

1

Original article

2

PHYSIOLOGICAL BASES OF TRAINING FOR HALF-DISTANCE AND LONG-DISTANCE ATHLETICS RUNNERS: A BASIS FOR PRESCRIBING TRAINING FOR SPRINT ORIENTEERING ATHLETES

3

4

5

Ronaldo André Castelo dos Santos de Almeida^{1,2}

6

Jéssica da Silva Santos^{1,2}

7

Ana Késsia do Nascimento Gomes^{1,2}

8

Anderson Luiz Bezerra da Silveira^{1,2}

9

10

1 - Departamento de Educação Física e Desportos - Laboratório de Fisiologia e
Desempenho Humano (LFDH)

11

12

2 - Departamento de Ciências Fisiológicas - Laboratório de Fisiologia e Farmacologia
Cardiovascular Física (LFFC)

13

14

Correspondence: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

15

Km 47, BR 465, Seropédica, RJ, Brasil

16

CEP: 23890-000

17

andersonsilveira@ufrj.br

18

19

DOI: 10.16887/fiepbulletin.v94i1.6795

20

21

Abstract

22

The sprint modality of the orienteering sport is a medium-duration event (12-
15min) with peaks of intensity and consequently variations in metabolic demand. The
ability to specifically recruit muscular action without reducing performance is crucial to
the athlete's final result. The training methodology used in this modality must consider
anaerobic metabolism, even with less participation throughout the event, as an important
factor limiting performance. Based on this observation, the present study aimed to
evaluate the need to use half-distance and long-distance training forms as a basis for
athletes in this sprint modality. The available literature provides important information
based on medium and long-distance events, however there is an important gap regarding

23

24

25

26

27

28

29

30

31 sprint events. Despite this, the available information contributed to demonstrating that
32 anaerobic metabolism is an important factor determining performance. It was then
33 concluded that the sports season training program must include aspects of anaerobic
34 training with the objective of improving performance in sprint orienteering events,
35 minimizing the effects of increased blood lactate due to intensity peaks and variation in
36 running speed during the competition.

37

38 **Keywords:** Training. Athletics. Orienteering.

39

40 **Article original**

41

42 **BASES PHYSIOLOGIQUES DE L'ENTRAÎNEMENT DES ATHLÈTES**
43 **D'ATHLÉTISME DE DEMI-FOND ET DE LONGUE DISTANCE : UNE BASE**
44 **DE PRESCRIPTION D'ENTRAÎNEMENT POUR LES ATHLÈTES**
45 **D'ORIENTATION SPRINT**

46

47 **Résumé**

48 La modalité sprint du sport d'orientation est une épreuve de durée moyenne (12-
49 15 minutes) avec des pics d'intensité et par conséquent des variations de demande
50 métabolique. La capacité de recruter spécifiquement une action musculaire sans réduire
51 les performances est cruciale pour le résultat final de l'athlète. La méthodologie
52 d'entraînement utilisée dans cette modalité doit considérer le métabolisme anaérobie,
53 même avec une moindre participation tout au long de l'événement, comme un facteur
54 limitant important de la performance. Partant de ce constat, la présente étude visait à
55 évaluer la nécessité d'utiliser des formes d'entraînement à mi-distance et longue distance
56 comme base pour les athlètes dans cette modalité de sprint. La littérature disponible
57 fournit des informations importantes basées sur les épreuves de moyenne et longue
58 distance, mais il existe une lacune importante concernant les épreuves de sprint. Malgré
59 cela, les informations disponibles ont contribué à démontrer que le métabolisme
60 anaérobie est un facteur important déterminant la performance. Il a ensuite été conclu que
61 le programme d'entraînement de la saison sportive doit inclure des aspects d'entraînement
62 anaérobie dans le but d'améliorer les performances dans les épreuves d'orientation sprint,
63 en minimisant les effets de l'augmentation du lactate sanguin due aux pics d'intensité et à

64 a variation de la vitesse de course pendant l'épreuve.

65

66 **Mots-clés** : Formation. Athlétisme. Cours D'orientation.

