

PERIODIZAÇÃO EM BLOCOS: EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO DE POTÊNCIA DURANTE SPRINTS ALL OUT EM CICLISTAS TREINADOSFernando Klitzke Borszcz¹
Artur Ferreira Tramontin¹**RESUMO**

Objetivo: verificar o efeito sobre a medida de potência durante um bloco concentrado de treinamento intervalado de alta intensidade por meio de sprints all out em ciclistas treinados. **Métodos:** 10 ciclistas treinados (VO₂max 61 ± 5 ml/Kg/min; 33 ± 11 anos; 177 ± 5 cm; 75 ± 6 Kg), realizaram inicialmente um teste incremental, logo após realizaram 7 dias consecutivos de treinamento intervalado de sprints all out. As sessões de treino consistiram em 10 sets de 3 sprints de 15, 30 e 45 segundos separados por pausas na proporção 1:5. A medida de potência das sessões de treino foi aferida nos dias 1, 4 e 7. **Resultados:** ao longo da semana não houve diferença nas potências média (PM) e pico (PP) entre os dias 1, 4 e 7 (p > 0,05). Durante todas as sessões a PM e PP dos sprints de 15 segundos foram significativamente maiores as dos sprints de 30 (p = 0,03) e 45 segundos (p < 0,0001), porém não houve diferença entre os sprints de 30 e 45 segundos. Para os dez sets de sprints houve superioridade dos 2 primeiros sets aos demais para a PP (p = 0,03), para a PM os 3 sets iniciais foram superiores aos demais (p = 0,03). **Conclusão:** este estudo demonstrou que durante 7 dias consecutivos de treinamento intenso por meio de sprints all out não houveram mudanças significativas na produção de potência durante sessões de treino.

Palavras-chave: Ciclismo. Desempenho esportivo. Atletas.

ABSTRACT

Block sequencing: effects on power output during all-out sprints in trained cyclists

Objective: verify the effects of a concentrated block training of high-intensity interval training over the power responses in trained cyclists. **Methods:** 10 trained cyclists (VO₂max 61 ± 5 ml/Kg/min; 33 ± 11 years; 177 ± 5 cm; 75 ± 6 Kg), performed an incremental test, followed by a consecutive 7-day period of high-intensity interval training of all-out sprints. The training sessions consisted of 10 sets of 3 sprints with 15, 30 and 45 seconds separated by pauses of a 1:5 proportion. Power output measures were made at days 1, 4 and 7. **Results:** Through the week, no differences were seen in mean power (MP) and peak power (PP) between days 1, 4 and 7 (p > 0.05). During all sessions, the MP and PP of the 15-second sprints were significantly higher than the 30 (p = 0,03) and 45 seconds (p < 0,0001), however, there were no differences between 30 and 45-second sprints. For the ten sets of sprints the PP was higher in the 2 first sets (p = 0,03), for MP, the 3 initial sets were higher than the others (p = 0,03). **Conclusion:** the present study showed that during a 7 day period of intense training of all out sprints there were no significant differences in the power output during the training sessions.

Key words: Cycling. Sport performance. Athletes.

1-Laboratório de Pesquisas em Desempenho Humano (LAPEDH), Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis-SC, Brasil.

E-mails dos autores:
fernandoborszcz@gmail.com
arturft4@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Tem sido de interesse de pesquisadores e treinadores esportivos investigar métodos de treinamento que maximizem o desempenho de atletas.

Entre estes métodos, o treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI), tem sido considerado como um dos métodos mais eficientes para aprimorar o desempenho de ciclistas (Laursen e Jenkins, 2002).

O TIAI é caracterizado por repetições curtas (< 5 min), realizados em intensidade acima de 85% do consumo máximo de oxigênio (VO₂max) ou supramáxima (all out) intercalados por períodos de recuperação ativa ou passiva (Billat, 2001), e comumente classificado em submáximo, máximo e supramáximo, sendo o máximo correspondente a intensidade do VO₂ max (Paton e Hopkins, 2004).

Nos últimos anos tem ganhado destaque a realização de sessões de TIAI em dias consecutivos, essa metodologia tem sido denominada periodização em blocos (PB) (Issurin, 2010).

A principal característica da PB são as cargas de treinamento concentradas por um curto período visando o efeito cumulativo do treinamento que pode induzir a um estado de fadiga aguda ou overreaching (Meussen e colaboradores, 2006), refletindo em alterações nas variáveis fisiológicas e no desempenho dos atletas por meio dos efeitos residuais (Issurin, 2010).

Sendo que a fadiga aguda se caracteriza por leve desconforto gerado em relação ao treinamento, porém sem declínios nas medidas de desempenho, e o overreaching se caracteriza por um declínio no desempenho com recuperação em poucas semanas (funcional) ou meses (não funcional), enquanto que o overtraining é um caso extremo onde o atleta pode levar de meses a 1 ano para se recuperar do estresse causado pelo treinamento (Meussen e colaboradores, 2006).

Estudos vêm demonstrando que a PB é eficaz na melhora do VO₂max, limiares fisiológicos e no desempenho em ciclistas, (Clark e colaboradores, 2014; Rønnestad e colaboradores 2014; Rønnestad, Hansen e Ellefsen, 2014).

