

Avaliação e controlo de treino em atletas de meio-fundo e fundo

FPA/GPEP

Manuel Nicolau

Abril 2023

Índice

DOMÍNIOS DE INTENSIDADE	3
DETERMINAÇÃO DE TRANSIÇÃO ENTRE DOMÍNIOS	3
CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DO MEIO-FUNDO E FUNDO	4
A IMPORTÂNCIA DA FORÇA	8
BATERIA DE TESTES	10
PROTOCOLO PROGRESSIVO EM TAPETE ROLANTE.....	10
PROTOCOLO DE DETERMINAÇÃO DE VELOCIDADE CRÍTICA NO TERRENO E $\dot{V}O_{2MAX}$ NO TERRENO.....	11
PROTOCOLO DE DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE MÁXIMA.....	12
PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DA FORÇA E POTÊNCIA	13
CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS	18

Domínios de intensidade

A definição das fronteiras fisiológicas que delimitam a resposta ao esforço entre domínios de controlo fisiológico (Burnley & Jones, 2018; Poole et al., 2021) possibilita determinar a intensidade de exercício com base nas perturbações homeostáticas que ocorrem (Jamnick et al., 2020). Existem três domínios de intensidade: moderado, pesado e severo, e os três apresentam respostas fisiológicas diferentes.

No domínio moderado, o consumo de oxigénio (VO_2) e o lactato sanguíneo (La^-) atingem um *steady state* perto dos valores de repouso 2 a 3 minutos após o início do esforço (Black et al., 2017; Burnley & Jones, 2018; Jamnick et al., 2020) o que indica que a produção de adenosina trifosfato (ATP) é maioritariamente feita pela via oxidativa, existindo pouco recrutamento de fibras tipo II, pequena depleção de glicogénio muscular (Coyle et al., 1988; Jamnick et al., 2020) e fluxo de Ca^{2+} , as concentrações de H^+ são semelhantes ao repouso (Black et al., 2017; Jamnick et al., 2020) e ocorre uma baixa contribuição glicolítica por oposição a um maior metabolismo lipídico (Poole et al., 2021) e reduzido aumento do K^+ (Black et al., 2017). No domínio pesado, situado normalmente entre os 60-85% do consumo máximo de oxigénio (VO_{2Max}) (Burnley & Jones, 2018) é possível atingir o *steady state* destes parâmetros fisiológicos em menos de 10 minutos (Burnley & Jones, 2018; Jamnick et al., 2020; Jones et al., 2010) e é possível observar o desenvolvimento de uma componente lenta do consumo de oxigénio (VO_{2CL}), um aumento do custo de O_2 do exercício e recrutamento progressivo de fibras tipo II (Burnley & Jones, 2018; Pooles et al., 1988). No domínio severo não é possível atingir um *steady state* de qualquer parâmetro fisiológico anteriormente referido, e o VO_2 aumenta até atingir o VO_{2Max} (Burnley et al., 2011; Burnley & Jones, 2018; Jones et al., 2010; Poole et al., 2021; Poole et al., 1988) sendo tanto mais rápido quanto maior for a taxa de trabalho neste domínio de intensidade.

Determinação de transição entre domínios

A transição entre o domínio moderado e pesado pode ser determinada pelo limiar láctico 1 (LT_1) ou o limiar ventilatório 1 (LV_1) (Black et al., 2017; Jamnick et al., 2020). O LV_1 é definido como a taxa metabólica em que a produção de dióxido de carbono (CO_2) aumenta proporcionalmente à acidose muscular e sanguínea e pode ser identificado através de um aumento na relação VCO_2/VO_2 e na ventilação, ocorrendo próximo do aumento do lactato sanguíneo em relação ao repouso (Poole et al.,

2021). O LT_1 , representa o aumento dos valores de La^- em relação aos valores de repouso e os métodos mais usados para o determinar são o visual, através da análise de especialistas, log-log ou aumento de 0,5 mmol/l acima dos valores de repouso (Jamnick et al., 2020).