67

68 **Artículo original**

69 **BASES FISIOLÓGICAS DEL ENTRENAMIENTO PARA ATLETAS DE**
70 **ATLETISMO DE MEDIA Y LONGA DISTANCIA: UNA BASE PARA**
71 **PRESCRIBIR EL ENTRENAMIENTO PARA ATLETAS DE ORIENTACIÓN**
72 **SPRINT**

73

74 **Resumen**

75 La modalidad sprint del deporte de orientación es una prueba de duración media
76 (12-15min) con picos de intensidad y consecuentemente variaciones en la demanda
77 metabólica. La capacidad de reclutar específicamente la acción muscular sin reducir el
78 rendimiento es crucial para el resultado final del atleta. La metodología de entrenamiento
79 utilizada en esta modalidad debe considerar el metabolismo anaeróbico, incluso con
80 menor participación durante todo el evento, como un factor importante limitante del
81 rendimiento. A partir de esta observación, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar
82 la necesidad de utilizar formas de entrenamiento de media y larga distancia como base
83 para los atletas en esta modalidad de sprint. La literatura disponible proporciona
84 información importante basada en eventos de media y larga distancia, sin embargo existe
85 un vacío importante respecto a los eventos de sprint. A pesar de esto, la información
86 disponible contribuyó a demostrar que el metabolismo anaeróbico es un factor importante
87 que determina el rendimiento. Se concluyó entonces que el programa de entrenamiento
88 de la temporada deportiva debe incluir aspectos de entrenamiento anaeróbico con el
89 objetivo de mejorar el rendimiento en eventos de orientación sprint, minimizando los
90 efectos del aumento del lactato sanguíneo debido a los picos de intensidad y la variación
91 en la velocidad de carrera durante la prueba.

92

93 **Palabras clave**: Formación. Atletismo. Carrera de Orientación.

94

Artigo original

BASES FISIOLÓGICAS DO TREINAMENTO PARA ATLETAS DE MEIO FUNDO E FUNDO DO ATLETISMO: UMA BASE PARA A PRESCRIÇÃO DO TREINAMENTO DE ATLETAS DE ORIENTAÇÃO *SPRINT*

Resumo

A modalidade sprint do esporte orientação é um evento de média duração (12-15min) com picos de intensidade e consequentemente variações da demanda metabólica. A habilidade em recrutar de maneira específica a ação muscular sem redução no desempenho é determinante do resultado final do atleta. A metodologia do treinamento empregada nessa modalidade deve considerar o metabolismo anaeróbio, mesmo que com menor participação durante todo evento, como importante fator limitante do desempenho. A partir dessa observação, o presente estudo teve o objetivo de avaliar a necessidade de utilização de formas de treinamento de provas de meio fundo e fundo como base para atletas desta modalidade *sprint*. A literatura disponível fornece importantes informações com base em eventos de média e longa distância, porém há uma importante lacuna acerca de provas de sprint. Apesar disso, as informações disponíveis contribuíram para demonstrar que o metabolismo anaeróbio é importante fator determinante do desempenho. Concluiu-se então que o programa de treinamento da temporada esportiva deve contemplar aspectos do treinamento anaeróbio com objetivo de aprimorar o desempenho em provas de orientação sprint minimizando os efeitos do aumento do lactato sanguíneo devido aos picos de intensidade e variação na velocidade de corrida durante a prova.

Palavras-chave: Treinamento. Atletismo. Orientação.

Introdução

A modalidade esportiva orientação, esporte de aventura onde os atletas devem utilizar um mapa e uma bússola para concluir um percurso, passando em pontos de controle demarcados no mapa, apresenta-se em três principais distâncias competitivas, média distância, longa distância e a modalidade *sprint*, que consiste em um percurso onde

129 os melhores atletas devem concluir a prova com o tempo entre 12 e 15min. Além disso
130 esses percursos de orientação ocorrem na maior parte das vezes em áreas urbanas com
131 boa possibilidade de desenvolvimento de velocidade de corrida durante o trajeto. O tempo
132 de duração da prova de *sprint* é semelhante as provas de 5000m, uma das corridas de
133 fundo do atletismo.

