

# Aquecimento

Valéria Leme Gonçalves Panissa

Fisiologia do Esporte

2021

# Warm Up I

## Potential Mechanisms and the Effects of Passive Warm Up on Exercise Performance

# Warm Up II

## Performance Changes Following Active Warm Up and How to Structure the Warm Up

Sports Med (2015) 45:1523–1546  
DOI 10.1007/s40279-015-0376-x



REVIEW ARTICLE

## Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications

Courtney J. McGowan<sup>1,2</sup> · David B. Pyne<sup>1,3</sup> · Kevin G. Thompson<sup>1,2</sup> · Ben Rattray<sup>1,2</sup>

# Objetivos da aula



## Aquecimento

- ✓ Definição
- ✓ Bases fisiológicas
- ✓ Efeitos no desempenho
- ✓ Como estruturar

# Aquecimento - Definição

- ✓ Prática preparatória realizada previamente a uma sessão de exercício considerada como principal ou competição
- ✓ Considerado como essencial por atletas e técnicos porém a literatura apresenta algumas divergências em relação aos efeitos no desempenho
- ✓ Tentativa e erro

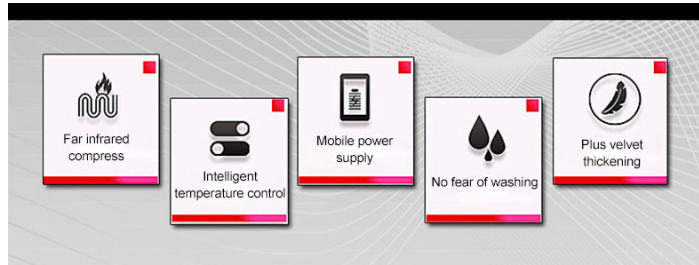
# Aquecimento - tipos

## ✓ Aquecimento passivo

- ✓ Utilização de recursos externos para elevar a temperatura sem depleção de substratos ou fadiga

## ✓ Aquecimento ativo

- ✓ Envolve a realização de exercício e ocasiona mudanças fisiológicas
- ✓ Deve ser elaborado para não causar “fadiga” - intensidade e período de recuperação adequados



Using carbon fiber filament far infrared heating

Heat through carbon fiber thread  
Up to 50°C in 30 seconds

Five hot areas on top

**Shoulder hot zone**  
Shoulder warmth can effectively relieve shoulder and neck discomfort and other problems

**Elbow hot zone**  
Keep your elbow warm can effectively relieve discomfort and cold after elbow exercise

**Waist heating zone**  
Warm waist can effectively relieve lumbar spine cold, waist discomfort, etc.



# Bases fisiológicas

- Mecanismos dependentes do aumento da temperatura
- Mecanismos podem não ser relacionados ao aumento da temperatura

Maior liberação de O<sub>2</sub> pela hemoglobina

Aumento da velocidade reações metabólicas

Potencialização pós ativação

Mecanismos

Aumento da taxa de condução do nervo

Aumento do fluxo sanguíneo para os músculos

Diminuição da resistência dos músculos e articulações

Alterações no consumo de O<sub>2</sub>

Efeitos psicológicos e aumento da prontidão



# Mecanismos dependentes da temperatura

# Qual temperatura?



## Pele ?

Aquecimento ativo eleva de 3 a 4 graus a temperatura muscular, medindo na profundidade de 2 a 4 cm

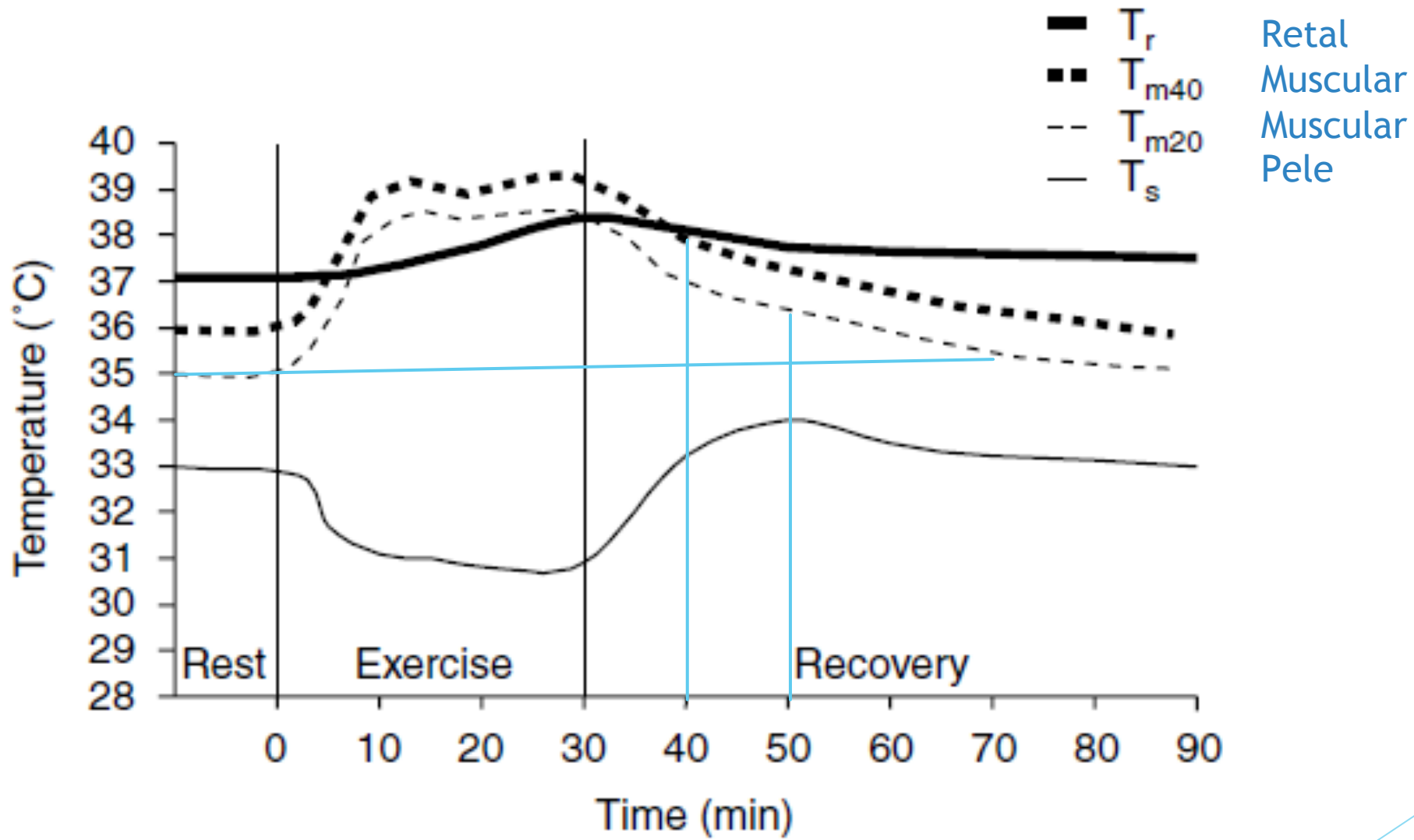
Aquecimento passivo eleva em 3 graus a temperatura muscular

## Corporal?

## Muscular?

# Como medir a temperatura?

- Corpo todo = retal
- Muscular = com agulha invasiva ou termografia



# Aumento da velocidade de reações metabólicas

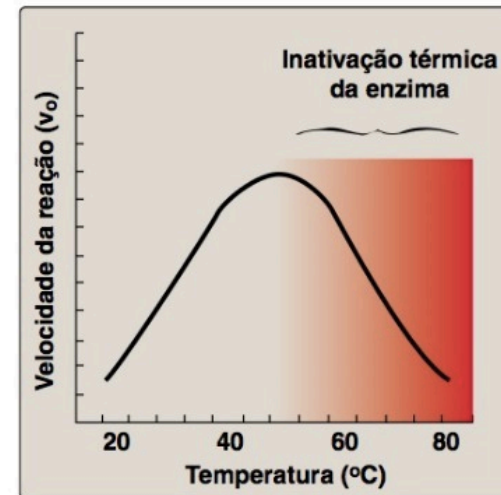
## B. Temperatura

1. **Aumento da velocidade com a temperatura.** A velocidade de reação aumenta com a temperatura, até um pico de velocidade ser atingido (Figura 5.7). Isso ocorre devido ao aumento do número de moléculas com energia suficiente para atravessar a barreira da energia de ativação e formar os produtos da reação.
2. **Diminuição da velocidade com temperaturas mais altas.** Uma elevação maior da temperatura resulta em redução na velocidade de reação como resultado da desnaturação da enzima, induzida pela temperatura (Figura 5.7).

A temperatura ótima para a maioria das enzimas humanas está entre 35 e 40 °C. As enzimas humanas começam a desnaturar em temperaturas acima de 40 °C, porém, as enzimas de bactérias termófilas, encontradas em fontes de água quente, apresentam temperatura ótima em torno de 70 °C.

(Marzocco e Torres, 1999)

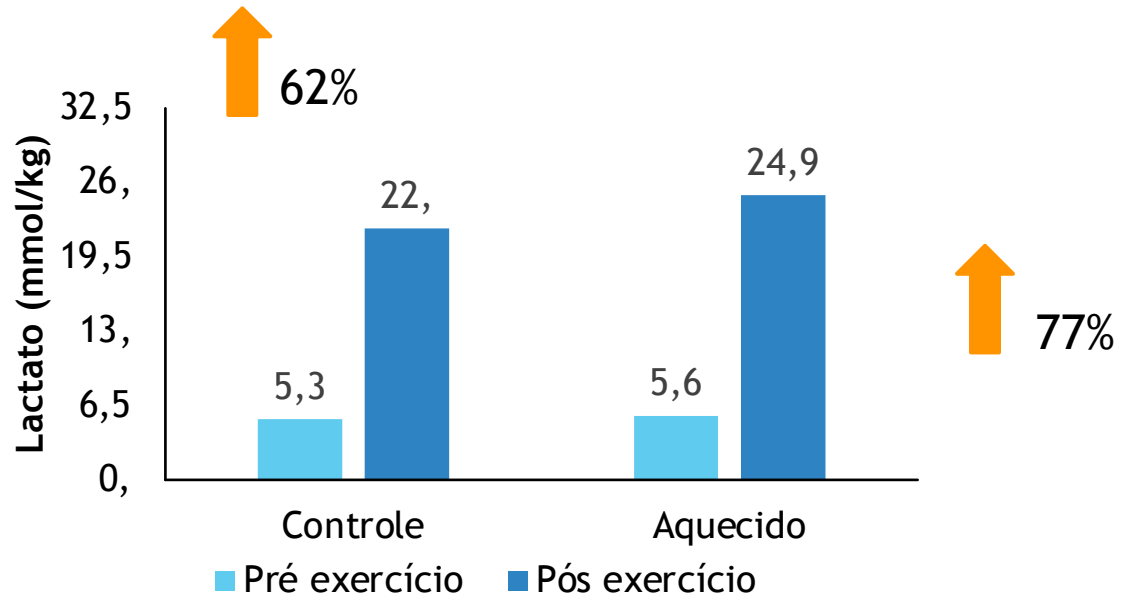
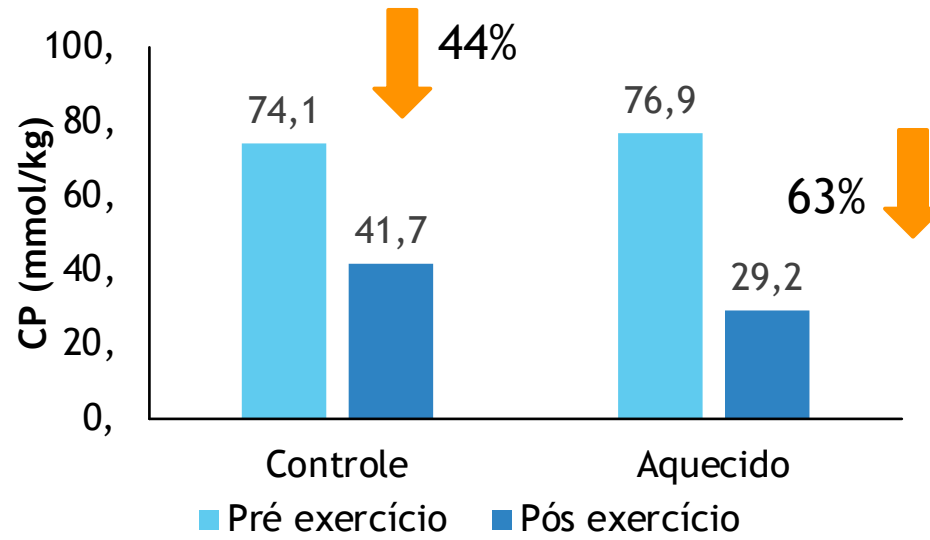
## Aeróbio e anaeróbio