A literatura não é consensual na forma de determinação da intensidade em que ocorre a transição entre o domínio pesado e severo, ou seja, o estado estacionário máximo metabólico (EEMM). Alguns autores consideram a determinação do estado estacionário máximo do lactato (EEML), ou LT_2 através do método ModDmax com um protocolo de patamares de 4 minutos e aumentos de 1 km/h (Jamnick et al., 2020) no entanto não é uma representação apropriada ou sensível o suficiente da carga mecânica que possa ser mantida em EEMM (Jones et al., 2019). Deste modo, a assíntota da relação velocidade-tempo, a velocidade crítica (VC), surge como alternativa operacional e vários autores apontam-na mesmo como a variável mais válida quando o objetivo é avaliar a intensidade de transição para o domínio severo (Burnley & Jones, 2018; Galán-Rioja et al., 2020; Jones & Vanhatalo, 2017; Poole et al., 2016). A VC pode ser determinada através de 3 testes máximos, com durações entre 2 e 15 minutos, em que o teste mais curto tenha uma diferença maior ou igual a 5 minutos do teste mais longo, e utilizando o modelo de estimação da VC com menor erro padrão de estimação (Bishop et al., 1998; Black et al., 2017; Hill, 1993; Jamnick et al., 2020). No caso da corrida podem ser usados testes entre os 1000 e os 5000 metros (Bellinger et al., 2021a).

Caracterização fisiológica do meio-fundo e fundo

Os eventos de meio-fundo são descritos como tendo uma exigência bioenergética mista, quer do metabolismo oxidativo quer do glicolítico, onde os atletas podem ter performances semelhantes com contribuições energéticas distintas (Sandford & Stellingwerff, 2019).

O conceito de reserva anaeróbia de velocidade (RAV) é a diferença entre a velocidade máxima (VM) e a velocidade ao VO_2 Max (vVO_2 Max) (Sandford, Allen, et al., 2019) e tem uma forte relação com o rendimento nos 800 metros (Sandford, Allen, et al., 2019). Ou seja, para o mesmo valor de vVO_2 Max, uma VM mais elevada está fortemente relacionada com um melhor resultado nos 800m (Sandford, Allen, et al., 2019; Sandford, Kilding, et al., 2019).

A partir do conceito de RAV foi criado o rácio de reserva de velocidade (RRV), que divide o valor de VM pela $v\text{VO}_2\text{Max}$ e pode ser uma ótima ferramenta para o treinador definir o meio-fundista num “subgrupo” (Sandford, Allen, et al., 2019). Assim, um atleta com um $\text{RRV} \geq 1,58$ pode ser um atleta especialista em 400 e 800 metros; um RRV entre 1,57 e 1,48 pode ser um especialista em 800m; um $\text{RRV} \geq 1,47$ e $\leq 1,36$ pode ser um especialista em 800 e 1500 metros (Sandford, Allen, et al., 2019).

Em provas de 1500m, o rendimento pode ser largamente explicado pela $v\text{VO}_2\text{Max}$ (Sandford, Rogers, et al., 2019) que juntamente com a economia de corrida explica grande parte da capacidade demonstrada na última volta desta distância (Bellinger et al., 2021a).

Em distâncias mais longas como os 5000 e 1000 metros, a contribuição aeróbia ronda os 85-95% e a velocidade média de corrida encontra-se entre a $v\text{VO}_2\text{Max}$ e a VC (Sandford & Stellingwerff, 2019).

Já em distâncias como a meia-maratona e maratona a velocidade média de corrida é inferior à VC (Sandford & Stellingwerff, 2019), sendo que uma investigação recente apontou as exigências fisiológicas para se completar uma maratona em menos de 2h: para além de um VO_2Max superior a 72 ml/kg/min, fatores como o custo de O_2 de corrida, e a percentagem do VO_2Max e da VC a que este ocorre são fatores cruciais (Jones et al., 2021).

A figura 1, retirada de Sandford & Stellingwerff (2019), representa a contribuição aeróbia em cada grupo de distâncias do meio-fundo e fundo e quais os indicadores fisiológicos que mais influência têm no rendimento.