134 Levando em consideração apenas a duração, pode-se considerar que o treinamento
135 para essas provas é semelhante. Apesar disso, a prova de orientação *sprint* apresenta
136 características distintas da prova de 5000m, pois durante o percurso, apesar de
137 fundamentalmente ser uma prova de corrida, o atleta reduz e acelera sua velocidade
138 diversas vezes, além de mudar de direção outras tantas vezes. Essas características
139 específicas conferem ao estudo das metodologias de treinamento um desafio para a
140 ciência do treinamento desportivo. Para o melhor desempenho nesta modalidade é
141 necessária uma boa adaptação tanto do metabolismo aeróbio quanto anaeróbio (Türkmen
142 and Biçer 2022 *apud* Hébert-Losier *et al*, 2015). Durante as distintas fases da
143 periodização, com base nas premissas de Matveyev (décadas de 50 e 60), a fase de
144 preparação específica deve priorizar a principal ou as principais valências a serem
145 trabalhadas no ciclo de treinamento (Tønnessen *et al*, 2015) e desta forma a determinação
146 dessas valências prioritárias é crucial para atingir os objetivos propostos.

147 O presente estudo traz como hipótese que a integração de valências físicas de
148 provas de meio fundo e fundo curto gera adaptações que darão suporte ao melhor
149 desempenho físico em atletas de orientação *sprint*. Desta forma o objetivo do estudo foi
150 levantar informações na literatura científica disponível que amparem a hipótese inicial.
151 Para tanto foi realizada uma busca na literatura incluindo-se os termos treinamento,
152 atletismo, provas de meio fundo e fundo, orientação *sprint*.

153

154 **Métodos**

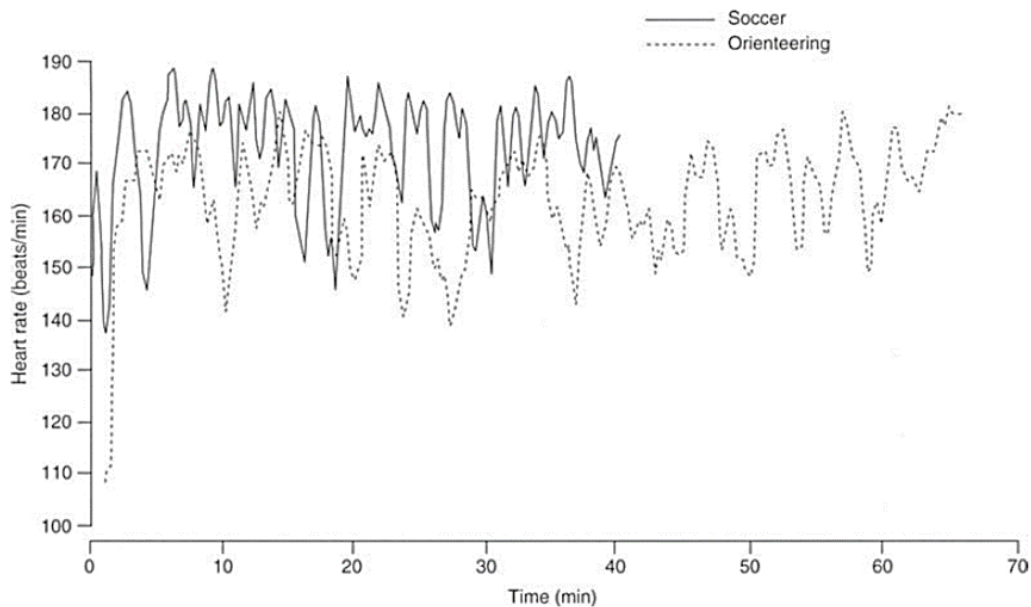
155 O presente estudo baseou-se na coletânea de publicações de referência na área
156 de treinamento desportivo e do esporte orientação e analisou fundamentos básicos da
157 fisiologia do exercício para parametrizar uma proposta conceitual para o treinamento de
158 orientação no formato *sprint*.