**Figura 5.7**

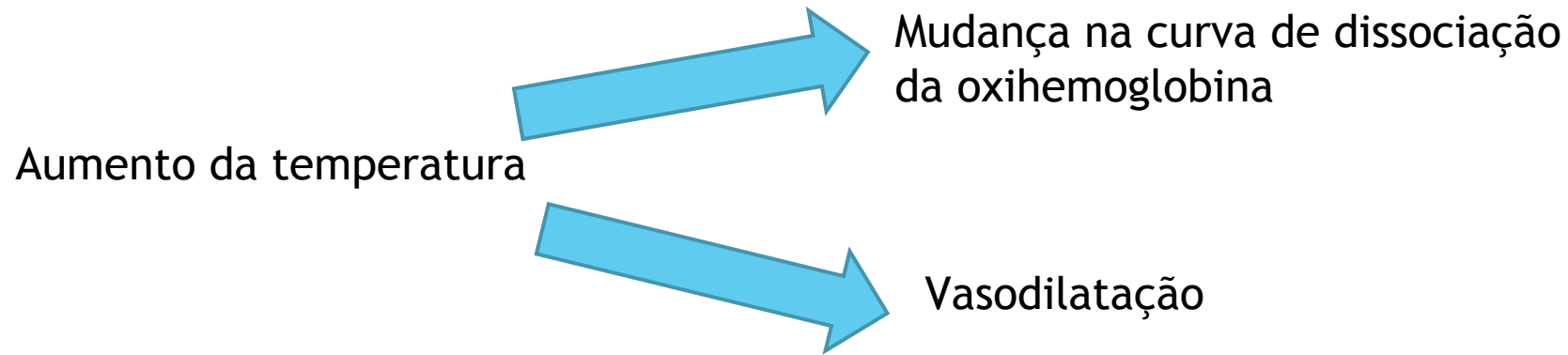
Efeito da temperatura sobre uma reação catalisada por enzima.

# Sprint de 6s

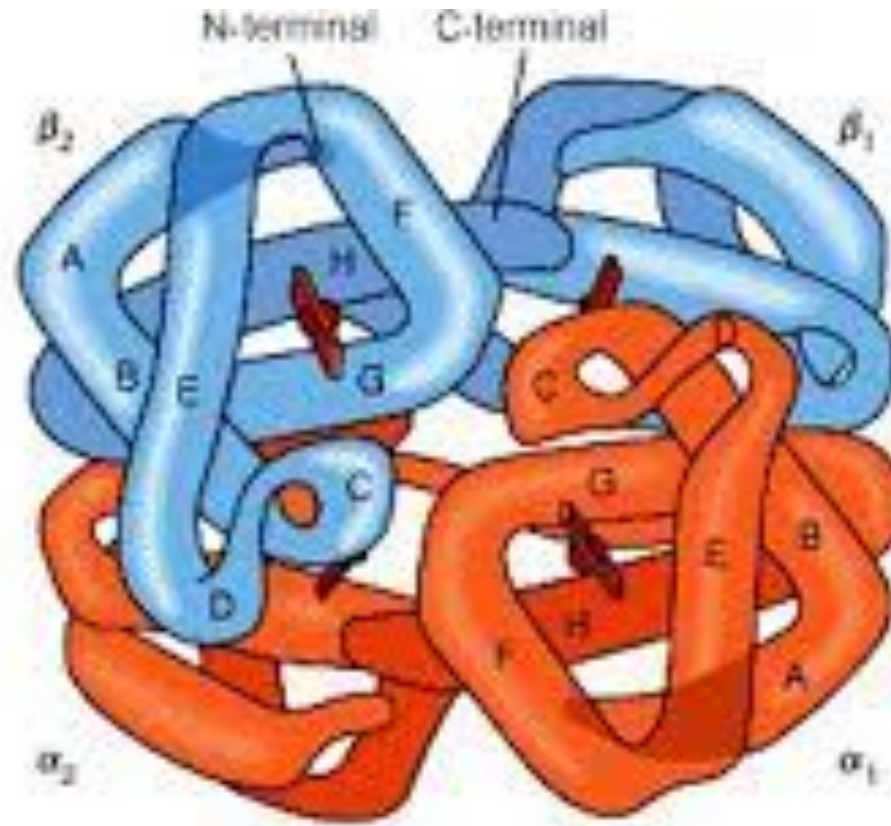
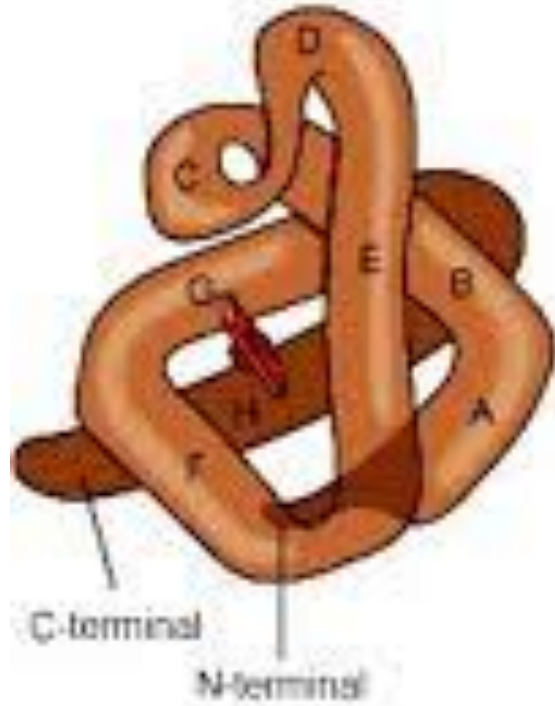


(Gray et al., 2013)