Parameter Events	Middle-distance		Middle-long distance			Long distance	
	800 m (min:ss:ms)	1,500 m (min:ss:ms)	3,000 m (min:ss:ms)	5,000 m (min:ss:ms)	10,000 m (min:ss:ms)	60 min record (~1/2 marathon) (min:ss)	Marathon (hr:min:ss)
Male world record event duration (hr:min:ss:ms)	1:40.91	3:26.00	7:20.67	12:37.35	26:17.53	58.18	2:01:39
Average race pace intensity (% VO ₂ max; Billat, 2001)	115–130	105–115	~100	95–100	90–95	85–90	75–80
Physiological threshold	Above VO ₂ max		≤VO ₂ max, ≥ Critical velocity			<Critical velocity	
% Aerobic energy contribution (Billat, 2001)	65–75	80–85	85–90	90–95	97	98	99.9
% Aerobic energy contribution (Spencer and Gastin, 2001)	66 ± 4	84 ± 3	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
% Aerobic energy contribution (Duffield et al., 2005a,b)	60.3 ± 9	77 ± 7	86 ± 7	n/a	n/a	n/a	n/a
Coach interpretation of % aerobic energy contribution (Gamboa et al., 1996)	35–65	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
% difference in aerobic contribution to 800 m	–	5–20	10–25	20–30	22–32	23–33	24.9–34.9

Adapted from Gamboa et al. (1996), Billat (2001), Spencer and Gastin (2001), Duffield and Dawson (2003), Duffield et al. (2005a,b).

Figura 1 - Retirado de Sandford & Stellingwerff (2019)

Assim, através de indicadores do perfil do atleta, como o LT₂/VC, vVO₂Max (indicador de potência aeróbia) e a VM (indicador biomecânico) (Sandford, Allen, et al., 2019) conseguimos ter uma representação minimamente completa do perfil individual do atleta (Sandford & Stellingwerff, 2019). Para além destes indicadores, deve ser avaliada a economia de corrida, e a percentagem do VO₂Max a que ocorrem os dois limiares (Jones et al., 2021). Isto permite identificar: 1) os pontos fortes e fracos individuais do atleta do ponto de vista biomecânico e fisiológico; 2) em que “subgrupo de meio-fundistas” é que o atleta se encontra.

A Figura 2 representa a integração dos vários indicadores que fazem parte do perfil do atleta.

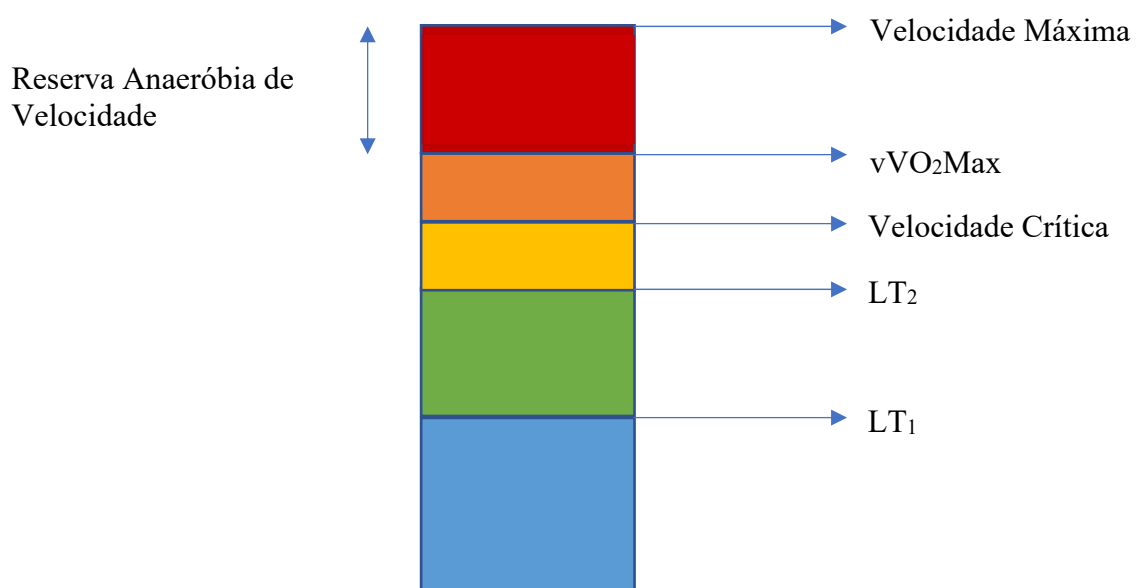


Figura 2 - Perfil do Atleta

PARCEIROS INSTITUCIONAIS



PATROCINADORES



A importância da força

Parece existir robustez científica que mostre que o treino de força apresenta efeitos positivos no rendimento e em vários parâmetros fisiológicos relacionados com o desempenho em meio-fundo e fundo (Balsalobre-Fernandez et al., 2016; Blagrove et al., 2018; Rønnestad & Mujika, 2014). Fatores como a economia de corrida parecem ser melhorados entre 2 a 8% após programas de treino de força de duração entre 6 a 20 semanas (Balsalobre-Fernandez et al., 2016; Blagrove et al., 2018; Rønnestad & Mujika, 2014).