159

160 **Resultados**

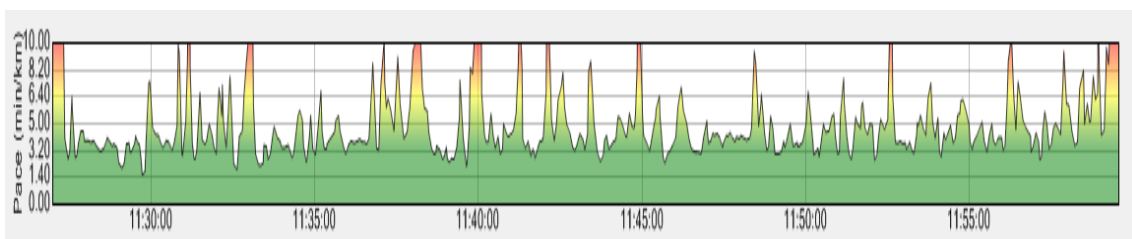
161 Os estudos demonstrando o comportamento da frequência cardíaca durante provas

162 de orientação fornecem dados mais robustos para eventos de longa duração, porém já
163 fornece uma base de comparação e compreensão do que esta modalidade demanda sob o
164 ponto de vista metabólico. Conforme podemos ver na figura 1, há uma grande variação
165 na frequência cardíaca durante um percurso de orientação. Neste caso em particular, um
166 evento de duração acima de 60min com comportamento semelhante ao que ocorre em
167 uma partida de futebol, ou seja, picos de intensidade ao longo do tempo de registro.
168 Especificamente para eventos mais como o demonstrado na figura 1 o estoque de
169 glicogênio muscular é determinante no desempenho em atletas de orientação (Johansson
170 *et al*, 1990). Já em eventos de *sprint* ainda há uma lacuna na literatura quanto a depleção
171 dos estoques de glicogênio muscular após uma prova.
172



173
174 **Figura 1.** Comparação entre da variação da FC entre o futebol e a corrida de orientação. Fonte:
175 Creagh e Reilly, 1997.

176
177 Foi feita uma observação de um atleta em uma prova de sprint onde foram
178 registradas as velocidades desenvolvidas pelo atleta ao longo do percurso através de um
179 GPS de pulso (Modelo Garmin Forerunner 15, Estados Unidos da América) por Almeida
180 (2010).



181

182 **Figura 2.** Velocidade de deslocamento de um atleta de orientação em um percurso *sprint*. Fonte:
183 Almeida (2011).

184

185 Na figura 2 a velocidade desejada, considerada ótima para este caso em específico,
186 de 3min30seg/km foi representada para cor verde escuro. A velocidade máxima
187 observada foi de 5min/km, apresentada da cor vermelha. Quando mais acima da
188 velocidade ótima a cor verde foi registrada mais clara e quando mais perto dos 5min/km
189 percebe-se uma cor amarelo, passando pela laranja até o vermelho. Foi possível observar
190 uma grande variação de velocidade ao longo de todo percurso e este é o ponto principal
191 desta revisão. A partir desta observação considera-se fundamental a necessidade de
192 implementação do componente anaeróbio láctico na composição do treinamento de atletas
193 de orientação *sprint*.

194

195 **Discussão**

196 *Conceitos básicos do treinamento de meio-fundo e fundo curto*

197 O treinamento físico, de maneira planejada, visa desenvolver habilidades físicas
198 específicas de uma determinada modalidade para a melhora do desempenho esportivo. A
199 partir dessa consideração é plausível afirmar que o treinamento de atletas de fundo carece
200 de ajustes para que as demandas da orientação *sprint* sejam atendidas, pois os treinamentos
201 para provas de fundo têm uma base metodológicas muito robusta visando o ritmo de
202 provas, ou seja, a velocidade de deslocamento desejada a ser desenvolvida pelo atleta na
203 sua prova. Alterações repentinas de ritmo não são comuns nessas provas, com exceção da
204 fase final, a chegada.