# Aumento de entrega de oxigênio para os músculos



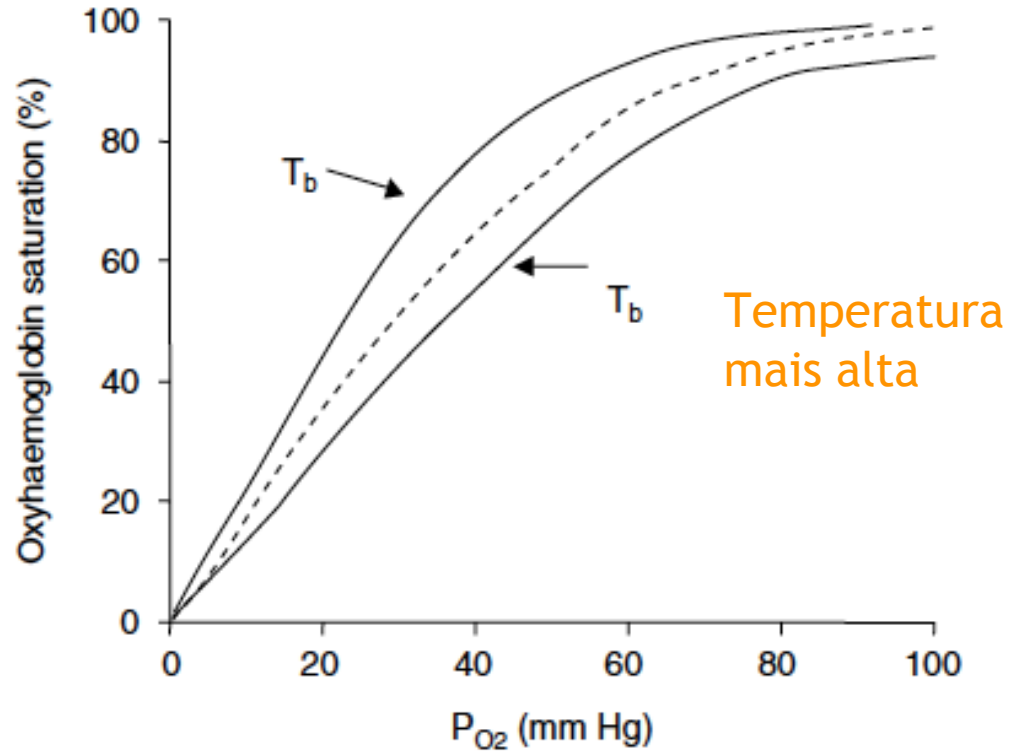
Mioglobina



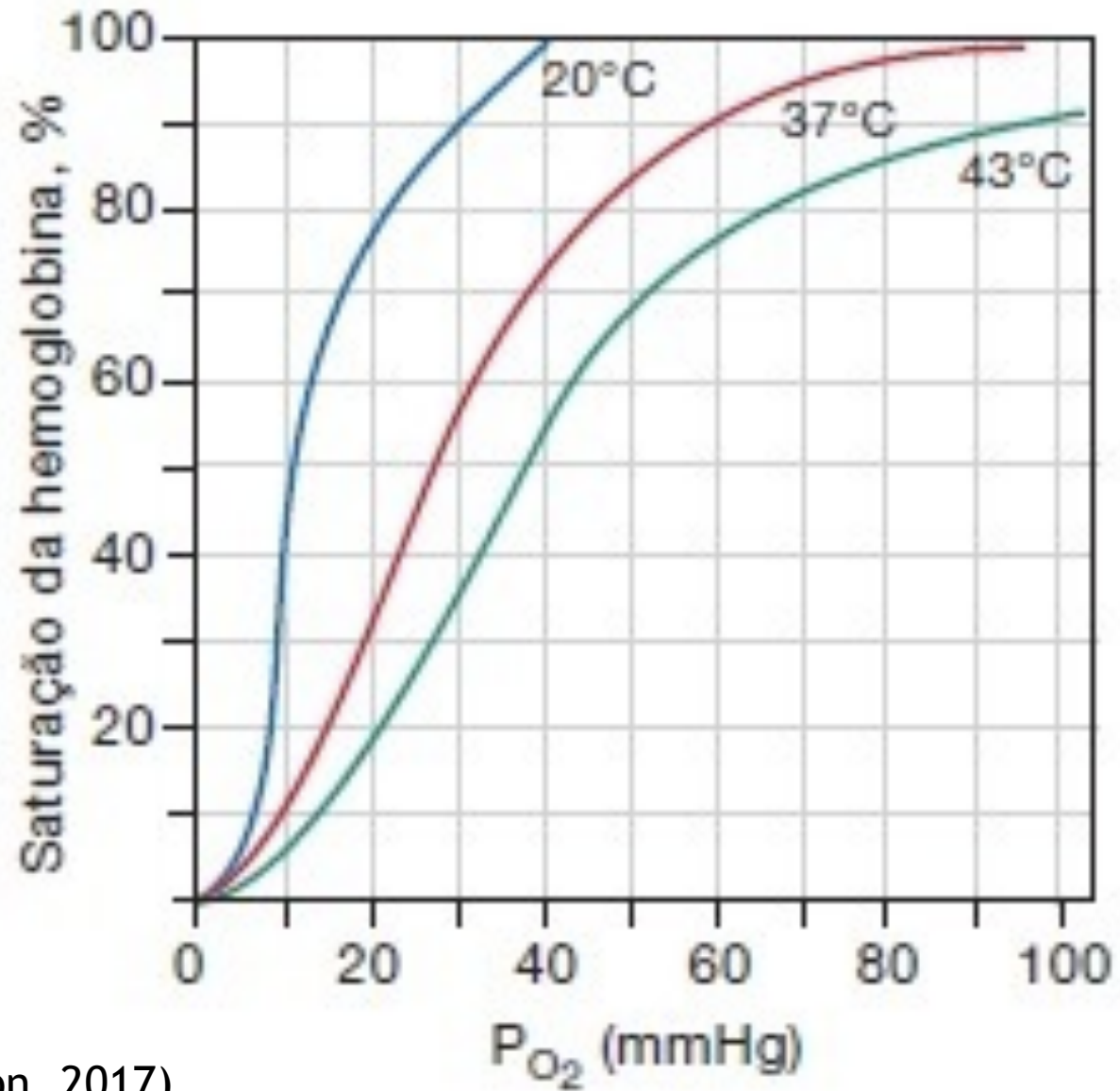
Hemoglobina



# Curva de dissociação da hemoglobina



**Fig. 2.** The effect of changing blood temperature ( $T_b$ ) on the shape of the oxyhaemoglobin dissociation curve.  $P_{O_2}$  = oxygen partial pressure.

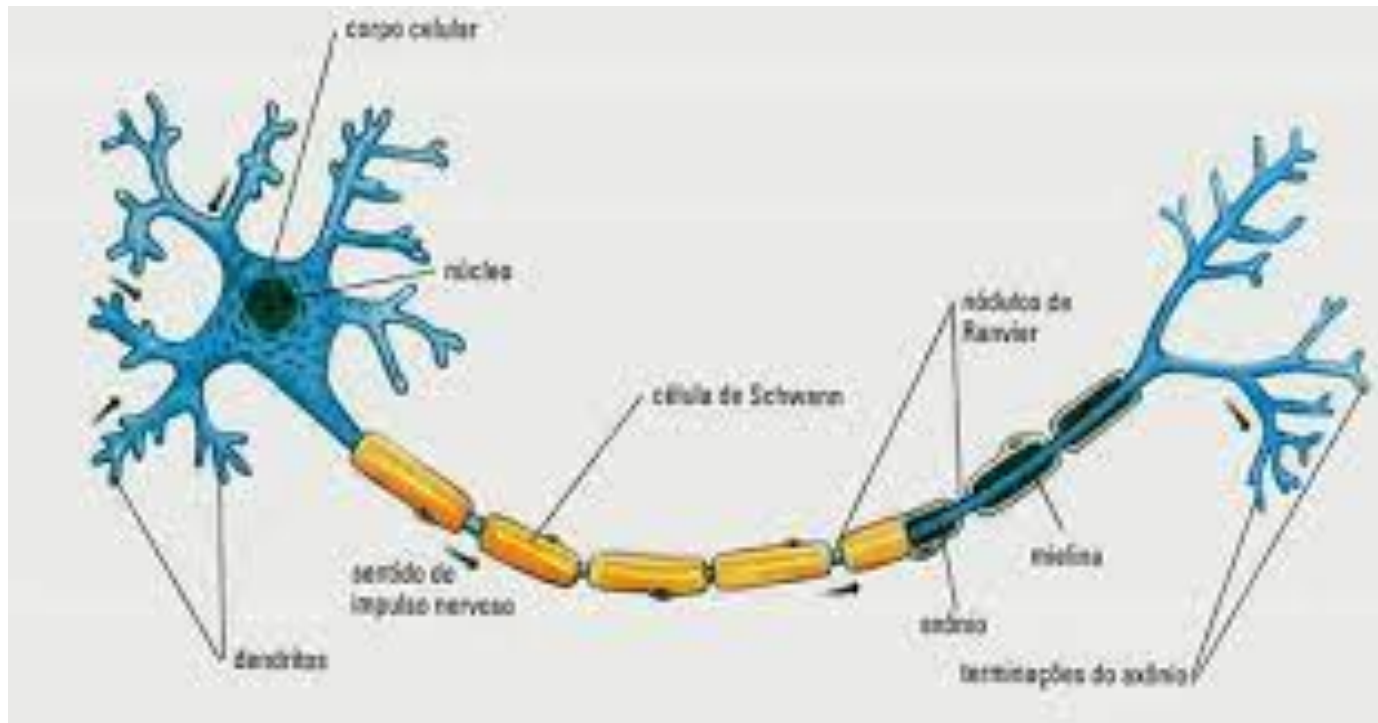


(Silverston, 2017)

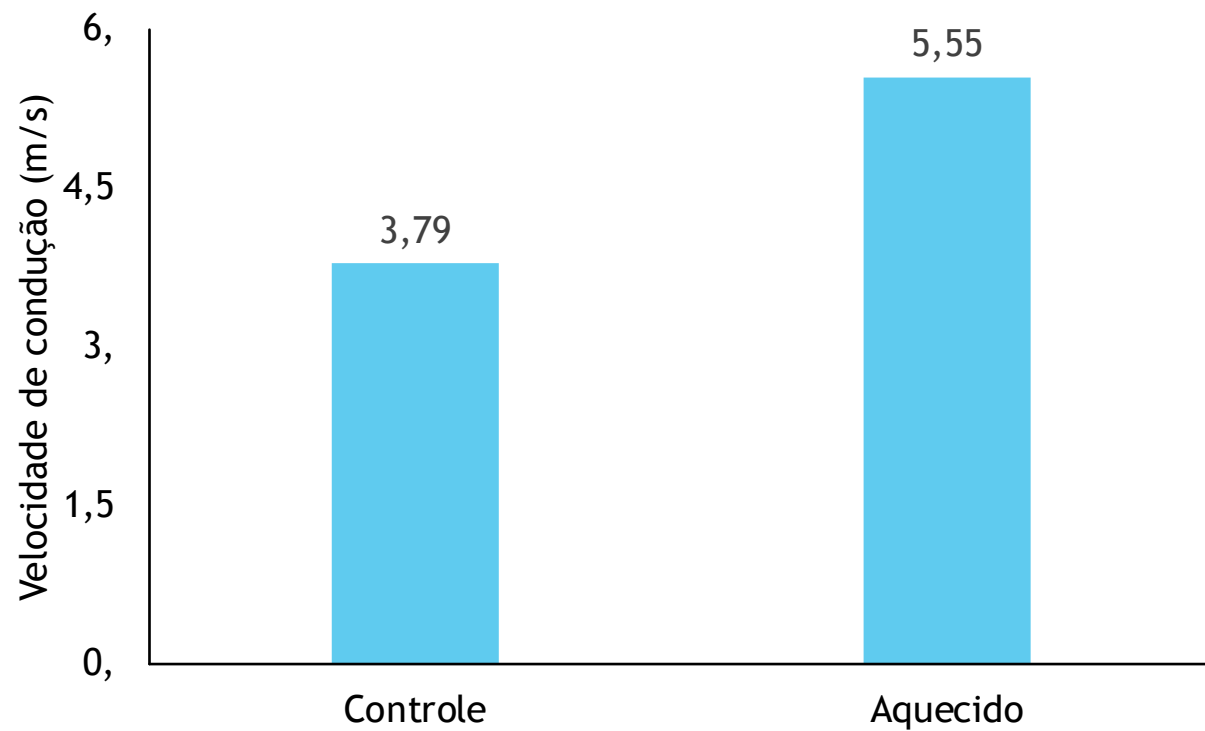
# Diminuição da resistência dos músculos e articulações

- Stiffness
- Aumento da temperatura “quebra” ligações mais estáveis de actina e miosina
- Tixotropia (tônus muscular em situação de repouso)

# Aumento da velocidade de condução do impulso nervoso



# Sprint de 6s



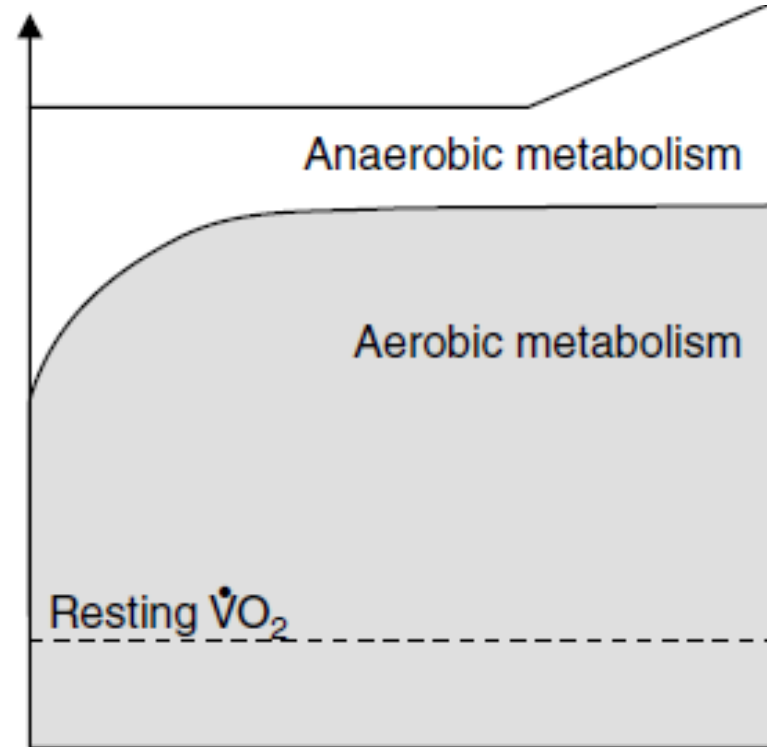
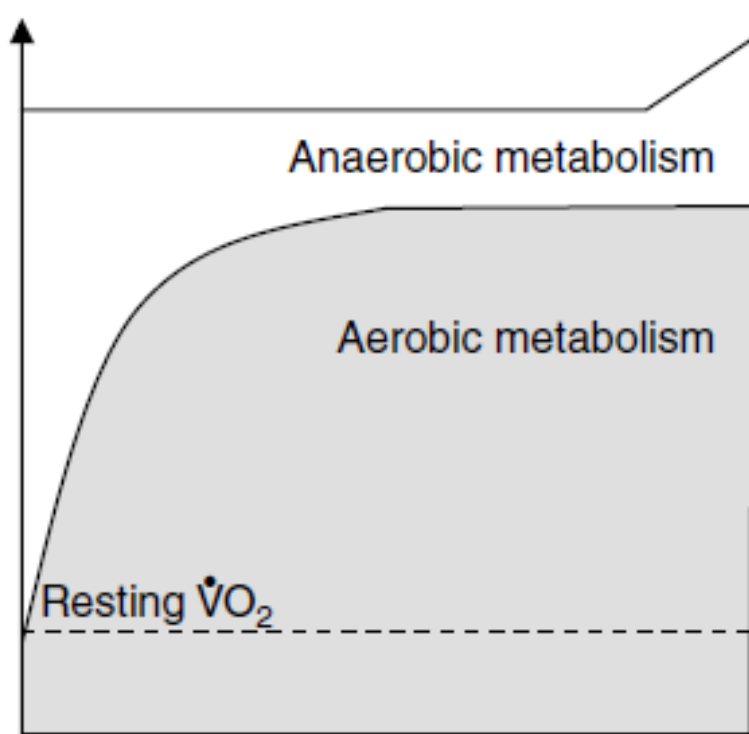
(Gray et al. 2013)