Apesar do eminente estado de estresse causado por dias consecutivos de

TIAI, Rønnestad e colaboradores (2014) e Rønnestad, Hansen e Ellefsen (2014) não verificaram alterações na medida de potência durante as sessões de TIAI submáximo/máximo (85-100% frequência cardíaca máxima [FCmax]) durante a PB.

Apesar dos atletas apresentarem uma elevação nas medidas de estresse ao treinamento como o aumento das medidas de percepção de cansaço nas pernas (Rønnestad e colaboradores, 2014; Rønnestad, Hansen e Ellefsen, 2014).

Comumente a intensidade de treinamento é mensurada por meio das medidas de carga interna como o consumo de oxigênio (VO₂) e a frequência cardíaca (FC), porém não são adequadas para mensuração da intensidade do treinamento em esforços acima do VO₂max (i. e. sprints all out) (Mujika, 2016).

Por outro lado, a medida da produção de potência é uma medida de carga externa e tem como vantagem o fato de medir o real trabalho que a musculatura do atleta está exercendo (Jobson e colaboradores, 2009).

Portanto, o objetivo deste estudo é quantificar e analisar a resposta da potência produzida durante um bloco concentrado de TIAI supramáximo em ciclistas treinados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Participaram de forma voluntária do estudo 10 ciclistas do sexo masculino com experiência competitiva mínima de dois anos (Tabela 1).

Durante a pesquisa, os ciclistas estavam no período pré-competitivo e competitivo da periodização anual e treinavam entre 10-14 horas por semana. Todos os sujeitos assinaram e concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade onde os dados foram coletados.

Procedimentos pré-intervenção

Foi realizado um teste incremental 24 horas antes do início da primeira sessão de treino no cicloergômetro de frenagem eletromagnética Velotron (DynaFit Pro, Racer Mate Inc, WA, USA). Durante o teste os

ciclistas realizaram um aquecimento de 10 minutos em carga de 70-100 W. Em seguida, o teste foi iniciado com carga de 100 Watts (W) e incrementos de 40 W a cada estágio de 4 minutos até exaustão voluntária máxima.

Durante o teste os atletas foram orientados a manter a sua cadência preferida. A falta de sustentação da cadência no pedal e/ou exaustão voluntária, foram os critérios utilizados para a interrupção do teste. Durante o teste foi permitido que os ciclistas pudessem pedalar em pé conforme a necessidade do atleta.

A potência aeróbia máxima (Pmax) foi definida como a carga do último estágio completado pelo sujeito. Se a carga do estágio não foi completada, a Pmax foi determinada segundo Kuipers e colaboradores (1985).

O VO₂ foi monitorado durante todo o teste por meio de uma máscara acoplada a um analisador de gases (Matalyser, 3B, Cortex, Leipzig, Alemanha) calibrado de acordo com a instrução fabricante utilizando padrões de gás Alpha. Os dados de VO₂ foram plotados em função da potência em médias de 30 segundos, sendo que a maior média de 30 segundos atingida no teste foi considerada o VO₂ max.

Bloco concentrado de treinamento intervalado de alta intensidade

O bloco de treinamento teve início 24 horas após o teste incremental e foi realizado durante 7 dias consecutivos sendo uma sessão de treino por dia. Os valores de potência durante as sessões de treino 1, 4 e 7 foram registrados em laboratório no cicloergômetro Velotron. Já as sessões 2, 3, 5 e 6 foram realizadas na estrada e monitoradas pelo medidor de potência Powercal (Cyclops, Madison, USA), no entanto, os dados não foram utilizados para análise no presente estudo, pois estudos recentes demonstraram que o Powercal tem reprodutibilidade baixa e subestima os valores de potência em sprints em ciclistas treinados (Costa, Guglielmo e Paton, 2015).

O TIAI foi composto por 10 sets em cada sessão de treino. Cada set foi composto por 3 sprints recomendados a serem realizados em intensidade all out de 15, 30 e 45 segundos de duração; e o respectivo período de recuperação: 75, 150 e 225 segundos, relação esforço/pausa de 1:5.

Durante a recuperação, foi recomendado que os atletas pedalassem na intensidade abaixo de 50% da Pmax. A duração de cada sessão de treino foi de aproximadamente 2 horas: 1) Aquecimento: 15 minutos < 50% Pmax; 2) Sessão principal: 15 minutos de esforço acumulado e 70 minutos de pausa acumulada; 3) Desaquecimento: 15 minutos < 50% Pmax. O volume total do treinamento foi de 14 horas de ciclismo, incluindo 210 sprints ao longo de sete dias consecutivos. Todos os atletas realizaram uma sessão de treino por dia sempre no mesmo horário buscando respeitar um período de recuperação parcial de 24 horas. Durante as sessões de treino, os ciclistas utilizaram um áudio no formato mp3 para controlar os estímulos e o período de recuperação.

