência média contrarrelógio de 20 minutos; CR20km W: potência média do contrarrelógio de 20 Km; CR20km t: tempo para completar o contrarrelógio de 20 Km; CR40min W: potência média do contrarrelógio de 40 minutos; CR600m t: tempo para completar o contrarrelógio de 600 metros; LTF: limiar de transição fisiológica; TIAI: treinamento intervalado de alta intensidade; PBTIAIC: grupo de treinamento com TIAI de esforços de 10 a 20 segundos; PBTIAIL: grupo de treinamento com TIAI de esforços de 15 a 45 segundos; PBTIAIA: grupo de treinamento com TIAI pausas ativas; PBTIAIP: grupo de treinamento com TIAI pausas passivas; Pmax: potência aeróbia máxima; VO_{2max} : consumo máximo de oxigênio; ↑: melhora significativa; --: sem melhora significativa

concentradas de treinamento sob a PB proporcionaram ganhos semelhantes a 22 semanas de treinamento sob a PT, assim os resultados superiores da PB estão associados a concentração em dias consecutivos do TIAI, o que pode levar os atletas a um estado aumentado de estresse ao treinamento e posteriormente a supercompensação, assim associados a um estado de *overreaching* funcional ou fadiga aguda.

Os mecanismos fisiológicos que podem explicar os efeitos superiores da PB, principalmente sobre o VO_{2max} , pode ser pelo aumento do volume sanguíneo^{30,31}. Graham et al.³⁰ demonstraram que apenas 1 sessão de TIAI aumentou o volume sanguíneo em 5% até 22 horas após a sessão de treino, assim especulasse que vários dias seguidos de TIAI podem aumentar o volume plasmático levando a alterações no VO_{2max} ³¹. Outro mecanismo que poderia explicar o aumento no VO_{2max} é o aumento na massa de hemoglobina, porém, ao contrário do volume sanguíneo onde as adaptações já ocorrem em poucos dias, a melhora na massa de hemoglobina só ocorre após pelo menos 12 semanas de treinamento³¹, como observado por Rønnestad et al.²⁴ onde após 12 semanas sob a PB houve um aumento de 5% na massa de hemoglobina. Podem ser apontadas ainda as vantagens do aumento do volume sanguíneo como a melhor dissipação de calor e estabilidade termorreguladora, maior volume de ejeção e consequentemente menor frequência cardíaca durante o exercício³².

A limitação dos estudos pode ser apontada a não realização dos testes de desempenho imediatamente após o bloco concentrado, desta forma, não é possível saber se realmente os atletas entraram em *overreaching* ou apenas em fadiga aguda. Nos estudos com ciclistas^{23,24} as medidas de bem estar nas pernas apontaram maior fadiga nos atletas que realizaram a PB, em triatletas a PB resultou no estado anabólico aumentado¹⁹, ou seja, os atletas estavam em um estado de estresse aumentado, nos esquiadores²⁶ as sessões de TIAI resultaram em uma percepção de recuperação pior em relação a PT, porém o desempenho durante as sessões de TIAI não foram diferentes entre PT e PB²⁶, em outro estudo não incluído nesta revisão esquiadores alpino após um bloco de 11 dias com 15 sessões de TIAI apresentaram decréscimo nas medidas de potência muscular³³.

A sobrecarga do treinamento por meio da intensificação desempenha um papel chave nos períodos que antecedem o *tapering*^{1,34}. Assim após o bloco intensificado um aspecto importante é a realização adequada do *tapering*^{3,34}, McGawley et al.²⁶ utilizaram 1 semana de *tapering* e não observaram qualquer ganho no VO_{2max} e no contrarrelógio, nos estudos em triatletas^{19,20} os ganhos no desempenho e na Pmax foram superiores com o *tapering* de 2 semanas, comparado a 1 semana, como também observado por Clark et al.²¹ e Costa et al.²² em ciclistas onde os resultados aferidos após 14 dias de *tapering* eram superiores aos do sétimo. Deste modo, o período de 2 semanas é mais adequado para ganhos nas medidas fisiológicas e no desempenho após o período de intensificação do treinamento, estando de acordo com as recomendações de *tapering*^{3,6}.

Limitações

Uma limitação do estudo é a heterogeneidade entre os desenhos experimentais dos estudos. Apesar de que já é bem difundido na literatura a avaliação dos efeitos de programas de treinamento por meio dos parâmetros fisiológicos e o desempenho, outros efeitos potenciais da PB não foram avaliados.

Perspectivas futuras

Em atletas um período curto e concentrado de treinos intensos demonstrou aumentar as variáveis fisiológicas e o desempenho. Futuros estudos devem ser conduzidos para verificar se os efeitos positivos dos blocos concentrados estão associados a um estado de *overreaching* funcional, bem como marcadores de *overreaching*

e *overtraining* devem ser utilizados. Além disso, é preciso compreender o número mínimo e máximo de dias consecutivos de TIAI que são necessários para se observar ganhos de desempenho nos atletas. Adicionalmente, os mecanismos fisiológicos que buscam compreender os rápidos ganhos no desempenho também não foram esclarecidos.

Conclusão

A PB é um modelo de treinamento com aplicabilidade prática diretamente no esporte, pois, atletas podem entrar em forma rapidamente com apenas algumas sessões de treinos intensos realizados em poucos dias consecutivos.