Podem ou não ser dependentes da  
elevação da temperatura -  
Aquecimento Ativo

# Aumento do fluxo sanguíneo para os músculos

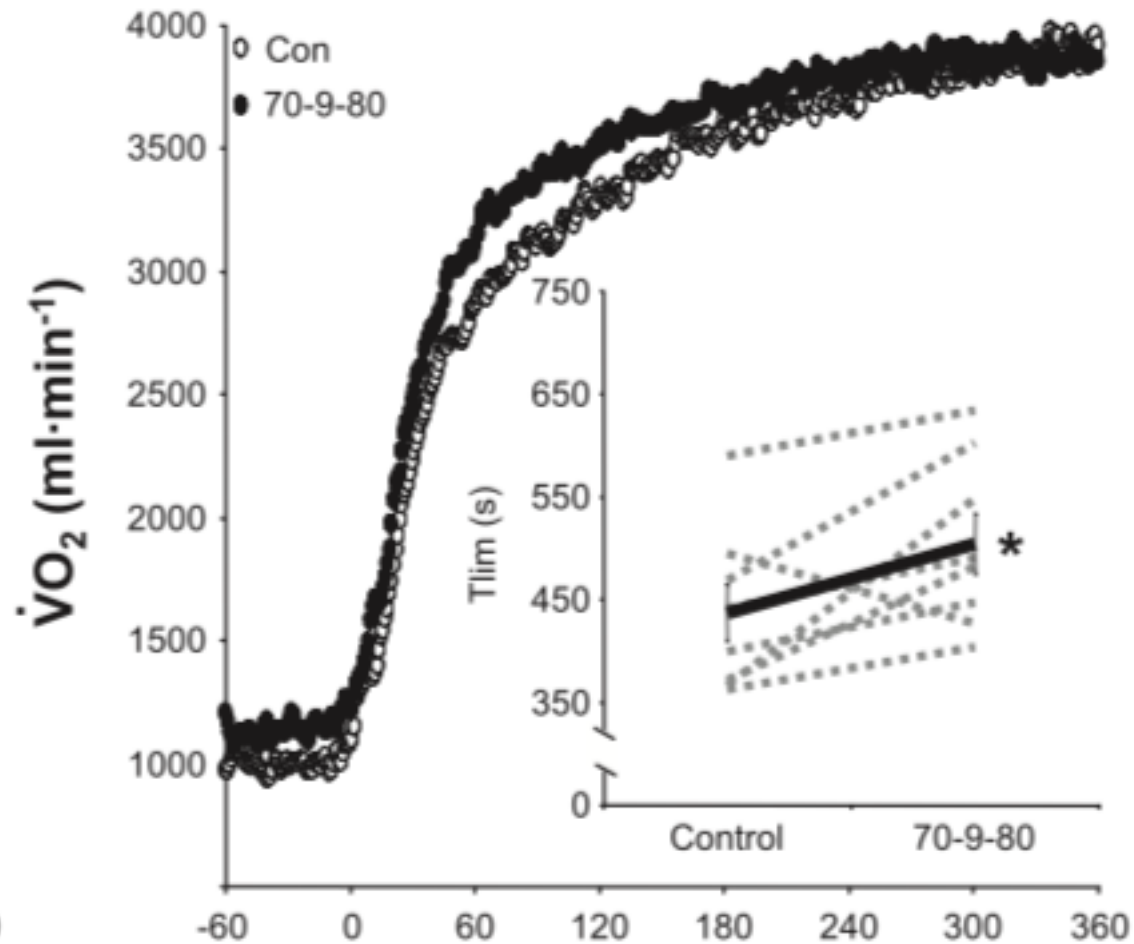
- Aumento da demanda energética
- Aumento da disponibilidade do oxigênio
- Aumento da disponibilidade de substratos

# Aumento da linha de base do consumo de oxigênio





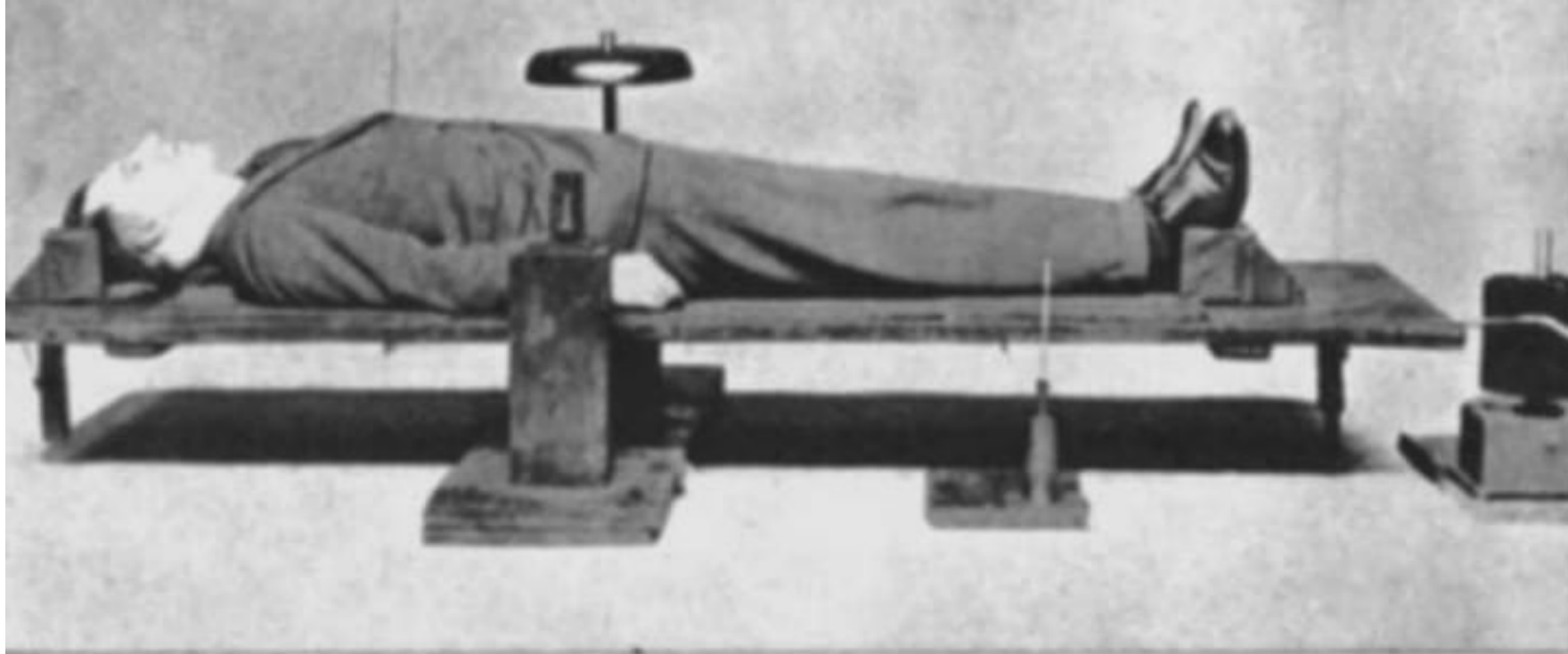
# Cinética do consumo de oxigênio



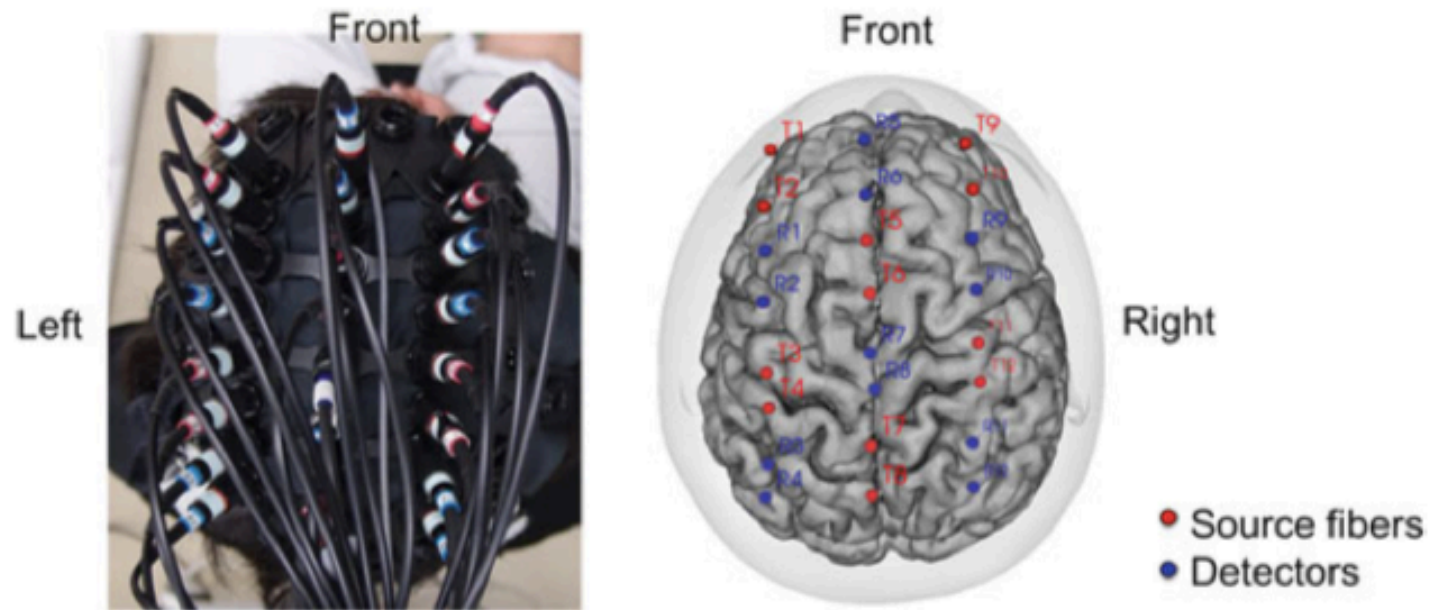
(Bailey et al. 2009)