Análise dos dados

Previamente a análise estatística dos dados referentes à potência durante as sessões de treino, os dados brutos provenientes do cicloergômetro foram analisados no software GoldenCheetah 2.0.0 (PhysFarm Training Systems). Para o cálculo da potência pico (PP) os dados foram reduzidos a média de 1 segundo sendo escolhido o valor mais alto. Para a potência média (PM), o software apresenta uma ferramenta capaz de localizar e calcular os valores médios de qualquer intervalo de tempo selecionado ao longo da sessão de treino. Portanto, foram selecionados os valores médios de potência nos sprints de 15, 30 e 45 segundos para cada sujeito a partir desta ferramenta. É importante ressaltar que são valores de potência acumulada, ou seja, sem contabilizar a potência durante o intervalo de recuperação entre os esforços. A partir dos valores de sprints acumulado, foi calculada a média da PP e PM durante cada sessão de treino e também em cada set ao longo de cada sessão de treino. Assim, Anova one-way com medidas repetidas foi utilizada para a comparação dos valores médios da PP e PM entre as sessões de treinos. Anova two-way foi utilizada em duas análises: 1) Comparação da PP e PM dos sprints 15, 30 e 45 segundos de cada sessão e entre as sessões de treino. 2) Comparação da PP e PM de cada set ao longo da sessão de treinos e entre as sessões de treino. O teste de esfericidade de Mauchly foi usado para testar a esfericidade dos dados, e

quando necessário foi utilizada a correção de Greenhouse-Geisser. Quando a Anova two-way apresentou interação entre os fatores o teste de post-hoc de Bonferroni foi aplicado. As análises foram realizadas no software SPSS 13.0 (IBM, Chicago, IL). Foi adotado o nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentadas as características dos ciclistas participantes deste estudo.

A Figura 1 representa os valores médios de potência pico (PP) e potência

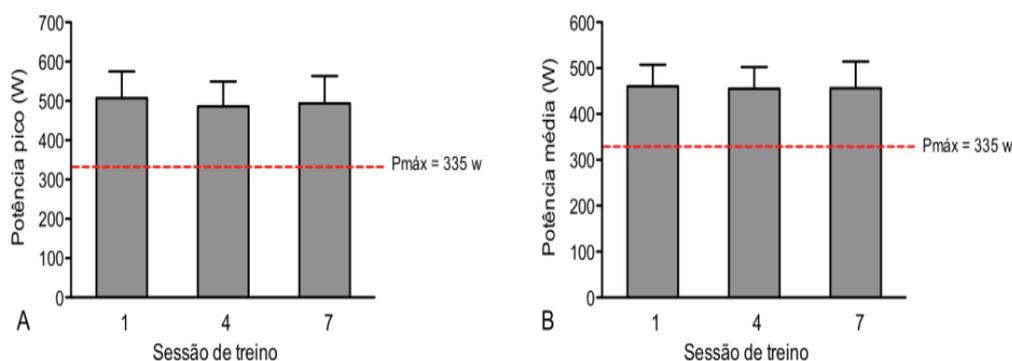
média (PM) em cada sessão de treino intervalado. Para a PP não houve diferenças significativas entre as sessões de treino (Sessão 1 = 507 ± 68 W; sessão 4 = 486 ± 63 W e sessão 7 = 494 ± 69 W).

O mesmo comportamento também ocorreu com a PM (Sessão 1 = 460 ± 47 W; sessão 4 = 455 ± 47 W e sessão 7 = 456 ± 58 W).

Além disso, a Figura 1 também apresenta que durante as sessões de treino os ciclistas permaneceram em média a 137%, 133% e 136% da P_{max} (335 ± 27 W) atingida no teste incremental pré-treino.

Tabela 1 - Idade e dados antropométricos dos sujeitos, valores máximos de consumo de oxigênio (VO_{2max}), potência aeróbia (P_{max}) e frequência cardíaca (FC_{max}) determinados durante o teste incremental.

Variáveis	Média \pm DP
Idade (anos)	$33,2 \pm 10,9$
Peso (Kg)	$74,8 \pm 6,0$
Estatura (cm)	$177 \pm 4,9$
VO_{2max} (L/min)	$4,6 \pm 0,5$
VO_{2max} (ml/Kg/min)	$61,4 \pm 5,1$
P_{max} (W)	335 ± 27
FC_{max} (bpm)	180 ± 9



Legendas: P_{max} = potência aeróbia máxima.

Figura 1 - Valores médios da potência (W) pico (A) e potência média (B) das sessões de treino.

Para os valores de PP e PM, a Anova two-way demonstrou que não houve interação significativa entre os fatores treino e sprint ($F = 0,54$; $p = 0,71$; $F = 0,93$; $p = 0,48$,

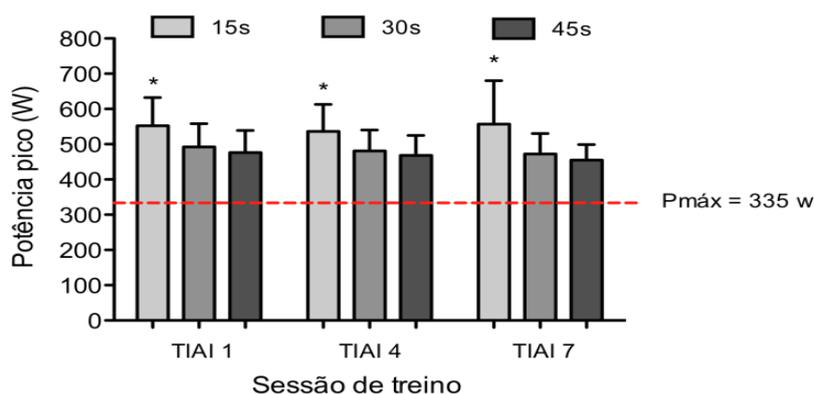
respectivamente), portanto não foi possível realizar o desdobramento entre os fatores. Para a PP e a PM apenas os efeitos do fator sprint durante sessão de treino apresentaram

diferenças significativas, ($F = 11,05$; $p < 0,0001$; $F = 21,48$; $p < 0,0001$, respectivamente).