*Tabela 1 - Efeitos do treino de força nos vários fatores explicativos do rendimento
(Adaptado de Rønnestad & Mujika (2014))*

Potenciais efeitos fisiológicos positivos	Evidência de benefício	Potenciais efeitos fisiológicos negativos	Evidência de efeitos negativos
Aumenta o VO2max	Não	Aumenta a massa corporal	Não
Melhora a economia de corrida	Sim	Compromete o VO2Max	Não
Melhora a capacidade anaeróbia	Sim	Aumenta a distância de difusão	Não
Melhora o limiar de lactato	Sim	Reduz a capilarização	Não
Reduz ou atrasa a fadiga	Sim	Reduz a atividade de enzimas oxidativas	Não
Aumenta a força máxima	Sim		
Aumenta a taxa de produção de força	Sim		
Aumenta a velocidade máxima	Sim		
Aumenta a desempenho de resistência	Sim		

Estão descritas na literatura várias formas de manifestação da força: a) força máxima isométrica; b) força máxima dinâmica; c) força explosiva; d) força reativa (James et al., 2022).

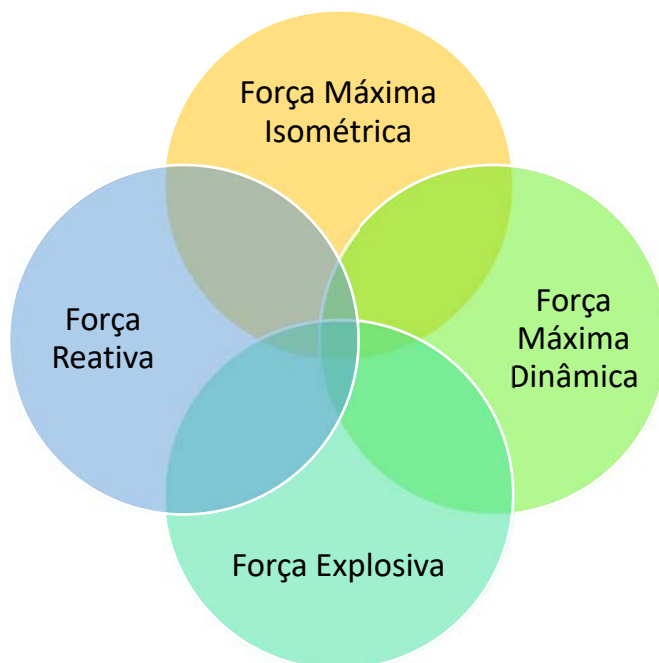


Figura 3 - Relação interdependente das várias formas de manifestação da força (Adaptado de James et al., 2022)

A diferente forma da sua manifestação depende essencialmente do intervalo temporal disponível para produzir força, como mostra a figura 4.

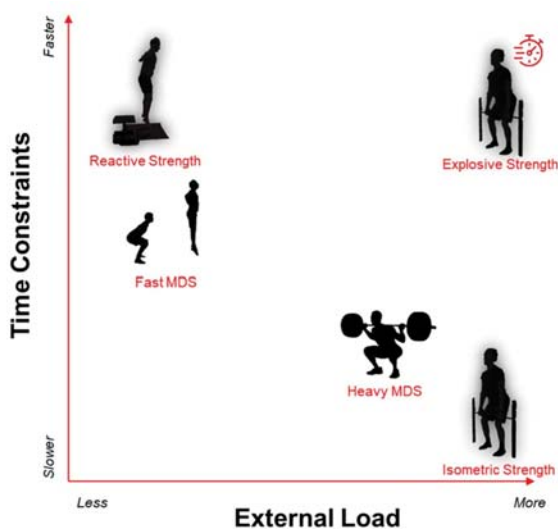


Figura 4 - Retirado de James et al. (2022)

Bateria de testes

Com base na literatura descrita acima, parece-nos importante ter um perfil metabólico de biomecânico do atleta, desde intensidades mais moderadas a características puramente neuromusculares e explosivas. Deste modo, propõe-se a realização os seguintes testes, ordenados pelo nível de importância: 1) protocolo progressivo em tapete rolante com análise de gases e lactato; 2) teste de VC em pista; 3) teste de VM.