# Efeitos “psicológicos”

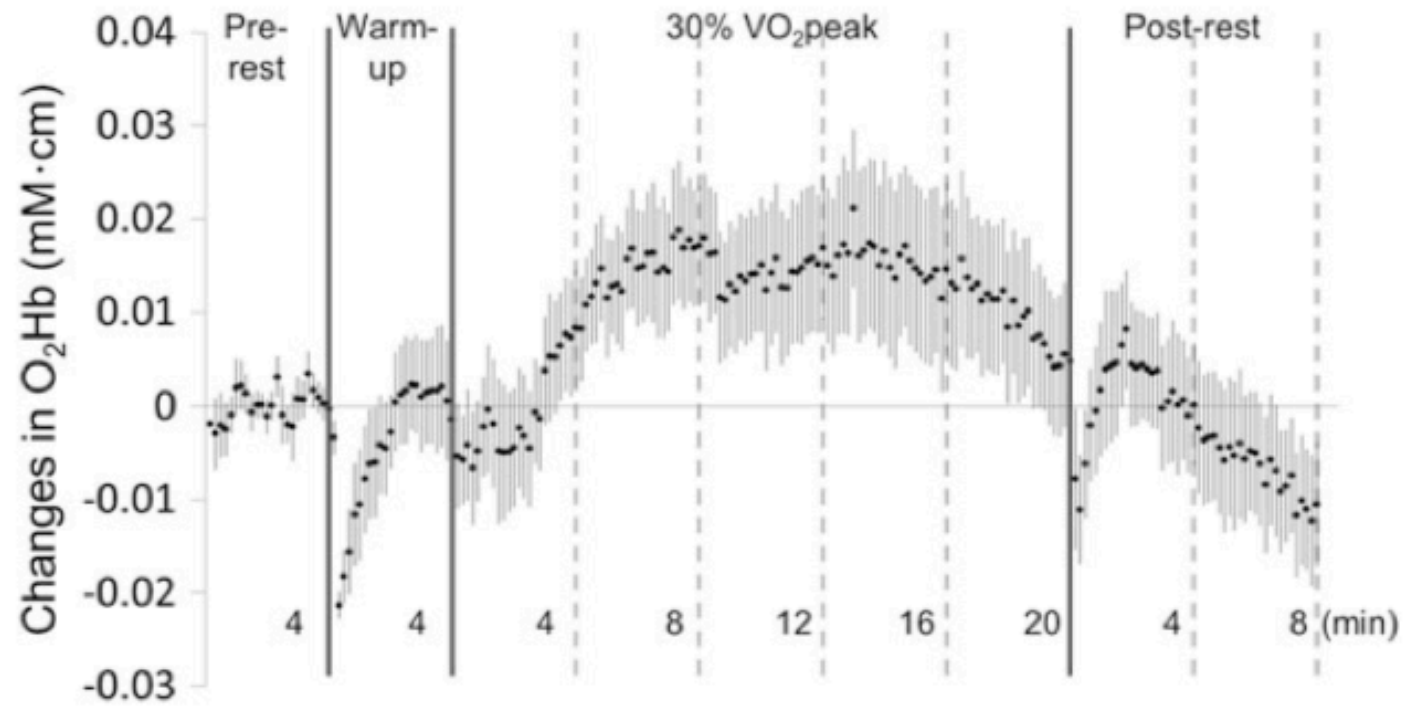
- Imaginar o aquecimento? (Malareki, 1954)



**Fig. 1. The Mosso balance constructed in King's College.**



**Fig. 10.1** NIRS optode placement and locations of the 12 light-source fibers and 12 detectors



**Fig. 10.2** Temporal changes in the averaged oxyhaemoglobin (O<sub>2</sub>Hb) level. Values are presented as mean  $\pm$  standard error of the mean (SEM)

# Aquecimento passivo e desempenho

- Um aumento de 1 grau na temperatura muscular pode melhorar o desempenho entre 2 a 5%

# Aquecimento passivo

- ✓ Efeitos no desempenho
  - ✓ **Duração curta** - esforço máximo menor que 10 segundos
  - ✓ **Duração intermediária** - esforço máximo maior que 10 segundos e menor que 5 minutos
  - ✓ **Duração longa** - esforço que apresenta exaustão em período maior que 5 minutos

# Aquecimento passivo

- ✓ **Efeitos no desempenho de duração curta ( $\leq 10$  segundos)**
  - ✓ Força isométrica
    - ✓ Limitação metodológica dos estudos com pequeno efeito
  - ✓ Força dinâmica
    - ✓ **Efeito positivo**
- ✓ Possível aplicação para manutenção da temperatura corporal acima do intervalo fisiológico antes do desempenho curto (corrida e salto)



# Aquecimento passivo

- ✓ Efeitos no desempenho de duração intermediária ( $\leq 10$  segundos e  $\geq 5$  minutos)
- ✓ **Efeito positivo**

# Aquecimento passivo

- ✓ **Efeito positivo**
- ✓ Banho quente de 8 a 10 minutos a 47 graus celsius
- ✓ Melhoras no desempenho na natação 50, 200 e 400 metros (1,5% - significativa)
- ✓ Transição

(Carlie, 1956; Muido, 1945)

*Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 290: R376–R382, 2006.  
First published September 15, 2005; doi:10.1152/ajpregu.00291.2005.

---

## Skeletal muscle ATP turnover and muscle fiber conduction velocity are elevated at higher muscle temperatures during maximal power output development in humans

**Stuart R. Gray,<sup>1</sup> Giuseppe De Vito,<sup>1</sup> Myra A. Nimmo,<sup>1</sup> Dario Farina,<sup>2</sup> and Richard A. Ferguson<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Applied Physiology, University of Strathclyde, Glasgow, United Kingdom; and* <sup>2</sup>*Center for Sensory-Motor Interaction, Department of Health Science and Technology, Aalborg University, Aalborg, Denmark*

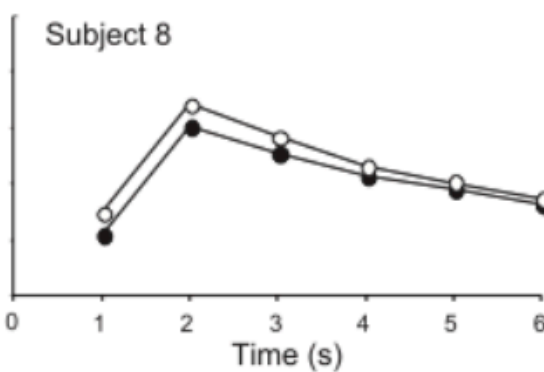
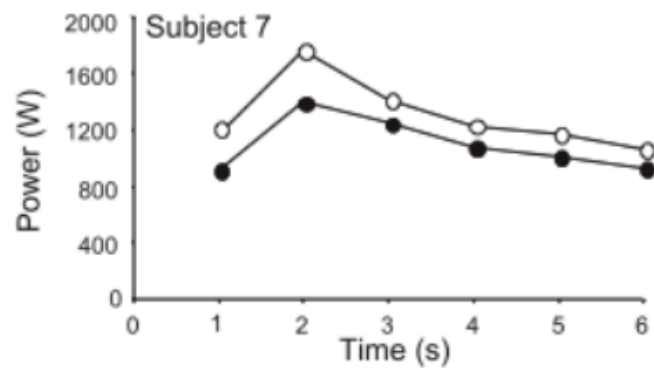
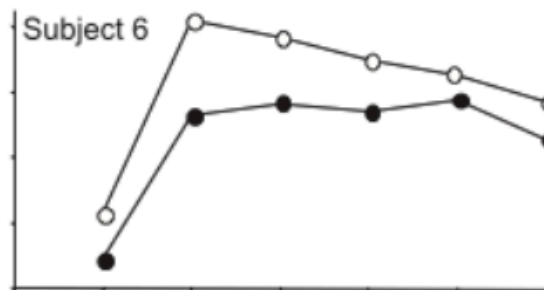
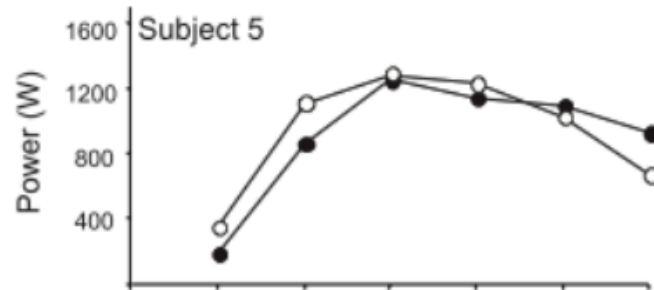
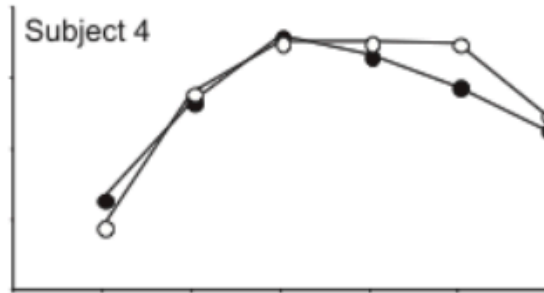
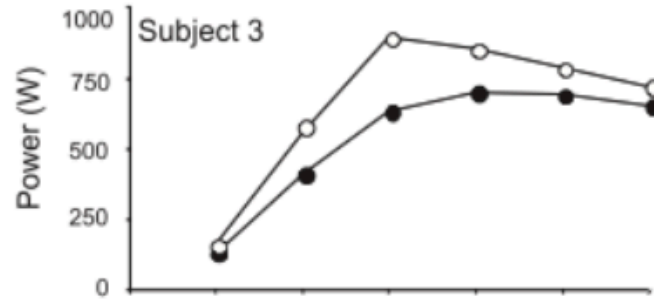
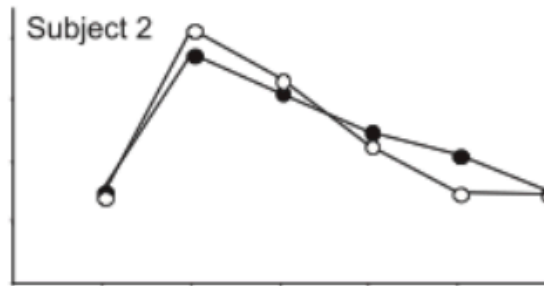
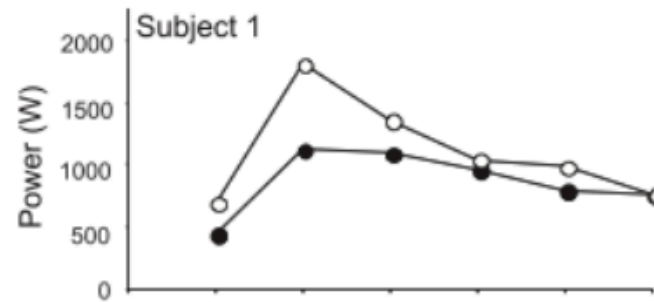
Submitted 26 April 2005; accepted in final form 9 September 2005

# Aquecimento passivo

- ✓ Fisicamente ativos
- ✓ Um Sprint máximo de 6s
- ✓ Imersão em água até a prega glútea (42,8 graus) por 30min e cobertor elétrico
- ✓ Velocidade de condução (EMG)
- ✓ Temperatura retal contínua e no músculo
- ✓ Biópsia para substratos

# Aquecimento passivo

- ✓ O protocolo resultou em aumento de  $T_m$  37,5 vs 34,2 antes do exercício
- ✓ Temperatura retal 37,2 vs 37,1
- ✓ Maior queda de PCr e aumento de lactato
- ✓ Velocidade de condução aumentada



# Aquecimento passivo

- ✓ **Duração curta**
  - ✓ ↑ efeito positivo na força dinâmica
- ✓ **Duração intermediária**
  - ✓ ↑ efeito positivo
- ✓ **Duração longa**
  - ✓ ↓ efeito negativo

# Aquecimento passivo

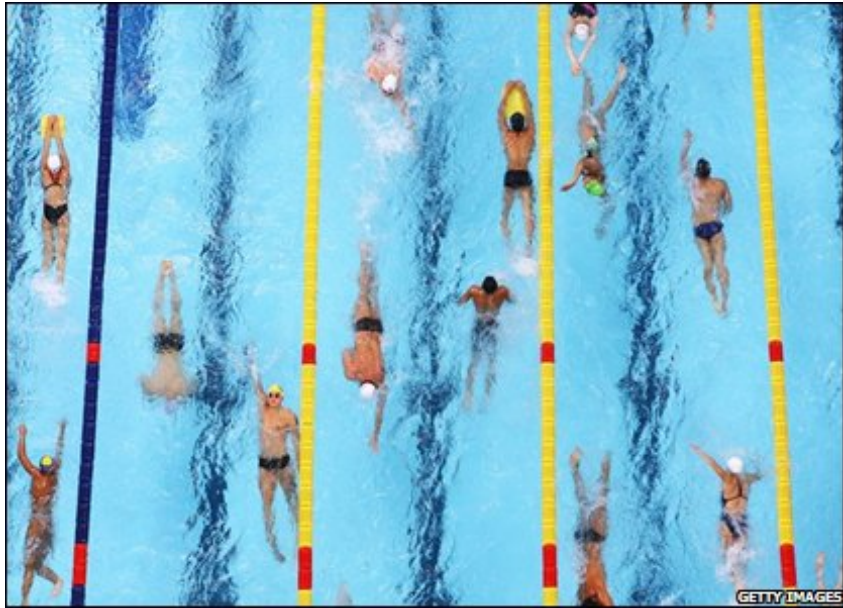
- ✓ Efeito negativo do aquecimento passivo
- ✓  $P_q$ ?
- ✓ Diminuição da capacidade de “estocar” calor





# Aquecimento Ativo e desempenho

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of blue, ranging from light sky blue to deep navy blue. The shapes are primarily triangles and polygons, creating a dynamic, layered effect. The overall composition is clean and modern, with the text positioned on the left side against a white background.