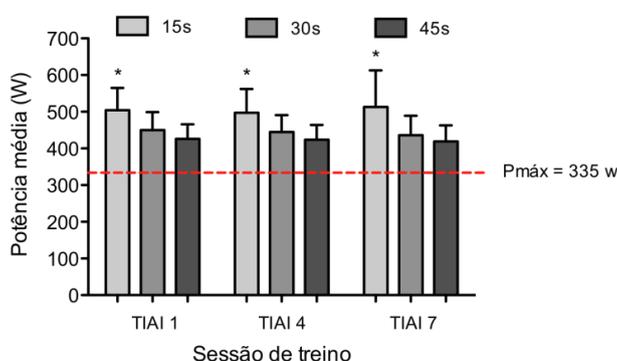
A representação de todos os sprints de 15, 30, e 45 segundos durante as sessões de treino estão representada nas Figuras 2 e 3.

Na primeira sessão de treino, a PP (Figura 2) do sprint de 15 segundos (552 ± 92 W) foi significativamente maior do que o sprint de 30 segundos (492 ± 73 W; $p = 0,03$) e o de 45 segundos (476 ± 68 W; $p < 0,0001$). Não houve diferenças entre os valores dos sprint de 30 e 45 segundos ($p = 0,77$). Este comportamento também se repetiu durante a sessão de treino 4 (15 s = 536 ± 83 W; 30 s = 481 ± 64 W; 45 s = 468 ± 64 W) e na última (15 s = 557 ± 147 W; 30 s = 472 ± 64 W; 45 s = 455 ± 55 W), respectivamente.

Na primeira sessão de treino, a PM (Figura 3) do sprint de 15 s (504 ± 72 W) foi significativamente maior do que o sprint de 30 s (450 ± 56 W; $p < 0,0001$) e o de 45 s (450 ± 56 W; $p < 0,0001$). Não houve diferenças entre os valores dos sprints de 30 s e 45 s ($p = 0,17$). Este comportamento também se repetiu durante a sessão de treino 4 (15 s = 497 ± 72 W; 30 s = 445 ± 52 W; 45 s = 424 ± 44 W) e na última (15 s = 513 ± 121 W; 30 s = 436 ± 57 W; 45 s = 419 ± 50 W), respectivamente. Além disso, a PM de cada sprint separadamente indica que os ciclistas permaneceram entre 125% a 153% da P_{max} (335 ± 27 W) alcançada no teste incremental pré-treino (Figura 3).

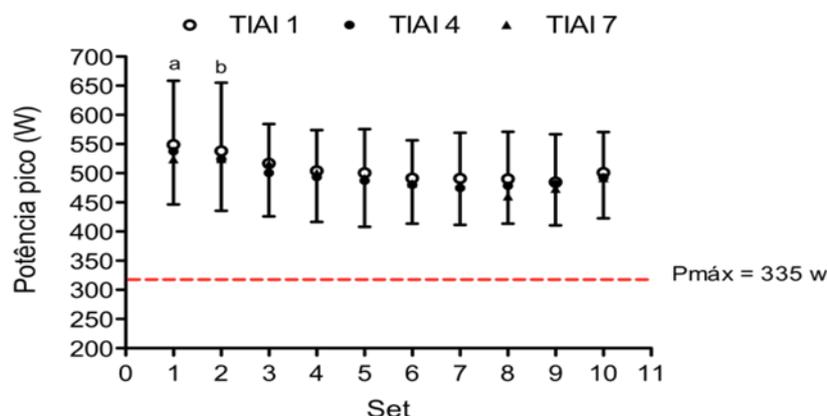


Legendas: *significativamente maior que 30s ($p = 0,03$) e 45s ($p < 0,0001$). P_{max} = potência aeróbia máxima.
Figura 2 - Valores médios da potência pico (PP) dos sprints de 15, 30 e 45 segundos nas sessões de treino.



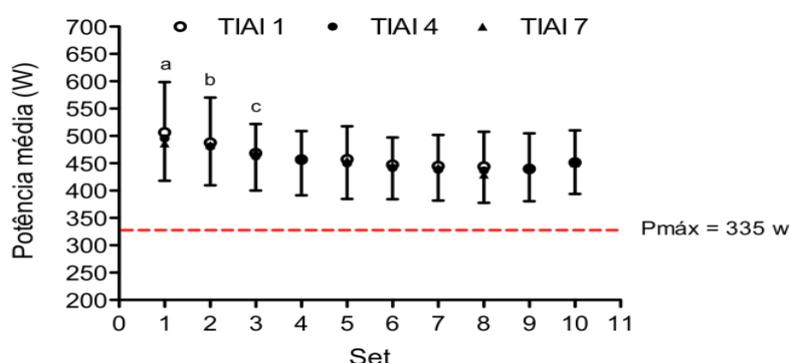
Legendas: *significativamente maior que 30 e 45s ($p < 0,0001$). P_{max} = potência aeróbia máxima.