205 Durante uma prova de meio-fundo e fundo o atleta tenta manter uma velocidade
206 constante que só se altera ao final da prova ou caso haja uma estratégia, o percurso e a
207 direção não sofrem grandes alterações. O treinamento para corridas de meio-fundo e fundo
208 visa melhorar o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), utilização fracionada (a
209 capacidade de sustentar uma alta porcentagem do VO_2 máx durante a corrida) e economia
210 de corrida (VO_2 máx em uma determinada velocidade submáxima de corrida). Juntas,
211 essas variáveis integram a capacidade sustentada de produzir trifosfato de adenosina
212 (ATP) aeróbica e converter o trabalho muscular em potência / velocidade e a capacidade
213 anaeróbia (Haugen, Sandbakk *et al.* 2022).

214 Ao se observar a prova de orientação *sprint*, pela sua natureza, parar para marcar
215 pontos de controle, diminuir a velocidade para ler o mapa e traçar o caminho, mudar a
216 direção e sentido da corrida ao longo da prova, ter que desviar de algum impedimento no
217 caminho e traçar novas rotas, percebe-se que ocorre alteração de velocidade de
218 deslocamento em vários momentos e tal fato sugere uma demanda fisiológica aprimorada
219 para execução de todo o percurso no melhor desempenho de cada indivíduo. Em um
220 estudo anterior, a economia de corrida pode ter sido influenciada pelos componentes de
221 orientação (leitura de mapas, etc.), reduzindo a velocidade dos orientistas de forma
222 intermitente (Larsson *et al*, 2002).

223 Já foi demonstrado anteriormente (Billat e Koralsztein, 1996) que o tempo até a
224 exaustão em uma corrida no VO_2 máx se assemelha a de uma prova de 3000m rasos para
225 homens, ou seja, entre 7 e 8 minutos, aproximadamente. Durante uma prova de orientação
226 *sprint* é comum verificar velocidades que estão muito acima da velocidade do VO_2 máx
227 e isso é uma evidência clara da demanda metabólica anaeróbia nesta modalidade.

228 A partir da observação das metodologias de treinamento para provas de meio
229 fundo e fundo foi possível determinar que quanto mais longa a prova, no atletismo, maior
230 a predominância de treinamentos com objetivo principal de controle de ritmo de corrida,
231 ou seja, pouca variação de velocidade ao longo da execução do treinamento,
232 especialmente nas sessões de corrida contínua e dias específicos para treinamento em
233 níveis mais altos de lactato sanguíneo.

234 Para provas de meio fundo, onde a demanda anaeróbia é mais alta, apesar de ser
235 também predominantemente um evento aeróbio, a elevação do lactato sanguíneo é mais
236 evidente, pois correlaciona-se diretamente com a intensidade empregada durante as
237 provas e principalmente durante as sessões de treinamento que compõe a maior parte dos
238 dias da temporada esportiva. Essa característica mais intensa das provas de meio fundo
239 poderia então contribuir para o desenvolvimento desta habilidade em atletas de orientação
240 *sprint*. Além disso, a grande variação de ritmos impõe uma demanda ao sistema
241 cardiovascular que já havia sido apontada em estudo anterior (Bird *et al*, 1993). O
242 aumento da frequência cardíaca (FC) em nível altíssimos nos picos observados durante
243 um percurso *sprint* sob alta demanda metabólica impõe ao sistema cardiovascular,
244 especialmente ao coração, uma maior carga de trabalho.

245 *Demandas físicas das provas de orientação sprint*

246 Apesar de ser uma modalidade predominantemente aeróbia pela sua duração (12-

247 15min), a orientação sprint possui uma demanda muito variada de valências físicas que
248 em uma competição de corrida não é comum, pois as alterações de velocidade de
249 deslocamento, mudança de direção e transposição de eventuais obstáculos ao longo do
250 percurso conferem o ponto principal desta discussão. Já foi demonstrado anteriormente
251 (Almeida, 2011) a grande participação anaeróbia. Sobre o sistema cardiovascular já foi
252 demonstrado anteriormente (Creagh e Reilly, 1997) que a variabilidade da frequência
253 cardíaca (VFC) se assemelha ao que é observado durante uma partida de futebol (Figura
254 1). Esse comportamento reflete uma alta frequência cardíaca (FC) durante toda a
255 atividade e conseqüentemente uma demanda metabólica alta.

