

**MUNI**  
**MED**

# **TERMOREGULACE**

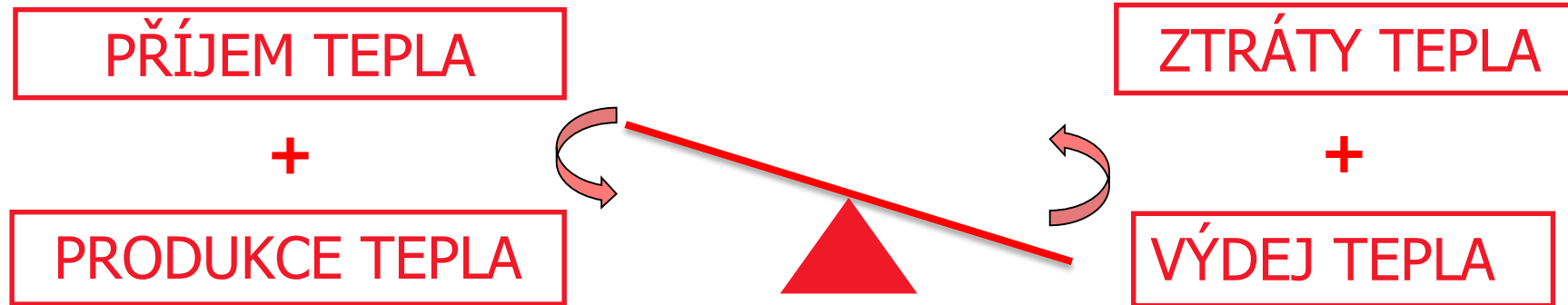


Endotermní (teplokrevní) vs. ektotermní (studenokrevní) živočichové

Arktická (20° - 40°C) vs. tropická (22° - 27°C voda, 32° - 35°C) zvířata

# TERMOREGULACE

Soubor dějů směřujících k udržení teploty těla v (relativně) úzkém teplotním rozmezí



- Teplota jádra – **homoiotermní regulace**
- Teplota kůry (obalu) – **poikilotermní regulace**

**TERMOREGULAČNÍ CHOVÁNÍ**

Sociální termoregulace

<b>Teplota těla (°C)</b>	<b>Symptomy</b>
28	Svalové potíže
30	Ztráta termoregulačních schopností
33	Ztráta vědomí
37	Fyziologická teplota
42	Selhání CNS funkcí
44	Smrt*

*Hypotermie*

*Hypertermie*

## „PROUDĚNÍ“ TEPLA

- **Vnitřní** proudění tepla (mezi vnitřními orgány a kůží)
- **Vnější** proudění tepla – **výdej tepla**

## PŘÍJEM A/NEBO ZTRÁTY TEPLA

- **Záření** (radiace, sálání, bez dotyku, IR)
  - **Vedení** (do okolí, teplotní gradient, dotyk)
- ( + **konvekce** - vítr)
- } do **36°C**

## VÝDEJ TEPLA

**Odpařování** (evaporace) – **pocení**  
perspiratio sensibilis (potní žlázy)  
p. insensibilis (difúze – kůže a sliznice)  
*1 litr odpařeného potu – 2428 kJ*

## PRODUKCE TEPLA

- Závisí na energetické přeměně (10% BM odpovídá +1°C)
- Rozdíl mezi klidem a prací (podíl svalstva při práci až 70-90%)
- Třesová a **netřesová** termogeneze (volní a mimovolní třesová t.)
- **Hnědá tuková tkáň** ( $\beta_3$  adrenoreceptory, NA, lipolýza, exprese lipoproteinlipázy a termogeninu, rozpojení dýchacího řetězce)

# ŘÍZENÍ TERMOREGULACE

Aferentace: TRP kanály – 2 typy

TRPM8 – chlad, TRPV1- teplo

- **Centrální** termoreceptory
- **Periferní** termoreceptory (kožní – chlad)