Figura 3 - Valores médios da potência média (PM) dos sprints de 15, 30 e 45 segundos nas sessões de treino.



Legendas: a= significativamente maior que 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 ($p = 0,03$); b= significativamente maior que 6, 7, 8 e 9 ($p = 0,03$). P_{máx}= potência aeróbia máxima.

Figura 4 - Comportamento dos valores médios da potência pico (PP) em cada set ao longo das sessões de treino.



Legendas: a = significativamente maior que 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 ($p = 0,03$); b= significativamente maior que 6, 7, 8 e 9 ($p = 0,03$); c = significativamente maior que 7, 8, 9 ($p = 0,03$). P_{máx}= potência aeróbia máxima.

Figura 5 - Comportamento da potência média (PM) em cada set ao longo das sessões de treino.

Para os valores de PP e PM em cada set, a Anova two-way demonstrou que não houve interação significativa entre os fatores treino e set ($F = 0,92$; $p = 0,58$; $F = 0,47$; $p = 0,96$, respectivamente), portanto não foi possível realizar o desdobramento entre os fatores. Para a PP e a PM apenas os efeitos do fator set durante sessão de treino apresentaram diferenças significativas ($F = 7,43$; $p < 0,0001$; $F = 8,47$; $p < 0,0001$, respectivamente).

As Figuras 4 e 5 representam o comportamento da PP e PM em cada set ao longo das sessões de treino intervalado 1, 4 e 7, respectivamente. Percebe-se que houve um comportamento similar da PP e PM nas

sessões. A PP e PM foram significativamente maiores no set 1 se comparada com os demais, exceto o set 2 e 3 (Figuras 4 e 5, respectivamente). A PP e PM no set 2 foi significativamente maior se comparada com os sets 6, 7, 8 e 9 (Figuras 4 e 5, respectivamente), exceto o set 1 e entre 3, 4 e 5. A PM no set 3 foi significativamente maior se comparada com os sets 7, 8, 9 (Figura 5).

DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que durante um bloco concentrado de 7 dias consecutivos de TIAI supra máximo não foram encontradas mudanças significativas na

produção de potência ao longo dos dias de treinamento monitorado. Sobre o nosso conhecimento este é o primeiro estudo a apresentar a resposta de potência produzida durante as sessões de treino ao longo de um bloco concentrado composto por sprints em ciclistas competitivos.

Próximo às competições ou em training camps os atletas costumam ter suas cargas de treinamento elevadas seguidas por um período de taper a fim de proporcionar melhoras no desempenho (Halsón e colaboradores, 2002).

Segundo os conceitos da PB o principal objetivo é concentrar o treinamento de determinadas capacidades físicas em um período curto, sendo que próximo às competições os atletas costumam realizar de uma a três semanas de treinamento voltado a alta intensidade (Issurin, 2010).

Neste sentido se torna extremamente importante conhecer os limites superiores de tolerância do organismo em relação ao aumento da sobrecarga de trabalho (i. e. volume e intensidade) para que possa promover adaptações fisiológicas e consequentemente melhorar o desempenho esportivo.

Rodas e colaboradores (2000) utilizaram um modelo de PB semelhante ao presente estudo em sujeitos ativos. Os autores realizaram uma intervenção de duas semanas de TIAI supramáximo variando 7-14 sprints de 15-45 segundos de duração. Os resultados demonstraram melhoras significativas nos índices aeróbios e anaeróbios logo após o término da intervenção, indicando que os sujeitos não atingiram um estado de overreaching ao longo das duas semanas de treinamento e imediatamente após treinamento, configurando um estado de fadiga aguda.

Clark e colaboradores (2014) também utilizaram um modelo de PB em ciclistas treinados e verificaram que 7 dias consecutivos de TIAI supramáximo (30 sprints all out variando de 15 a 45 segundos) melhoraram os índices fisiológicos e a performance dos atletas após 7 e 14 dias do término da intervenção.

No entanto, ainda se torna necessário compreender a carga máxima tolerada pelos praticantes, pois Rodas e colaboradores (2000) avaliaram pessoas ativas e Clark e

colaboradores (2014) ciclistas treinados, e não encontraram indicadores de overreaching.

Diferente dos estudos anteriores Jeukendrup e colaboradores (1992), submetem ciclistas a um período de sobrecarga pelo aumento do volume semanal de treinos, passando o volume semanal de treino de 12 para 18 horas semanais, durante 2 semanas. A medida de potência das sessões de treino não foi apresentada, porém os atletas apresentaram uma diminuição da potência média no contrarrelógio de 8,5 Km ao final da 1ª e 2ª semanas de sobrecarga ($p < 0,05$) e da Pmax ao final da segunda semana ($p < 0,05$).

Posteriormente, Halsón e colaboradores (2002) também realizaram uma sobrecarga no treinamento de ciclistas por meio do aumento do volume semanal de treinos, que passou de 7-8 horas para 14-15 horas semanais durante duas semanas. Neste estudo a medida de potência também não foi mensurada durante as sessões de treino, porém os ciclistas realizaram durante as semanas de sobrecarga 4 contrarrelógios de 1 hora, 4 testes intermitentes de 2 repetições de 10 minutos all out e 2 testes incrementais, foram constatados decréscimos na medida de potência nos testes entre 3-10% ($p < 0,05$) (Halsón e colaboradores, 2002).