256 Diferenças entre a corrida em uma pista ou esteira comparados ao terreno de
257 orientação foram citadas anteriormente (Creagh e Reilly, 1997), porém no terreno típico
258 de provas mais longas, na floresta, por exemplo (Hebert-Losier, Mourot *et al.*, 2015)
259 apontam que corrida na floresta em velocidade máxima foi mais lenta e envolveu passos
260 e tempos de ciclo mais longos, maior extensão do joelho no golpe do pé, menor pico de
261 flexão e dorsiflexão do quadril durante o apoio e maiores amplitudes de movimento
262 vertical da pelve em comparação com aqueles observados na estrada. Observados na
263 (figura 2). Apesar disso o terreno de sprint também traz seus desafios quanto a mudança
264 de direção e sentido da corrida e obstáculos e pessoas deambulando no terreno durante a
265 atividade de orientação. O custo energético aumenta proporcionalmente de acordo com o
266 aumento na diversidade de situações encontradas pelo atleta durante o percurso, o que
267 gera uma maior variabilidade da FC e demanda metabólica. Creagh e Reilly (1997)
268 também demonstraram que quanto maior a demanda técnica, ou seja, leitura do mapa, e
269 concentração de lactato sanguíneo diminui. Por outro lado, quando observado a
270 concentração de lactato sanguíneo em provas mais curtas onde a navegação é mais
271 simples, como no *sprint*, os valores são mais altos. Isso também é corroborado por outro
272 estudo (Smekal *et al.*, 2003) que demonstrou a predominância aeróbia em provas de
273 floresta, quando a demanda técnica é muito mais alta.

274 Outro fator importante é a variedade de tipos de terreno em uma mesma prova,
275 pois o simples fato de mudança de corrida em um terreno pavimentado para um terreno
276 gramado ou com pavimento irregular já garante mudanças biomecânicas que reduziriam
277 a eficiência mecânica ou como relatado em alguns estudos, economia de corrida.
278 Exercícios de alta intensidade demonstraram promover redução na demanda ventilatória
279 relacionada a melhora na economia de corrida sem alteração no VO_2 máx (Billat, 2001).

280

281 **Considerações Finais**

282
283 Como observado a partir da revisão de conteúdos disponíveis na literatura, muitos
284 dos estudos basearam-se em analisar o comportamento fisiológico em eventos de
285 orientação de média e longa distância. Tal fato é um fator limitante nas análises, mas
286 sinaliza uma importante lacuna na literatura que é a análise das provas de *sprint*. Apesar
287 disso, as observações demonstraram a grande variabilidade nas demandas metabólicas
288 durante a execução do percurso, o que aponta para a variação tanto de FC como de pH
289 sanguíneo e conseqüentemente da participação do metabolismo anaeróbio, o que em
290 alguns programas de treinamento é preterido em relação ao treinamento aeróbio.
291 Obviamente este último é predominante e deve ser ofertado aos atletas durante o período
292 de treinamento, porém, esta revisão demonstrou a importância do condicionamento
293 anaeróbio no sentido de habilitar os atletas, especialmente os de alto rendimento, a
294 desenvolver o melhor desempenho e minimizar reduções de velocidade durante a
295 transposição de obstáculos e alterações no deslocamento durante uma competição.