**Mechanismy:**

- Vegetativní
- Somatické
- Endokrinní (KA, tyroxin, TSH)
- Modifikace chování

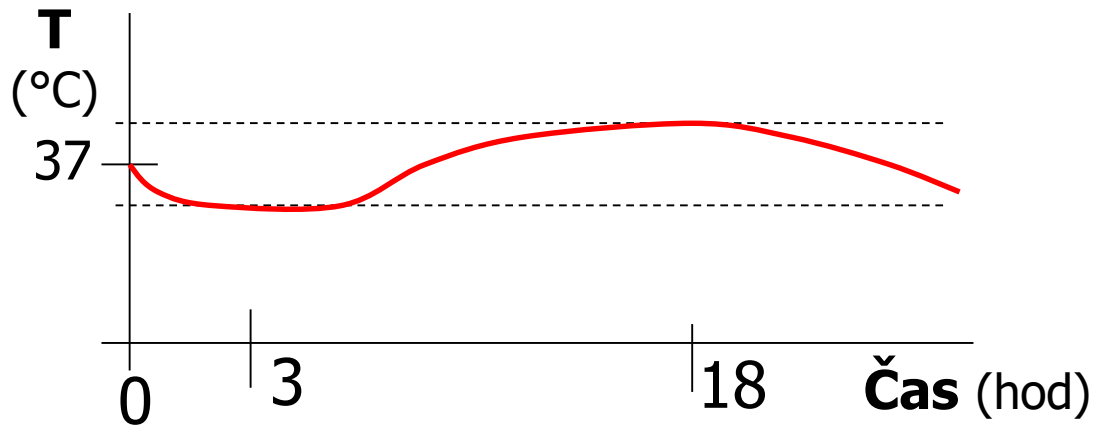
**Termoregulační centra – CENTRÁLNÍ TERMOSTAT**

- **Zadní hypotalamus** – reakce na chlad (vasokonstrikce, ANS)
- **Přední hypotalamus** – reakce na teplo
- (Horní část středního mozku - ?)

## TERMOREGULAČNÍ MECHANISMY

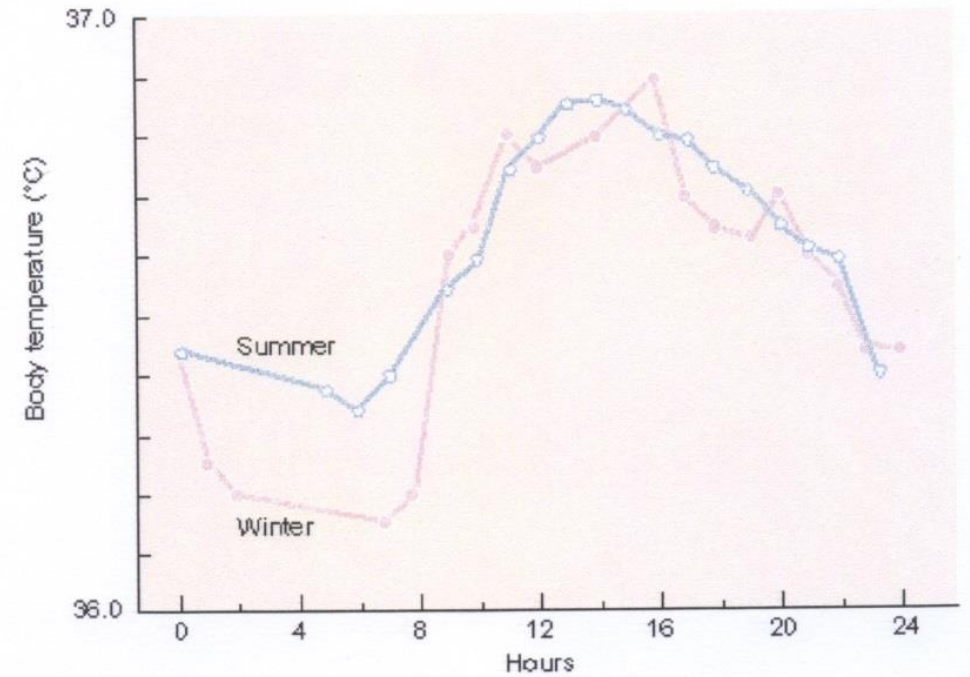
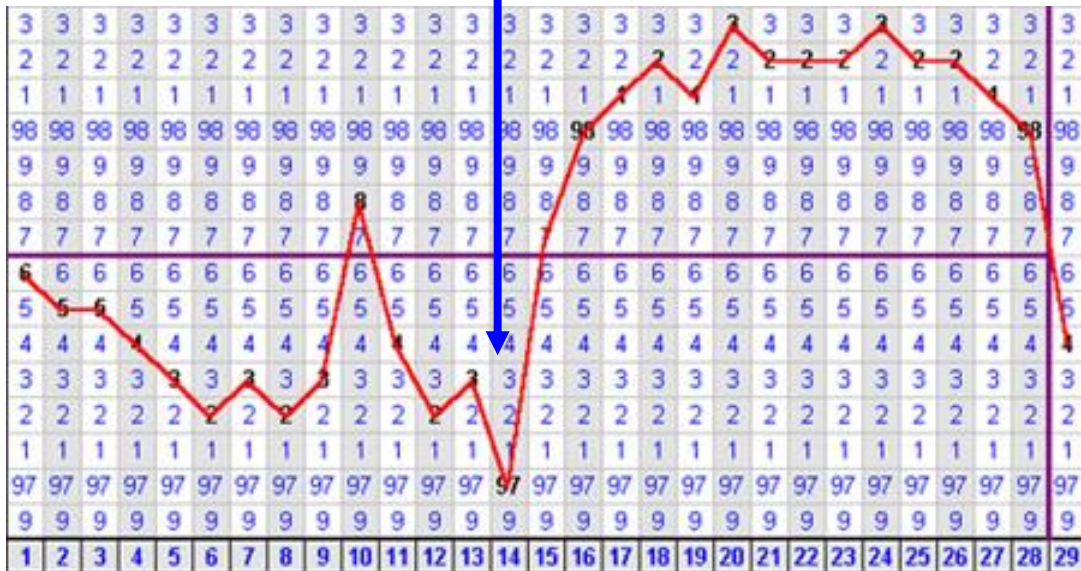
<b>AKTIVOVANÉ CHLADEM</b>	<b>Snížení výdeje tepla</b>
Kožní vasokonstrikce	+
Stočení do klubíčka	+
Horripilace	+
	<b>Zvýšení produkce tepla</b>
Svalový třes	+
Hlad	+
Zvýšení úmyslných pohybů	+
Zvýšení sekrece katecholaminů	+
<b>AKTIVOVANÉ TEPEM</b>	<b>Zvýšení výdeje tepla</b>
Kožní vasodilatace	+
Pocení	+
Zvýšení ventilace	+
Nechutenství, apatie, nečinnost	<b>Snížení produkce tepla</b>