Para os estudos de Halsón e colaboradores (2002) e Jeukendrup e colaboradores (1992) após 2 semanas de taper houve uma supercompensação das medidas de desempenho, evidenciando um estado de overreaching funcional, enquanto nos estudos anteriores utilizado a PB onde a sobrecarga de treino adveio do aumento da intensidade com manutenção do volume semanal de treino os atletas apresentaram apenas estado de fadiga aguda, o que é preferível ao passo que atletas em overreaching estão mais suscetíveis a casos de infecção (Aubry e colaboradores, 2014).

Estudos anteriores utilizaram a FC para a prescrição da intensidade dos esforços de TIAI submáximo (Breil e colaboradores, 2010; Rønnestad, Hansen e Ellefsen, 2014; Rønnestad e colaboradores, 2014), porém o monitoramento das sessões de treinos de TIAI submáximo através da FC deve ser realizado com algumas precauções, pois parece subestimar a real demanda da atividade (Swart e colaboradores, 2009), isto se deve ao fato de que durante o início do esforço os

ciclistas produzem uma maior potência para que a FC alvo do esforço seja atingida, isso pode implicar em resultados diferentes sobre o desempenho e índices fisiológicos comparados a quando o esforço é prescrito pela potência (Swart e colaboradores, 2009).

Ao observarmos os resultados do presente estudo podemos verificar que os valores médios da PP e PM em cada sessão de treino não apresentaram diferenças significativas entre as sessões (Figura 1A, B).

Já nas figuras 2 e 3 observa-se que as médias da PP e PM de cada sprint de 30 e 45 segundos em cada sessão de treino não diferiram entre si, no entanto, os sprints de 15 segundos são maiores do que os de 30 e 45 segundos (Figuras 2 e 3).

Além disso, os dados da PP e PM em cada set revelam o mesmo comportamento em todos os dias de treino monitorado (Figuras 4 e 5). Esses dados combinados indicam que os atletas permanecem em esforço bem parecido ao longo dos dias de treino e a medida da potência aponta que os atletas não entram em um estado overreaching.

De forma geral, a PP e PM foram maiores nos primeiros sets e reduziram gradativamente até o terceiro set, na qual permaneceram estáveis até o final das sessões de treino demonstrando o processo de fadiga que se instala desde o início do exercício apesar da estabilidade até o final do treino (Figuras 4 e 5). Esses resultados em cada set estão de acordo com Glaister e colaboradores (2005) que apresentaram as respostas da potência durante sprints supramáximos de 5 segundos com pausas de 10 e 30 segundos ao longo de uma sessão de treino de 20 sprints. Em ambos os grupos, os autores encontraram quedas nos valores de potência ao longo das sessões, fato que foi influenciado pelo tipo de pausa, aonde pausas mais curtas proporcionam uma maior dificuldade de manter elevados os valores de PP e PM ao longo da sessão de treino.

No modelo de exercício empregado no presente estudo, acredita-se que fadiga ocorra pela soma de alguns fatores, como o acúmulo de metabólitos provenientes da tentativa do organismo ressintetizar o ATP durante a alta intensidade e também por depleção de substratos energéticos ao longo das sessões de treinos (Glaister e colaboradores, 2005; Hargreaves e Spriet, 2006). Ressalva-se também a fadiga acumulada ao longo dos dias

de treinamento consecutivo e recuperação incompleta. A sobrecarga de treinamento em dias consecutivos induz a um estado de fadiga durante as sessões de treino (Halson e colaboradores, 2002; Jeukendrup e colaboradores, 1992) e até mesmo uma resposta atrasada pós-intervenção nos ganhos de desempenho e VO_2 max (Clark e colaboradores, 2014).

No entanto, como mencionado os valores de potência ao longo dos dias indicam que os atletas deste estudo permanecem em intensidade similar, o que talvez indique que o sistema energético possa se recuperar de forma mais eficaz em ciclistas treinados ao longo dos dias.

Outra possibilidade que auxilia a compreender a manutenção da intensidade de esforço durante os treinos, está relacionada ao tipo de contração muscular durante o ciclo da pedalada.

Diversos estudos apresentam que a ação muscular excêntrica produz dano muscular maior que as ações concêntricas e isométricas (Golden e Dudley, 1992; Komi e Viitasalo, 1977; Newham e colaboradores, 1983). Em esquiadores alpinos um bloco de 11 dias com 15 sessões de TIAI causou uma diminuição nas medidas de força muscular mesmo 7 dias após o bloco concentrado, demonstrando que os gestos motores excêntricos podem causar um maior dano ao sistema neuromuscular (Breil e colaboradores, 2010).

Entretanto, o ciclismo é um esporte onde as ações musculares nos membros inferiores são predominantemente do tipo concêntricas (Chapman e colaboradores, 2008) o que sugere menor dano muscular e possivelmente permitindo que os ciclistas mantenham alta a intensidade dos treinos durante o bloco intensificado.