Protocolo progressivo em tapete rolante

Este teste tem como propósito determinar o LT_1 , LT_2 , vVO_2Max e VO_2Max . Para isso deverá ter patamares de 4 minutos, uma inclinação de 1% e aumentos de 1kmh até à exaustão (Bellinger et al., 2021a; Jamnick et al., 2020; Jones et al., 2021; Sandford, Allen, et al., 2019; Sandford, Rogers, et al., 2019). Deste teste retirar-se-á indicadores mecânicos como a velocidade a que ocorre o LT_1 , LT_2 e a vVO_2Max , assim como parâmetros fisiológicos, como o LT_1 , LT_2 , a % do VO_2Max a que eles ocorrem bem como dados de economia de corria, descrita em ml/kg/km (Bellinger et al., 2021a; Jones et al., 2021).

O LT_1 é determinado segundo o método *baseline + 0,5 mmol* e o LT_2 segundo inspeção visual ou através do método Log-Poly-ModDmax (Jamnick et al., 2020; Jones et al., 2021).



Figura 5 - Protocolo progressivo em tapete rolante

Protocolo de determinação de velocidade crítica no terreno e vVO₂Max no terreno

Este teste pretende determinar a velocidade crítica e a vVO₂Max no terreno. Para isso devem ser feitos 3 testes máximos (1500, 2200 e 4000 metros) em dias diferentes ou pelo menos com 30' de recuperação entre cada (Bellinger et al., 2021b; Bishop et al., 1998; Black et al., 2017; Hill, 1993; Jamnick et al., 2020). Para determinar a VC usar-se-á o modelo que tiver menos erro padrão de estimação (Bellinger et al., 2021b; Bishop et al., 1998; Black et al., 2017; Hill, 1993; Jamnick et al., 2020). Podem ainda ser usados os recordes pessoais do atleta desde que tenham sido feitos num período temporal próximo.

Para a determinação da vVO₂Max utilizar-se-á o teste de 1500 metros utilizado no protocolo de determinação da velocidade crítica com a seguinte equação:

$$vVO_2Max = T1500 \times (0,766 + 0,117 \times [1,5])$$

Onde T1500 é a velocidade média do teste de 1500 metros em quilómetros por hora.

Protocolo de determinação da velocidade máxima

Para determinar a velocidade máxima utilizar-se-á um o teste de 50 metros em que a velocidade máxima é retirada da velocidade média do melhor parcial de 10m, através de células fotoelétricas, ou através de radar (Bellinger et al., 2021a; Sandford, Allen, et al., 2019; Sandford, Kilding, et al., 2019; Sandford, Rogers, et al., 2019).

Protocolo de avaliação da força e potência

Os testes de força máxima isométrica apresentam um baixo risco de lesão, criam pouca fadiga e necessitam de um nível técnico reduzido (James et al., 2022), deste modo, são ajustados para determinar a força máxima numa população habitualmente com pouca experiência e hábitos de treino de força. Para avaliação da força explosiva é recomendado que se utilizem intervalos temporais de produção de força entre os 0,030-0,150 ms desde o momento inicial de produção de força, sendo o mais habitual, usar-se os 0,150 ms (James et al., 2022).

De forma a obtermos uma imagem completa da capacidade de produção de força do atleta nas suas diferentes formas de manifestação, são assim propostos os seguintes testes para avaliação das seguintes componentes:

Força Máxima e força explosiva

Recomenda-se o *Isometric Mid Thigh Pull* (IMTP) pelas vantagens que os testes isométricos apresentam e foram mencionadas anteriormente. Através deste teste pode avaliar-se o pico máximo de força dos membros inferiores, assim como possíveis desequilíbrio musculares entre o membro direito e esquerdo. O valor de força de força máxima apresenta-se em valor absoluto (N) e relativo (N/Kg). Neste mesmo teste pode avaliar-se a força explosiva, utilizando para isso o pico de força nos primeiros 0,150 ms, ou o impulso realizado durante esse tempo. Ainda assim, pode posteriormente ser usado um valor de corte temporal que seja mais específico para a disciplina do atleta avaliado.