Autoria. Todos os autores contribuíram intelectualmente no desenvolvimento do trabalho, assumiram a responsabilidade do conteúdo e, da mesma forma, concordam com a versão final do artigo. **Conflito de interesses.** Os autores declaram não haver conflito de interesses. **Origem e revisão.** Não foi encomendada, a revisão foi externa e por pares. **Responsabilidades Éticas. Proteção de pessoas e animais:** Os autores declaram que os procedimentos seguidos estão de acordo com os padrões éticos da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinque. **Confidencialidade:** Os autores declaram que seguiram os protocolos estabelecidos por seus respectivos centros para acessar os dados das histórias clínicas, a fim de realizar este tipo de publicação e realizar uma investigação / divulgação para a comunidade. **Privacidade:** Os autores declaram que nenhum dado que identifique o paciente aparece neste artigo.

Referências

1. Issurin VB. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Med.* 2010;40(9):189-206.
2. Verkhoshansky Y V. Organization of the training process. *New Stud Athlet.* 1998;13(3):21-31.
3. Bosquet L, Montpetit J, Arvisais D, Mujika I. Effects of tapering on performance: A meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1358-65.
4. Jeukendrup A, Hesselink M, Snyder A, Kuipers H, Keizer H. Physiological changes in male competitive cyclists after two weeks of intensified training. *Int J Sports Med.* 1992;13(7):534-41.
5. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry AC, Gleeson M, Nieman D, et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(1):186-205.
6. Aubry A, Hausswirth C, Louis J, Coutts AJ, LE Meur Y. Functional overreaching: the key to peak performance during the taper? *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(9):1769-77.
7. Laursen PB. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:1-10.
8. Seiler S. What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *Int J Sports Physiol Perform.* 2010;5:276-91.
9. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med.* 2002;32(1):53-73.
10. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJF, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol.* (1985). 2005;98:1985-90.
11. Costa VP, de Lucas RD, de Souza KM, Guglielmo LGA. Efeitos do treinamento intervalado em variáveis fisiológicas e na performance de ciclistas competitivos. *Rev Andal Med Deporte.* 2014;7(2):83-9.
12. Psilander N, Wang L, Westergren J, Tonkonogi H, Sahlin K. Mitochondrial gene expression in elite cyclists: effects of high-intensity interval exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(3):597-606.
13. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Jan;32(1):70-84.
14. Joyner MJ, Coyle EF. Endurance exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol.* 2008;586(1):35-44.

15. Coyle EF. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev.* 1995;23:25–63.
16. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000100.
17. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev.* 2016;5(1):210.
18. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther.* 2003;83(8):713–21.
19. Zinner C, Wahl P, Achtzehn S, Reed JL, Mester J. Acute hormonal responses before and after 2 weeks of HIT in well trained junior triathletes. *Int J Sports Med.* 2014;35(4):316–22.
20. Wahl P, Zinner C, Grosskopf C, Rossmann R, Bloch W, Mester J. Passive recovery is superior to active recovery during a high-intensity hock microcycle. *J Strength Cond Res.* 2013;27(5):1384–93.
21. Clark B, Costa VP, O'Brien BJ, Guglielmo LG, Paton CD. Effects of a seven day overload-period of high-intensity training on performance and physiology of competitive cyclists. *PLoS One.* 2014;9(12):e115308.
22. Costa VP, Guglielmo LGA, Paton CD. The effects of block training on pacing during 20-km cycling time trial. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017;42(4):391–8.
23. Rønnestad BR, Hansen J, Ellefsen S. Block periodization of high-intensity aerobic intervals provides superior training effects in trained cyclists. *Scand J Med Sci Sport.* 2014;24:34–42.
24. Rønnestad BR, Ellefsen S, Nygaard H, Zacharoff EE, Vikmoen O, Hansen J, et al. Effects of 12 weeks of block periodization on performance and performance indices in well-trained cyclists. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24(2):327–35.
25. Rønnestad BR, Hansen J, Thyli V, Bakken TA, Sandbakk Ø. 5-week block periodization increases aerobic power in elite cross-country skiers. *Scand J Med Sci Sports.* 2016 Feb;26(2):140–6.
26. McGawley K, Juudas E, Kazior Z, Ström K, Blomstrand E, Hansson O, et al. No additional benefits of block- over evenly-distributed high-intensity interval training within a polarized microcycle. *Front Physiol.* 2017;8:413.
27. García-Pallarés J, García-Fernández M, Sánchez-Medina L, Izquierdo M. Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(1):99–107.
28. Faude O, Kindermann W, Meyer T. Lactate threshold concepts: How valid are they? *Sport Med.* 2009;39(6):469–90.
29. Bentley DJ, Mcnaughton LR, Thompson D, Vleck VE, Batterham AM. Peak power output, the lactate threshold, and time trial performance in cyclists. *Med Sci Sport Exerc.* 2001;33(12):2077–81.
30. Graham MJ, Lucas SJE, Francois ME, Stavrianeas S, Parr EB, Thomas KN, et al. Low-volume intense exercise elicits post-exercise hypotension and subsequent hypervolemia, irrespective of which limbs are exercised. *Front Physiol.* 2016;7:199.
31. Lundby C, Montero D, Joyner M. Biology of VO₂max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiol (Oxf).* 2017;220(2):218–28.
32. Convertino VA. Blood volume: its adaptation to endurance training. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(12):1338–48.
33. Breil FA, Weber SN, 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.* 2010;109:1077–86.
34. Mujika I. Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:24–31.