296 A partir das observações dos estudos utilizados nesta revisão e considerando o
297 objetivo proposto inicialmente, considera-se fundamental utilizar conceitos do
298 treinamento básico de provas de meio fundo para aprimorar o condicionamento anaeróbio
299 em provas de predominância aeróbia, pois os picos de intensidade de observados ao longo
300 do percurso de orientação apontam a predominância do metabolismo anaeróbio, mesmo
301 que em curtos espaços de tempo, nestes momentos. Esses picos de intensidade durante a
302 prova são determinantes da média final de velocidade de deslocamento e fator primordial
303 e preponderante no desempenho, trazendo como consequência a determinação do
304 resultado final de uma competição.

306 **Referências**

- 307
308 1. Almeida, R. A. C. d. S. d. (2011). "Análise preliminar da influência anaeróbia no
309 desempenho de atletas de orientação." Fiep Bulletin - online 80(0).
- 310 2. Batista, M. M., A. C. Paludo, D. A. S. MP, M. V. Martins, P. H. Pauli, G. Dal'maz,
311 J. M. Stefanello and M. P. Tartaruga (2021). "Effect of mental fatigue on
312 performance, perceptual and physiological responses in orienteering athletes." J
313 Sports Med Phys Fitness 61(5): 673-679.
- 314 3. Billat, L. V. (2001). "Interval training for performance: a scientific and empirical
315 practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I:

- 316 aerobic interval training." *Sports Med* 31(1): 13-31.
- 317 4. Billat, L. V. (2001). "Interval training for performance: a scientific and empirical
318 practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II:
319 anaerobic interval training." *Sports Med* 31(2): 75-90.
- 320 5. Billat, L. V. and J. P. Koralsztein (1996). "Significance of the velocity at VO₂max
321 and time to exhaustion at this velocity." *Sports Med* 22(2): 90-108.
- 322 6. Bird, S. R., R. Bailey and J. Lewis (1993). "Heart rates during competitive
323 orienteering." *Br J Sports Med* 27(1): 53-57.
- 324 7. Creagh, U. and T. Reilly (1997). "Physiological and biomechanical aspects of
325 orienteering." *Sports Med* 24(6): 409-418.
- 326 8. Hébert-Losier, K., K. Jensen and H. C. Holmberg (2014). "Jumping and hopping
327 in elite and amateur orienteering athletes and correlations to sprinting and
328 running." *Int J Sports Physiol Perform* 9(6): 993-999.
- 329 9. Hébert-Losier, K., K. Jensen and H. C. Holmberg (2014). "Jumping and hopping
330 in elite and amateur orienteering athletes and correlations to sprinting and
331 running." *Int J Sports Physiol Perform* 9(6): 993-999.
- 332 10. Hébert-Losier, K., S. Platt and W. G. Hopkins (2015). "Sources of Variability in
333 Performance Times at the World Orienteering Championships." *Med Sci Sports
334 Exerc* 47(7): 1523-1530.
- 335 11. Johansson, C., L. Tsai, E. Hultman, R. Tegelman and A. Pousette (1990).
336 "Restoration of anabolic deficit and muscle glycogen consumption in competitive
337 orienteering." *Int J Sports Med* 11(3): 204-207.
- 338 12. Larsson, P., L. Burlin, E. Jakobsson and K. Henriksson-Larsén (2002). "Analysis
339 of performance in orienteering with treadmill tests and physiological field tests
340 using a differential global positioning system." *J Sports Sci* 20(7): 529-535.
- 341 13. Smekal, G., S. P. Von Duvillard, R. Pokan, K. Lang, R. Baron, H. Tschan, P.
342 Hofmann and N. Bachl (2003). "Respiratory gas exchange and lactate measures
343 during competitive orienteering." *Med Sci Sports Exerc* 35(4): 682-689.
- 344 14. Tønnessen, E., I. S. Svendsen, B. R. Rønnestad, J. Hisdal, T. A. Haugen and S.
345 Seiler (2015). "The annual training periodization of 8 world champions in
346 orienteering." *Int J Sports Physiol Perform* 10(1): 29-38.
- 347 15. Wakefield, B. R. and M. Glaister (2009). "Influence of work-interval intensity and
348 duration on time spent at a high percentage of VO₂max during intermittent
349 supramaximal exercise." *J Strength Cond Res* 23(9): 2548-2554.