1. Cirkadiánní kolísání teploty
2. Cyklické kolísání u žen (bazální teplota)
3. Sezónní kolísání

OVULACE



# **FYZIOLOGIE PRÁCE**

# **FYZIOLOGIE TĚLESNÝCH CVIČENÍ**

# Co to je práce ???



## DRUHY SVALSTVA

- Kosterní
- Srdeční
- Hladké



## PRÁCE:

1. **Dynamická** (pozitivně/negativně)
2. **Statická**

## ZMĚNY PŘI FYZICKÉ ZÁTĚŽI:

1. Kardiovaskulární
2. Respirační
3. Metabolické

**HOMEOSTÁZA**

**TERMOREGULACE**

**Ergotropní systém - sympatikus**

**ANTICIPACE VÝKONU**

**„Fight or flight“ – EVOLUČNÍ HLEDISKO**

# KARDIOVASKULÁRNÍ REAKCE PŘI PRÁCI

1. Reakce srdce
2. Reakce cévního řečiště

1. Zvýšení minutového srdečního výdeje (srdeční rezerva !)
2. Zvýšení koronárního průtoku
3. **Hyperémie** v plicním řečišti
4. **Hyperémie** ve svalech (rozdíl mezi stahem a relaxací !!!)
5. Vazokonstrikce v „nepotřebných“ řečištích – **REDISTRIBUCE KRVE**
6. Vyšší přísun  $O_2$  a metabolitů, větší odsun  $CO_2$  a katabolitů