# Aquecimento ativo + passivo

## *Reducing muscle temperature drop post warm-up improves sprint cycling performance*

This item was submitted to Loughborough University's Institutional Repository by the/an author.

**Citation:** FAULKNER, S.H. ... et al., 2012. Reducing muscle temperature drop after warm-up improves sprint cycling performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 45 (2), pp.359-365.

# Ativo + passivo

- 11 ciclistas
- 15 minutos de aquecimento (5 min em 100W; 5x 10s all-out com 1m e 50s rec ativa 75W)
- 30 minutos de transição (roupa comum, com isolamento térmico ou aquecimento elétrico 40 a 42 graus)
- 30s all out
- Temperatura muscular e retal
- Lactato sanguíneo

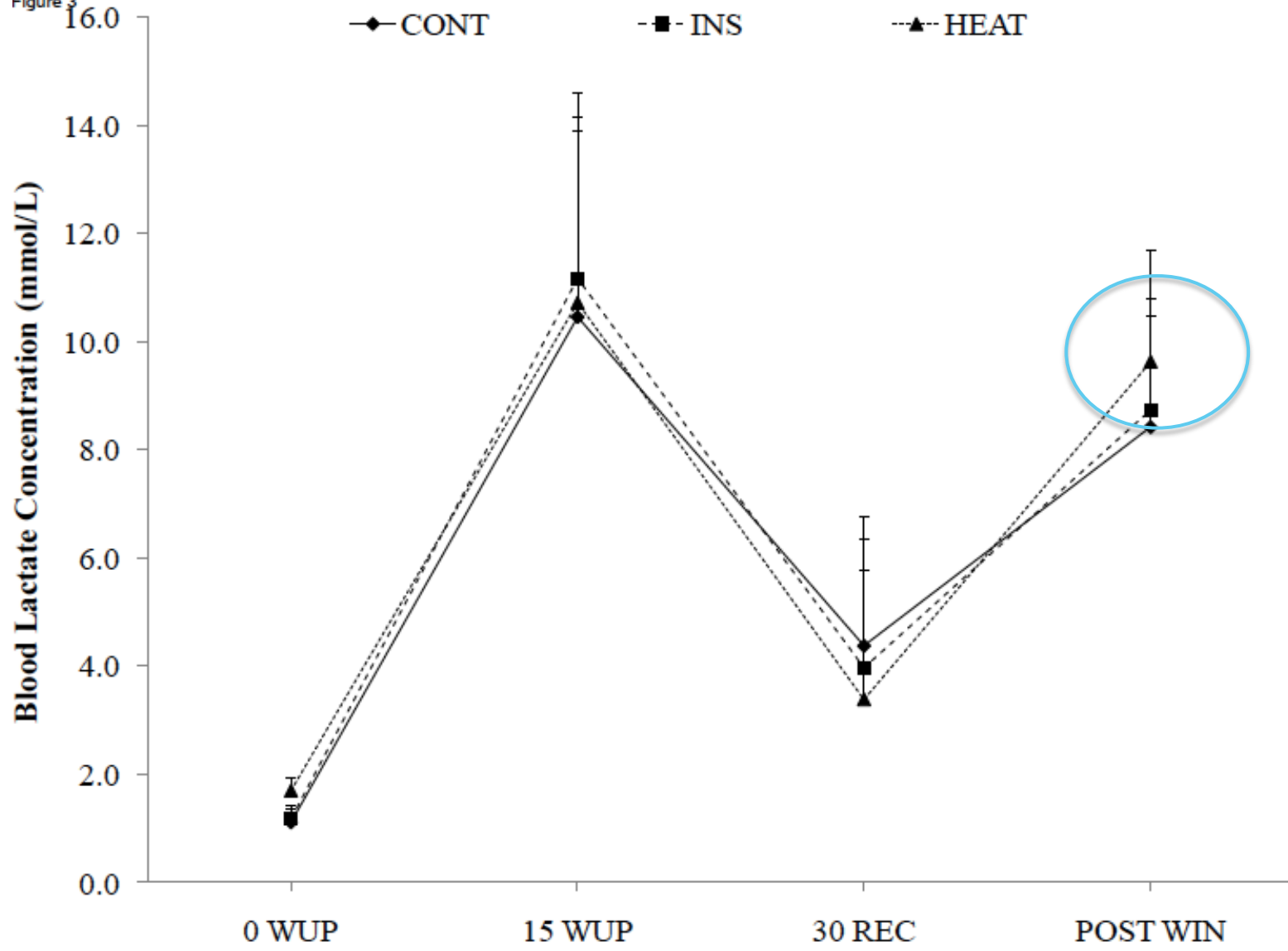
- Aquecimento aumentou a temperatura muscular em 2,5 graus em todas as condições
- Durante a recuperação a Tm ficou elevada somente no HEAT (aquecimento elétrico)
- No HEAT o desempenho foi melhor que no controle, aumentos 9,6 e 9,1%
- Lactato pós Sprint mais aumentado no HEAT (6,3; 4,0 e 4,1mmol)

	<b>CONT</b>	<b>INS</b>	<b>HEAT</b>
<b>PPO (W)</b>	1468 ± 260	1545 ± 338	1609 ± 270*
<b>rPPO (W/Kg)</b>	19.2 ± 1.7	20.3 ± 2.3	20.9 ± 1.6*
<b>Mean PO (W)</b>	711 ± 153	707 ± 127	769 ± 77
<b>Min PO (W)</b>	443 ± 81	435 ± 136	409 ± 61
<b>Time to peak PO (s)</b>	1.9 ± 0.3	1.8 ± 0.2	1.6 ± 0.2
<b>Peak cadence (RPM)</b>	123.8 ± 5.3	124.3 ± 6.2	127.0 ± 6.3
<b>Time to peak cadence (s)</b>	3.4 ± 0.8	3.1 ± 0.7	2.7 ± 0.7
<b>Fatigue Index (%)</b>	68.8 ± 8.2	69.8 ± 9.5	74.2 ± 4.3

\* Significant difference between HEAT and CONT (p<0.05)

	15 WUP			30 REC			POST WIN		
	CONT	INS	HEAT	CONT	INS	HEAT	CONT	INS	HEAT
<b>T<sub>C</sub> (°C)</b>	37.4 ± 0.3	37.4 ± 0.4	37.5 ± 0.2	37.2 ± 0.3	37.3 ± 0.3	37.2 ± 0.2	37.1 ± 0.3	37.3 ± 0.3	37.2 ± 0.2
<b>H.R.M (b.p.m)</b>	137 ± 17	138 ± 13	138 ± 10	82 ± 11	90 ± 29	80 ± 13	161 ± 9	167 ± 9	169 ± 7