Figura 6 - Isometric Mid Thigh Pull

Força Máxima Dinâmica

Para avaliar a força máxima dinâmica, recomenda-se o *Counter Movement Jump* (CMJ) com recurso a plataformas de força. Neste teste registrar-se-á a altura de salto que o atleta consegue atingir, o pico de força que produz e o tempo para a produção de força. Através da divisão entre o pico de força no CMJ e o pico de força no IMTP é possível calcular o Índice de Força Dinâmica (IFD), útil como guia do tipo de programa de treino que o atleta pode beneficiar mais.



Figura 7 - Counter Movement Jump

Força Reativa

Para avaliar a força reativa, pode utilizar-se uma série de multisaltos, como por exemplo 10 multisaltos, onde é registado o tempo de contacto que o atleta realiza no solo e a altura de salto. Com estes dados é calculado o rácio de força reativa (RFR), que divide a altura de salto (m) pelo tempo de contacto (ms). Para calcular o RFR final é calculada a média dos 5 melhores valores de RFR obtidos em cada um dos 10 saltos realizados.



Figura 8 - 10 multisaltos

Conclusão

A construção de um perfil individual de cada atleta, que permita identificar pontos fortes e fracos, assim como monitorizar as adaptações ao treino é uma ferramenta de extrema importância para atletas, treinadores e dirigentes desportivos. Assim, a bateria de testes descrita acima permite de forma detalhada identificar parâmetros fundamentais para a prescrição de treino e evolução dos atletas.

Sugere-se a aplicação da bateria de testes em dois dias, na seguinte ordem: dia 1, testes de força e protocolo progressivo máximo em tapete rolante; dia 2, velocidade máxima após aquecimento pré-definido, seguido de testes de 1500, 2200 e 4000 metros com 30 minutos de recuperação entre cada.

Referências

1. Balsalobre-Fernandez, C., Fernandez, F., Santos-Concejero, J., & Grivas, G. V. (2016). *Effects of Strength Training on Running Economy in Highly Trained Runners: A Systematic Review with Meta-Analysis of Controlled Trials*. www.nsc.com
2. Bellinger, P., Derave, W., Lievens, E., Kennedy, B., Arnold, B., Rice, H., & Minahan, C. (2021a). Determinants of last lap speed in paced and maximal 1500-m time trials. *European Journal of Applied Physiology*, *121*(2), 525–537. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04543-x>
3. Bellinger, P., Derave, W., Lievens, E., Kennedy, B., Arnold, B., Rice, H., & Minahan, C. (2021b). Determinants of last lap speed in paced and maximal 1500-m time trials. *European Journal of Applied Physiology*, *121*(2), 525–537. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04543-x>
4. Bishop, D., Jenkins, D. C., Howard, A., & Jenkins, D. G. (1998). The Critical Power Function is Dependent on the Duration of the Predictive Exercise Tests Chosen. In *Int. J. Sports Med* (Vol. 19).
5. Black, M. I., Jones, A. M., Blackwell, J. R., Bailey, S. J., Wylie, L. J., McDonagh, S. T. J., Thompson, C., Kelly, J., Sumners, P., Mileva, K. N., Bowtell, J. L., & Vanhatalo, A. (2017). Muscle metabolic and neuromuscular determinants of fatigue during cycling in different exercise intensity domains. *Journal of Applied Physiology*, *122*(3), 446–459. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00942.2016>
6. Blagrove, R. C., Howatson, G., & Hayes, P. R. (2018). Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. In *Sports Medicine* (Vol. 48, Issue 5, pp. 1117–1149). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0835-7>
7. Burnley, M., Davison, G., & Baker, J. R. (2011). Effects of priming exercise on $\dot{V}O_2$ kinetics and the power-duration relationship. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(11), 2171–2179. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ff26d>
8. Burnley, M., & Jones, A. M. (2018). Power–duration relationship: Physiology, fatigue, and the limits of human performance. *European Journal of Sport Science*, *18*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1249524>

9. Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hopper, K., & Walters, T. J. (1988). Determinants of endurance in well-trained cyclists. In *J. Appl. Physiol* (Vol. 64, Issue 6). www.physiology.org/journal/jappl
10. Galán-Rioja, M. Á., González-Mohino, F., Poole, D. C., & González-Ravé, J. M. (2020). Relative Proximity of Critical Power and Metabolic/Ventilatory Thresholds: Systematic Review and Meta-Analysis. In *Sports Medicine* (Vol. 50, Issue 10, pp. 1771–1783). Springer. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01314-8>
11. Hill, D. W. (1993). The Critical Power Concept A Review. In *Sports Medicine* (Vol. 16, Issue 4).
12. James, L. P., Talpey, S. W., Young, W. B., Geneau, M. C., Newton, R. U., & Gastin, P. B. (2022). *Strength Classification and Diagnosis: Not All Strength Is Created Equal*. <http://journals.lww.com/nsca-scj>
13. Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B., & Bishop, D. J. (2020). An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. In *Sports Medicine* (Vol. 50, Issue 10, pp. 1729–1756). Springer. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01322-8>
14. Jones, A. M., Burnley, M., Black, M. I., Poole, D. C., & Vanhatalo, A. (2019). The maximal metabolic steady state: redefining the ‘gold standard.’ In *Physiological Reports* (Vol. 7, Issue 10). American Physiological Society. <https://doi.org/10.14814/phy2.14098>
15. Jones, A. M., Kirby, B. S., Clark, I. E., Rice, H. M., Fulkerson, E., Wylie, L. J., Wilkerson, D. P., Vanhatalo, A., & Wilkins, B. W. (2021). Physiological demands of running at 2-hour marathon race pace. *Journal of Applied Physiology*, 130(2), 369–379. <https://doi.org/10.1152/JAPPLPHYSIOL.00647.2020>
16. Jones, A. M., & Vanhatalo, A. (2017). The ‘Critical Power’ Concept: Applications to Sports Performance with a Focus on Intermittent High-Intensity Exercise. In *Sports Medicine* (Vol. 47, pp. 65–78). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0688-0>
17. Jones, A. M., Vanhatalo, A., Burnley, M., Morton, R. H., & Poole, D. C. (2010). Critical power: Implications for determination of $\dot{V}O_{2max}$ and exercise tolerance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(10), 1876–1890. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d9cf7f>

18. Poole, D. C., Burnley, M., Vanhatalo, A., Rossiter, H. B., & Jones, A. M. (2016). Critical power: An important fatigue threshold in exercise physiology. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(11), 2320–2334. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000939>
19. Poole, D. C., Rossiter, H. B., Brooks, G. A., & Gladden, L. B. (2021). The anaerobic threshold: 50+ years of controversy. In *Journal of Physiology* (Vol. 599, Issue 3, pp. 737–767). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1113/JP279963>
20. Pooles, D. C., Ward, S. A., Gardner, G. W., & Whipp, B. J. (1988). Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. *Ergonomics*, 31(9), 1265–1279. <https://doi.org/10.1080/00140138808966766>
21. Rønnestad, B. R., & Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. In *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* (Vol. 24, Issue 4, pp. 603–612). Blackwell Munksgaard. <https://doi.org/10.1111/sms.12104>
22. Sandford, G. N., Allen, S. v., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019). Anaerobic speed reserve: A key component of elite Male 800-m running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(4), 501–508. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0163>
23. Sandford, G. N., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019). Maximal Sprint Speed and the Anaerobic Speed Reserve Domain: The Untapped Tools that Differentiate the World’s Best Male 800 m Runners. *Sports Medicine*, 49(6), 843–852. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1010-5>
24. Sandford, G. N., Rogers, S. A., Sharma, A. P., Kilding, A. E., Ross, A., & Laursen, P. B. (2019). Implementing anaerobic speed reserve testing in the field: Validation of $v\text{VO}_2\text{max}$ prediction from 1500-m race performance in elite middle-distance runners. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(8), 1147–1150. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0553>
25. Sandford, G. N., & Stellingwerff, T. (2019). “Question Your Categories”: the Misunderstood Complexity of Middle-Distance Running Profiles With Implications for Research Methods and Application. In *Frontiers in Sports and Active Living* (Vol. 1). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00028>