Apesar dos resultados provenientes das sessões de treinos demonstrarem que os ciclistas permaneceram em intensidade semelhante ao longo dos dias, houve alta variação individual dos sujeitos entre os treinos. Isto se justifica em parte devido a alguns fatores. Primeiramente, a estratégia de ritmo ou tele-antecipação que envolve a variação da intensidade de esforço adotada por cada sujeito de forma consciente ou inconsciente com o objetivo de prevenir a fadiga prematura e completar a tarefa (Roelands e colaboradores, 2013). A

estratégia de ritmo normalmente é estabelecida no início do exercício baseado nas expectativas prévias sobre a duração e intensidade da tarefa ser sustentada (Roelands e colaboradores, 2013).

Normalmente, os estudos que investigam as estratégias de ritmo no ciclismo realizam durante o exercício contínuo como, por exemplo, a prova de contrarrelógio (Roelands e colaboradores, 2013), entretanto, a tele-antecipação parece estar presente mesmo em exercícios de alta intensidade e curta duração (Billaut e colaboradores, 2011; Wittekind, Micklewright e Beneke, 2011). Desta forma, a sessão de treino do presente estudo apresenta 30 sprints supramáximos em que os sujeitos foram recomendados a realizar na forma all out.

No entanto, acredita-se que os atletas tenham adotado algum tipo de estratégia de ritmo que possa se refletir nos altos valores de coeficiente de variação individual entre os dias de treinos.

Além disso, a fadiga acumulada de dias consecutivos de treino, o estado motivacional e a capacidade volitiva para a realização dos sprints ao longo dos dias de treinos também podem ter contribuído para a variação intra-sujeitos durante as sessões de treino.

Portanto, durante todas as sessões de treino monitoradas em laboratório os ciclistas permaneceram em intensidade supramáxima. O comportamento da PP e PM ao longo das sessões é semelhante e indica que ela diminui gradativamente nos primeiros sets e se mantém estável até o final das sessões de treino.

Deste modo, acredita-se que o sistema fosfágeno contribua em grande parte para a geração de energia no início de cada sprint (Gaitanos e colaboradores, 1993; Hargreaves e Spriet, 2006; Parra e colaboradores, 2000).

Além disso, a relação esforço/pausa (1:5) dos sprints permite recuperação incompleta ao organismo mantendo elevado os produtos do metabolismo anaeróbico e provavelmente aumentando a participação aeróbia durante os sprints (Gaitanos e colaboradores, 1993; Hargreaves e Spriet, 2006; Parra e colaboradores, 2000). Apesar, de este ser o primeiro estudo a analisar e quantificar a resposta da potência durante um bloco concentrado de treinamento em ciclistas

competitivos utilizando o método de TIAI supramáximo, este estudo limita-se em não monitorar as medidas de potência durante todas as sessões de treino.

CONCLUSÃO

A principal conclusão do estudo é que durante um bloco de 7 dias de TIAI os atletas apresentam apenas um estado de fadiga aguda, sem mudanças na produção de potência durante os sprints all out.

Acredita-se que futuros estudos sejam necessários combinando as medidas de potência com outros marcadores de quantificação do estresse induzido pelo exercício, como a variabilidade da FC e questionários de estado de humor.

REFERÊNCIAS

- 1-Aubry, A.; Hausswirth, C.; Louis, J.; Coutts, A. J.; Le Meur, Y. Functional Overreaching: The Key to Peak Performance during the Taper? *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 46. Num. 9. 2014. p. 1769-1777.
- 2-Billaut, F.; Bishop, D. J.; Schaerz, S.; Noakes, T. D. Influence of knowledge of sprint number on pacing during repeated-sprint exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 43. Num. 4. 2011. p. 665-672.
- 3-Billat, V. L. Interval training for performance: A scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. part I: aerobic interval training. *Sports Medicine*. Vol. 31. Num. 1. 2001. p. 13-31.
- 4-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. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 109. Num. 6. 2010. p.1077-1086.
- 5-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. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 98. Num. 6. 2005. p.1985-1990.