Figure 3





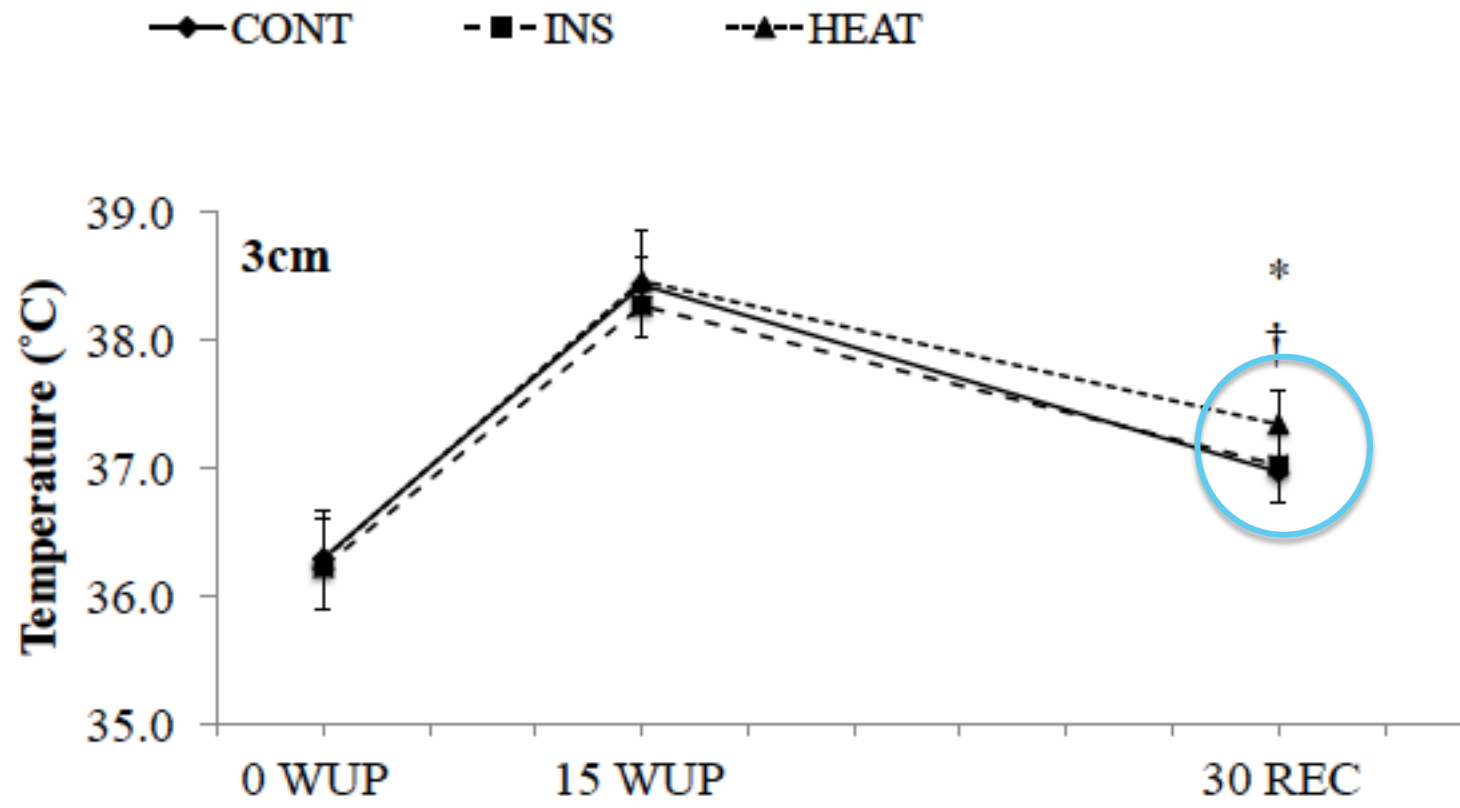
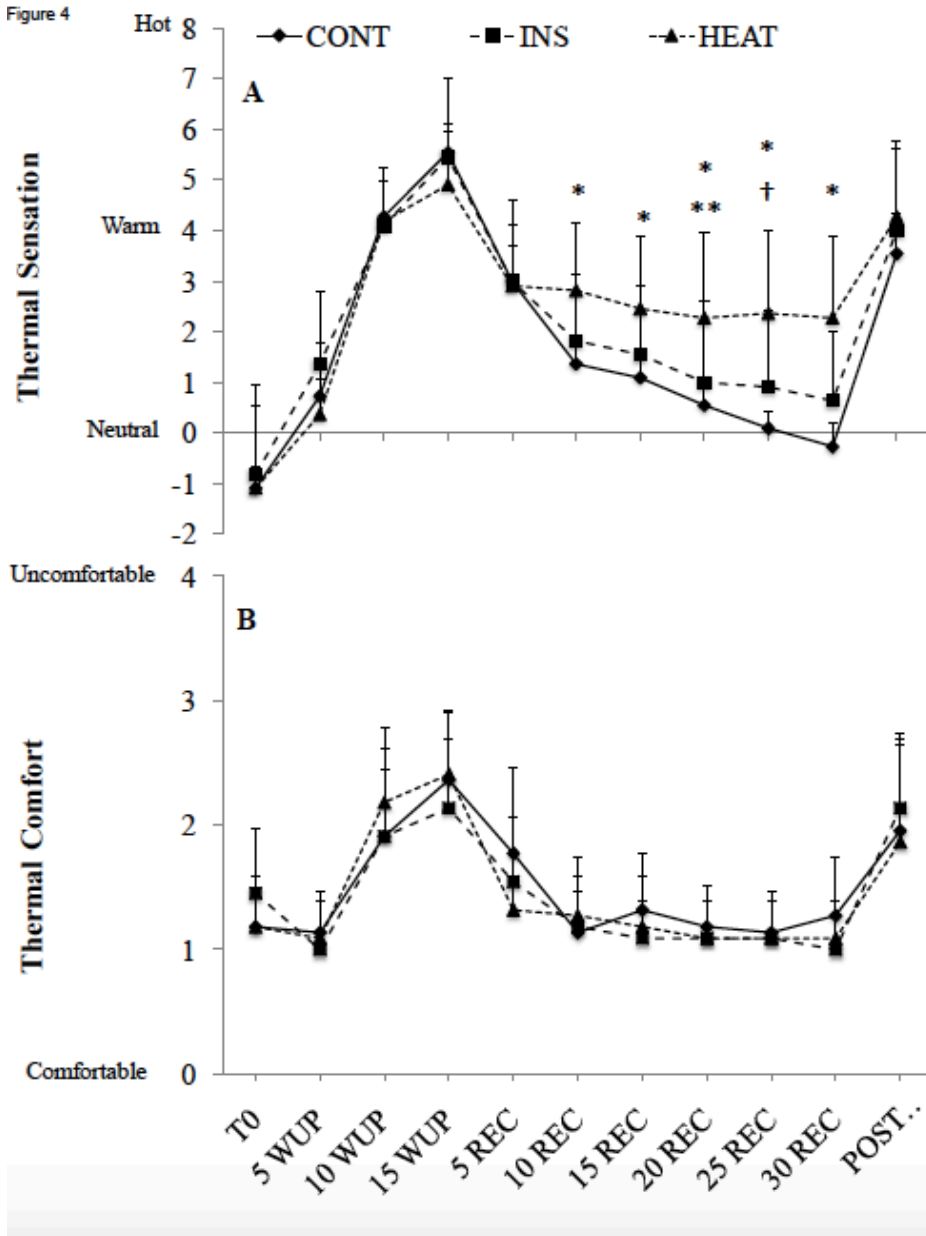


Figure 4



# Aquecimento ativo

- ✓ Efeitos no desempenho
  - ✓ **Duração curta** - esforço máximo menor que 10 segundos
  - ✓ **Duração intermediária** - esforço máximo maior que 10 segundos e menor que 5 minutos
  - ✓ **Duração longa** - esforço que apresenta exaustão em período maior que 5 minutos

(Bishop, 2003)

# Aquecimento ativo

- ✓ Efeitos no desempenho de duração curta ( $\leq 10$  segundos)
- ✓ Desempenho é dependente da ressíntese de energia via sistema ATP-CP

# Aquecimento ativo

- ✓ Efeitos no desempenho de duração curta ( $\leq 10$  segundos)
  - ✓ Salto vertical
    - ✓ Entre 3 e 5 minutos de aquecimento moderado (corrida - 55%  $\dot{V}O_{2\max}$ : ciclismo - 100-150 W) resultam em melhora do desempenho ↑entre 7,2 e 7,8%

# Aquecimento ativo

- ✓ Efeitos no desempenho de duração curta ( $\leq 10$  segundos)
- ✓ Entre 3 e 5 minutos de aquecimento moderado resultam em melhora do tempo para percorrer uma distância entre 27 e 55 metros de natação, 55 metros de corrida e potência pico em cicloergômetro

# Aquecimento ativo

- ✓ Efeitos no desempenho de duração curta ( $\leq 10$  segundos)
- ✓ Melhora do desempenho parece ser levemente superior quando comparado ao aquecimento passivo e atribuída à elevação da temperatura - 2,7 vs 2,3% por  $1^\circ\text{C}$

# Aquecimento ativo

- ✓ Efeitos no desempenho de duração curta ( $\leq 10$  segundos)
- ✓ ↓ quando o aquecimento é realizado em intensidade baixa (exercícios de calistenia)
- ✓ ↓ quando o aquecimento é muito intenso e o intervalo para a atividade principal é pequeno ou inexistente



# Aquecimento ativo - resumo

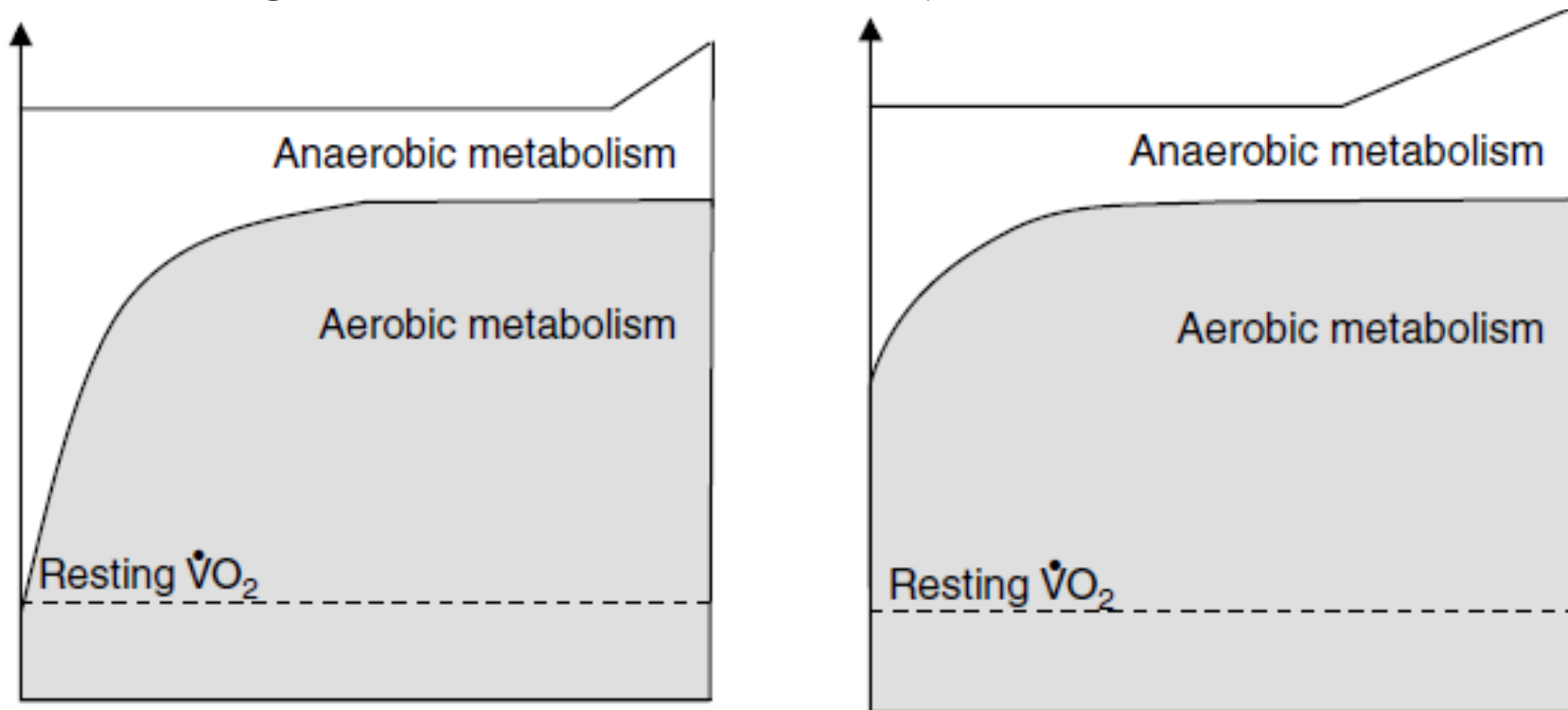
- ✓ Efeitos no desempenho de duração curta ( $\leq 10$  segundos)
  - ✓ 3-5 minutos de aquecimento em intensidade moderada promove benefícios no desempenho em diferentes tarefas
  - ✓ Sem benefícios quando é realizado em intensidade baixa ou alta, ou quando o intervalo entre o aquecimento e a tarefa principal é curto ou inexistente

# Aquecimento ativo

- ✓ **Efeitos no desempenho de duração intermediária ( $\leq 10$  segundos e  $\geq 5$  minutos)**
- ✓ Elevação da linha de base do  $\text{VO}_2$  preserva a utilização da capacidade anaeróbia (evitar acúmulo de metabólitos e utilização da reserva) para a tarefa principal, principalmente

# Aquecimento ativo


- ✓ Efeitos no desempenho de duração intermediária ( $\leq 10$  segundos e  $\geq 5$  minutos)



# Aquecimento ativo

- ✓ **Efeitos no desempenho de duração intermediária ( $\leq 10$  segundos e  $\geq 5$  minutos)**
  - ✓  $\geq 5$  minutos em intensidade moderada com período de recuperação curto
  - ✓ Intensidade pesada (15 minutos em 70%  $VO_{2max}$ ) com período de recuperação maior (6 minutos)
  - ✓ **Corrida 1,6km; 402 metros**
  - ✓ **Ciclismo em 350 e 400 watts; 40s all out**
  - ✓ **Natação 91m**

# Aquecimento ativo

- ✓ **Efeitos no desempenho de duração intermediária**  
**( $\leq 10$  segundos e  $\geq 5$  minutos)**
- ✓  ou ↓ sem elevação da linha de base do  $VO_2$
- ✓ Intensidade baixa -  $\leq 40\%$  do  $VO_{2max}$
- ✓ Período de recuperação muito longo - 5-10 minutos
- ✓ Intensidade elevada causa fadiga

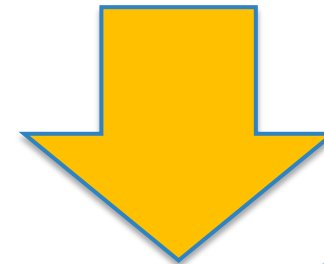
# Aquecimento ativo

- ✓ **Efeitos no desempenho de duração longa ( $\geq 5$  minutos)**
- ✓ Desempenho de longa duração é limitado pelo  $\uparrow$ temperatura corporal e depleção dos estoques de glicogênio

W.A. Gregson · B. Drust · A. Batterham · N.T. Cable


## The effects of pre-warming on the metabolic and thermoregulatory responses to prolonged submaximal exercise in moderate ambient temperatures

- Corrida a 70% do Vo<sub>2</sub>max
- Aquecimento ativo (20 min a 70%) ou passivo (imersão)
- Tempo de exaustão
- Ativo = 47,8 min
- Passivo = 39,6
- Controle = 62 minutos



Aumento de 1 grau

# Aquecimento ativo

- ✓ Efeitos no desempenho de duração longa ( $\geq 5$  minutos)
- ✓ Elevação da linha de base do  $\text{VO}_2$  preserva a utilização da capacidade anaeróbia para a tarefa principal, principalmente
- ✓  ou ↓ sem elevação da linha de base do  $\text{VO}_2$
- ✓ Intensidade baixa ou alta, período de recuperação longo, fadiga durante o aquecimento



# Aquecimento ativo - mecanismos fisiológicos importantes!

## ✓ Duração curta

- ✓ ↑ efeito positivo - aumento da temperatura, desde que não modifique os estoques de CP e que a recuperação seja suficiente

## ✓ Duração intermediária e longa

- ✓ ↑ efeito positivo - elevação da linha de base do  $\text{VO}_2$ , porém em um estado “não fadigado”
- ✓ Preservação da capacidade anaeróbia para a tarefa

# Aquecimento



Como estruturar?

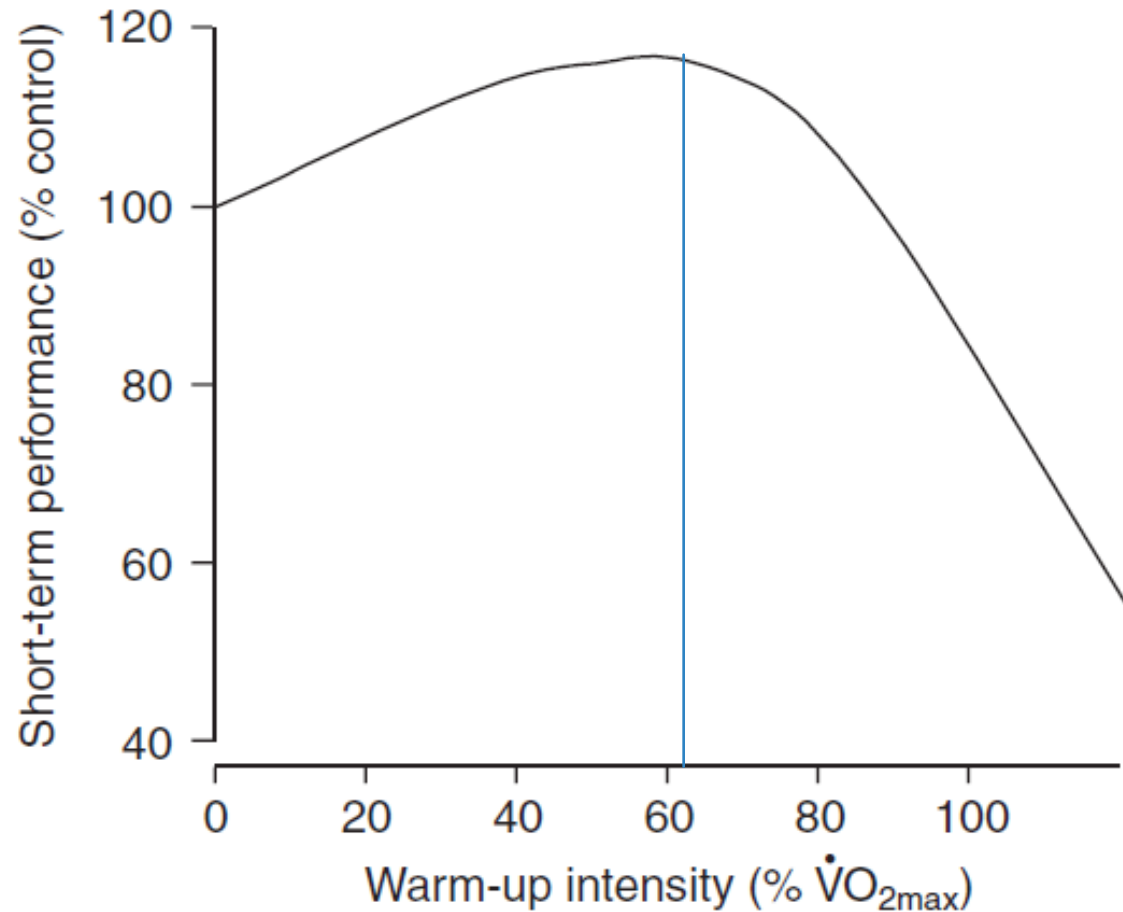
# Aquecimento - como estruturar

- ✓ **Aspectos a serem considerados**
  - ✓ Características da tarefa a ser realizada
  - ✓ Capacidade física do atleta
  - ✓ Condições ambientais
  - ✓ Organização do evento
  - ✓ Manutenção da ↑ da temperatura

- ✓ Intensidade do aquecimento
- ✓ Duração do aquecimento
- ✓ Intervalo de tempo entre o aquecimento e a tarefa principal

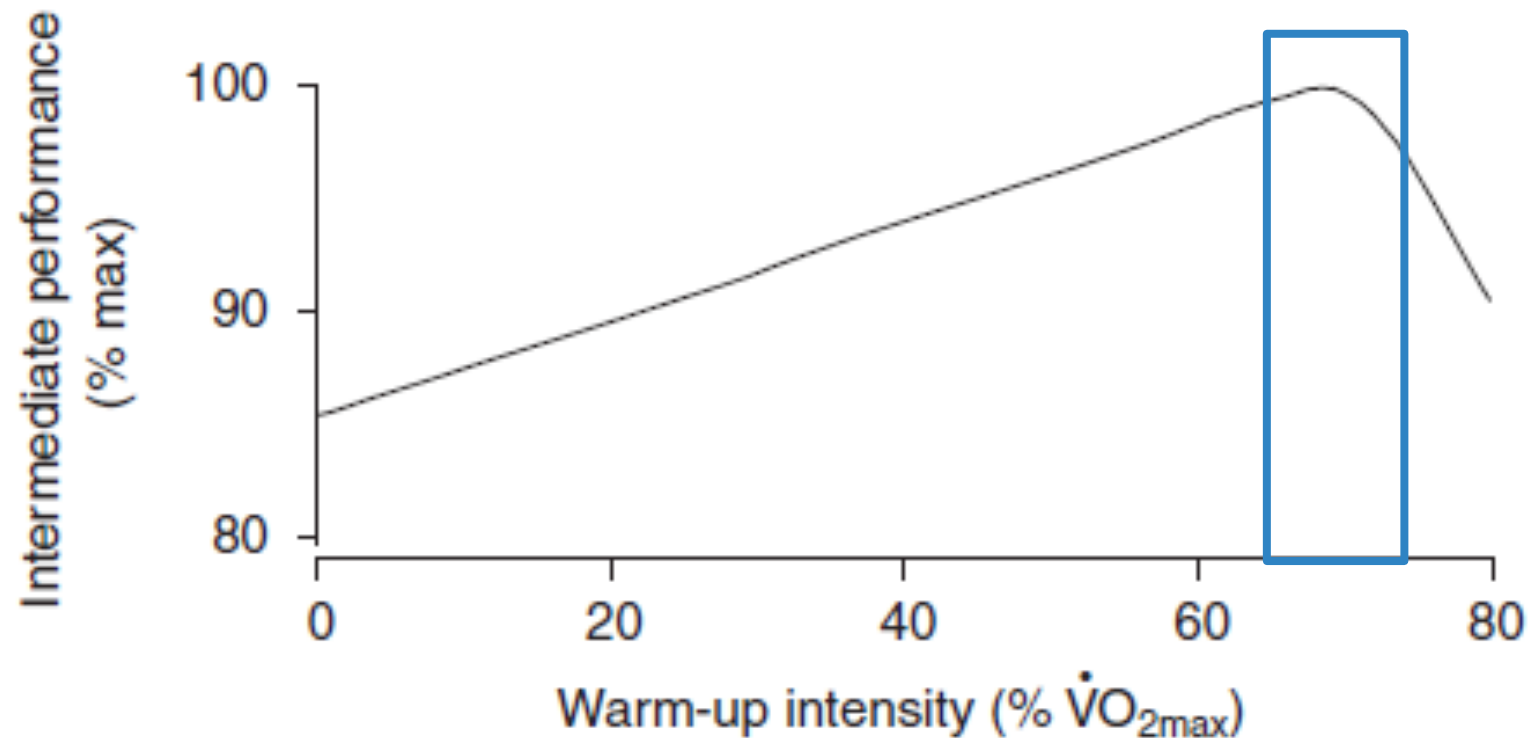
# Aquecimento - como estruturar

- ✓ intensidade para tarefas de curta duração



# Aquecimento - como estruturar

- ✓ Intensidade para tarefas de intermediária e longa duração



# Aquecimento - como estruturar

- ✓ **Duração para tarefas curta duração**
- ✓ 3 a 5 minutos (entre 10 e 20 minutos atinge-se um platô da  $T_m$ )

# Aquecimento - como estruturar

- ✓ **Duração para tarefas de intermediária e longa duração**
- ✓ **5-10 minutos**
- ✓ **Elevar o consumo de repouso**



# Aquecimento - como estruturar

- ✓ **Recuperação - curta duração**

- ✓ Reestabelecer os estoques de CP, quando depletados com aquecimento de ↑ intensidade e duração

- ✓ Entre 5 e 15-20 minutos

# Aquecimento - como estruturar

- ✓ **Recuperação - intermediária e longa duração**
- ✓ Não permitir que os valores do  $\dot{V}O_2$  retornem a linha de base - ~5 minutos (intensidade moderada e pesada)

# Aquecimento ativo

- ✓ **Efeitos no desempenho**
  - ✓ **Corrida**
  - ✓ **Ciclismo**
  - ✓ **Natação**
  - ✓ **Futebol, rugby e sprints (intermitentes)**

(Mcgowan et al. 2015)

# Esportes intermitentes

- 14 estudos, 9 com aquecimento e 5 com re-aquecimento
- 30 minutos de aquecimento
- Movimentos mais específicos e acima do limiar
- Recomendação
- Jogos reduzidos menor ou igual a 16 minutos
- Se a transição foi maior que 10 minutos, pode utilizar passivo
- Re-aquecimento de 3 a 7 min

# Take home messages

- Tipos de aquecimento
- Principais mecanismos
- Efeitos do aquecimento ativo e passivo no desempenho e os mecanismos para diferentes tipos de tarefas
- Como estruturar a sessão de aquecimento



Obrigada!

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of blue, ranging from light sky blue to deep navy blue. These shapes are primarily located on the right side of the frame, creating a modern, layered effect against the white background.