- 6-Chapman, A. R.; Vicenzino, B.; Blanch, P.; Hodges, P. W. Patterns of leg muscle recruitment vary between novice and highly trained cyclists. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol. 18. Num. 3. 2008. p.359-371.
- 7-Clark, B.; Costa, V. P.; O'Brien, B. J.; Guglielmo, L. G.; Paton, C. D. Effects of a seven day overload-period of high-intensity training on performance and physiology of competitive cyclists. *PLoS One*. Vol. 9. Num. 12. 2014. p.e115308.
- 8-Costa, V. P.; de Lucas, R. D.; Souza, K. M.; Guglielmo, L. G. A. Efeitos do treinamento intervalado em variáveis fisiológicas e na performance de ciclistas competitivos. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. Vol. 7. Num. 2. 2014. p.83-89.
- 9-Costa, V. P.; Guglielmo, L. G. A.; Paton, C. D. Reproducibility and validity of the PowerCal device for estimating power output during sprints in well-trained cyclists. *Isokinetics and Exercise Science*. Vol. 23. 2015. p.127-132.
- 10-Glaister, M.; Stone, M.H.; Stewart, A.M.; Hughes, M.; Moir, G. L. The influence of recovery duration on multiple sprint cycling performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 19. Num. 4. 2005. p.831-837.
- 11-Gaitanos, G.; Williams, C.; Boobis, L. H.; Brooks, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 75. Num. 2. 1993. p.712-719.
- 12-Gastin, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*. Vol. 31. Num. 10. 2001. p.725-741.
- 13-Golden, C. L.; Dudley, G. A. Strength after bouts of eccentric or concentric actions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 24. Num. 8. 1992. p.926-933.
- 14-Halson, S. L.; Bridge, M. W.; Meeusen, R.; Busschaert, B.; Gleeson, M.; Jones, D. A.; Jeulendrup, A. E. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 93. 2002. p.947-956.
- 15-Hargreaves, M.; Spriet, L. Exercise Metabolism. Champaign IL: Human Kinetics, 2006.
- 16-Issurin, V. B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Medicine*. Vol. 40. Num. 3. 2010. p.189-206.
- 17-Jeukendrup, A. E.; Hesselink, M. K.; Snyder, A. C.; Kuipers, H.; Keizer, H. A. Physiological changes in male competitive cyclists after two weeks of intensified training. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 13. 1992. p.534-541.
- 18-Jobson, S. A.; Passfield, L.; Atkinson, G.; Barton, G.; Scarf, P. The Analysis and Utilization of Cycling Training Data. *Sports Medicine*. Num. 39. Vol. 10. 2009. p.833-844.
- 19-Komi, P. V.; Viitasalo, J. T. Changes in motor unit activity and metabolism in human skeletal muscle during and after repeated eccentric and concentric contractions. *Acta Physiologica Scandinavica*. Vol. 100. Num. 2. 1977. p.246-254.
- 20-Kuipers, H.; Verstappen, F. T.; Keizer, H. A.; Geurten, P.; van Kranenburg, G. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 6. Num. 4. 1985. p.197-201.
- 21-Laursen, P. B.; Jenkins, D. G. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*. Vol. 32. Num. 1. 2002. p.53-73.
- 22-MacDougall, J. D.; Hicks, A. L.; MacDonald, J. R.; McKelvie, R. S.; Green, H. J.; Smith, K. M. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 84. Num. 6. 1998. p.2138-2142.
- 23-Meeusen, R.; Duclos, M.; Gleeson, M.; Rietjens, G.; Steinacker, J.; Urhausenfe, A. Prevention, diagnosis and treatment of the

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

overtraining syndrome: ECSS Position Statement Task Force. *European Journal of Sport Science*. Vol. 6. Núm. 1. 2006. p.1-14.

24-Mujika, I. Quantification of Training and Competition Loads in Endurance Sports: Methods and Applications. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 5. 2016. p.1-25.

25-Newham, D. J.; McPhail, G.; Mills, K. R.; Edwards, R. H. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. *Journal of the Neurological Sciences*. Vol. 61. Num. 1. 1983. p.109-122.

26-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. *American Journal of Physiology*. Vol. 277. Num. 5. 1999. p.E890-900.

27-Parra, J.; Cadeau, J. A.; Rodas, G.; Amigó, N.; Cussó, R. The distribution of rest periods affects performance and adaptations of energy metabolism induced by high-intensity training in human muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*. Vol. 169. Num. 2. 2000. p.157-165.

28-Paton, C.; Hopkins, W. G. Effects of high-intensity training on performance and physiology of endurance athletes. *Sportscience*. Vol. 8. 2004. p.25-40.

29-Psilander, N.; Wang, L.; Westergren, J.; Tonkonogi, M.; Sahlin, K. Mitochondrial gene expression in elite cyclists: effects of high-intensity interval exercise. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 110. Num. 3. 2010. p.597-606.

30-Rodas, G.; Ventura, J. L.; Cadeau, J. A.; Cussó, R.; Parra, J. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 82. Num. 5-6. 2000. p.480-486.

31-Roelands, B.; de Koning, J.; Foster, C.; Hettinga, F.; Meeusen, R. Neurophysiological determinants of theoretical concepts and

mechanisms involved in pacing. *Sports Medicine*. Vol. 43. Num. 5. 2013. p.301-311.

32-Rønnestad, B. R.; Ellefsen, S.; Nygaard, H.; Zacharoff, E. E.; Vikmoen, S.; Hansen, J.; Hallén, J. Effects of 12 weeks of block periodization on performance and performance indices in well-trained cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. Vol. 24. Num. 2. 2014. p.327-335.

33-Rønnestad, B. R.; Hansen, J.; Ellefsen, S. Block periodization of high-intensity aerobic intervals provides superior training effects in trained cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. Vol. 24. Num. 1. 2014. p.34-42.

34-Swart, J.; Lamberts, R. P.; Derman, W.; Lambert, M. I. Effects of high-intensity training by heart rate or power in well-trained cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 23. 2009. p.619-625.

35-Wittekind, A. L.; Micklewright, D.; Beneke, R. Teleoanticipation in all-out short-duration cycling. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 45. Num. 2. 2011. p.114-119.

Endereço para correspondência:

Fernando Klitzke Borszcz

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

Rua Pascoal Simone, 358, Coqueiros, Florianópolis, Brasil.

CEP: 88080-350

Tel: 55 (048) 3664-8600

Recebido para publicação 04/04/2017

Aceito em 25/06/2017

Primeira versão em 10/04/2018

Segunda versão em 12/05/2018