## METABOLICKÁ AUTOREGULACE PRŮTOKU

Pokles pH, pokles  $pO_2$ , nárůst  $pCO_2$ , hromadění  $K^+$ , zvýšení teploty

**SRDEČNÍ REZERVA** = maximální MV / klidový MV

4 - 7

**KORONÁRNÍ REZERVA** = maximální KP / klidový KP

3,5

**CHRONOTROPNÍ REZERVA** = maximální SF / klidová SF

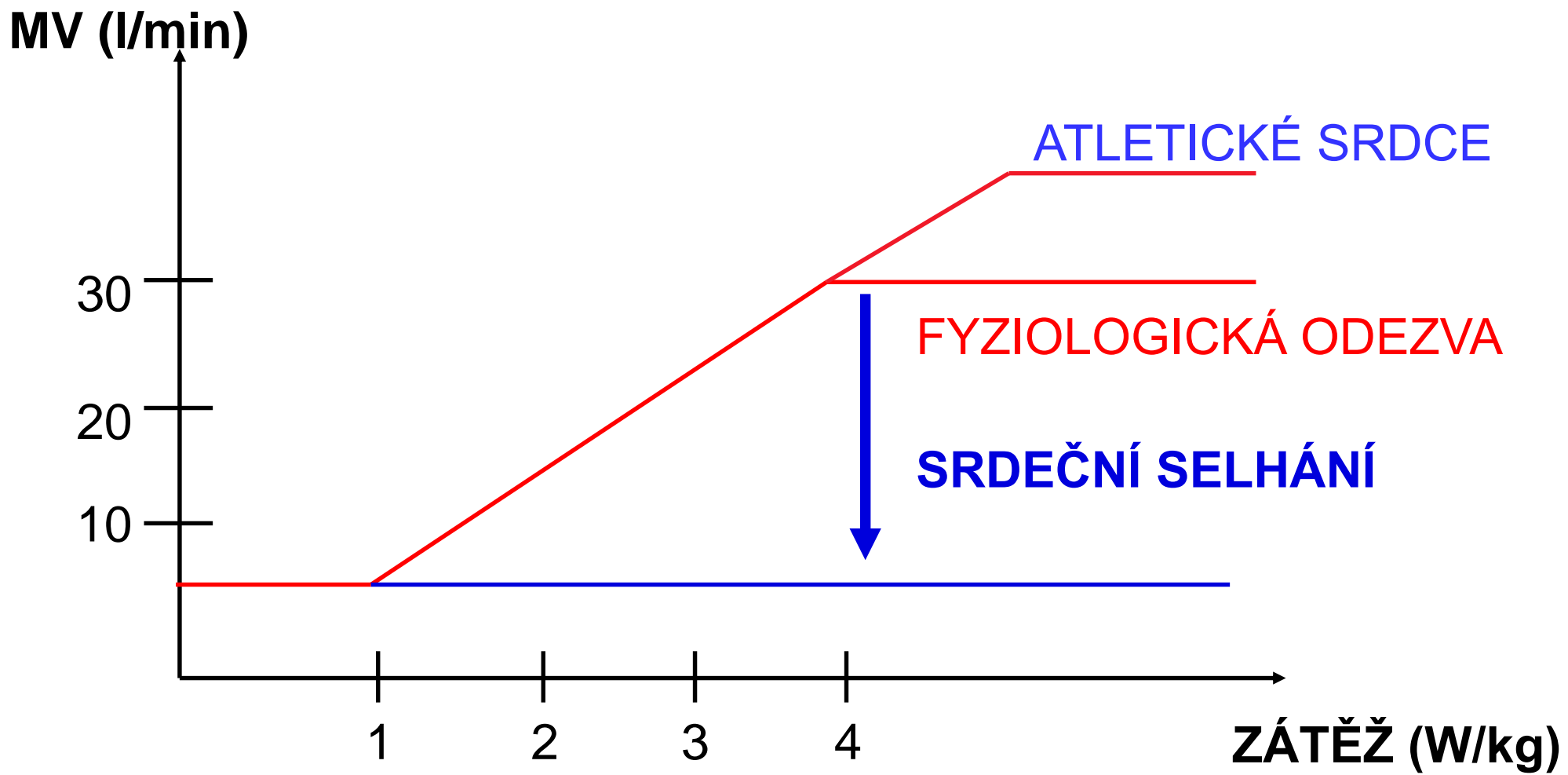
3 - 5

**OBJEMOVÁ REZERVA** = maximální SO / klidový SO

1,5

MV – minutový výdej (l/min), KP – koronární průtok (ml/min/100gr), SF – srdeční frekvence (min<sup>-1</sup>), SO – systolický objem (ml)

# VYUŽITÍ SRDEČNÍ REZERVY VE ZDRAVÍ A NEMOCI



PARAMETR	V KLIDU	V ZÁTĚŽI	ZVÝŠENÍ (x)
Minutový výdej (l/min)	5-6	25 (35)	4-5 (4-7) <i>Srdeční rezerva</i>
Srdeční frekvence (t/min)	70	210 (250-190) <i>věkově závislé</i>	3-5 <i>Chronotropní rezerva</i>
Systolický objem (ml)	75	115	1,5 <i>Objemová rezerva</i>
Systolický tlak (mmHg)	120	↑ ?	-
Diastolický tlak (mmHg)	70	↓↑ — ?	-
Pulzový tlak (mmHg)	50	70-100	1,5-2
Střední tlak (mmHg)	-	-	malý nárůst
Perfuze svalů (ml/min/100g)	2-4	60-120	30 (10% MV <sub>max</sub> )

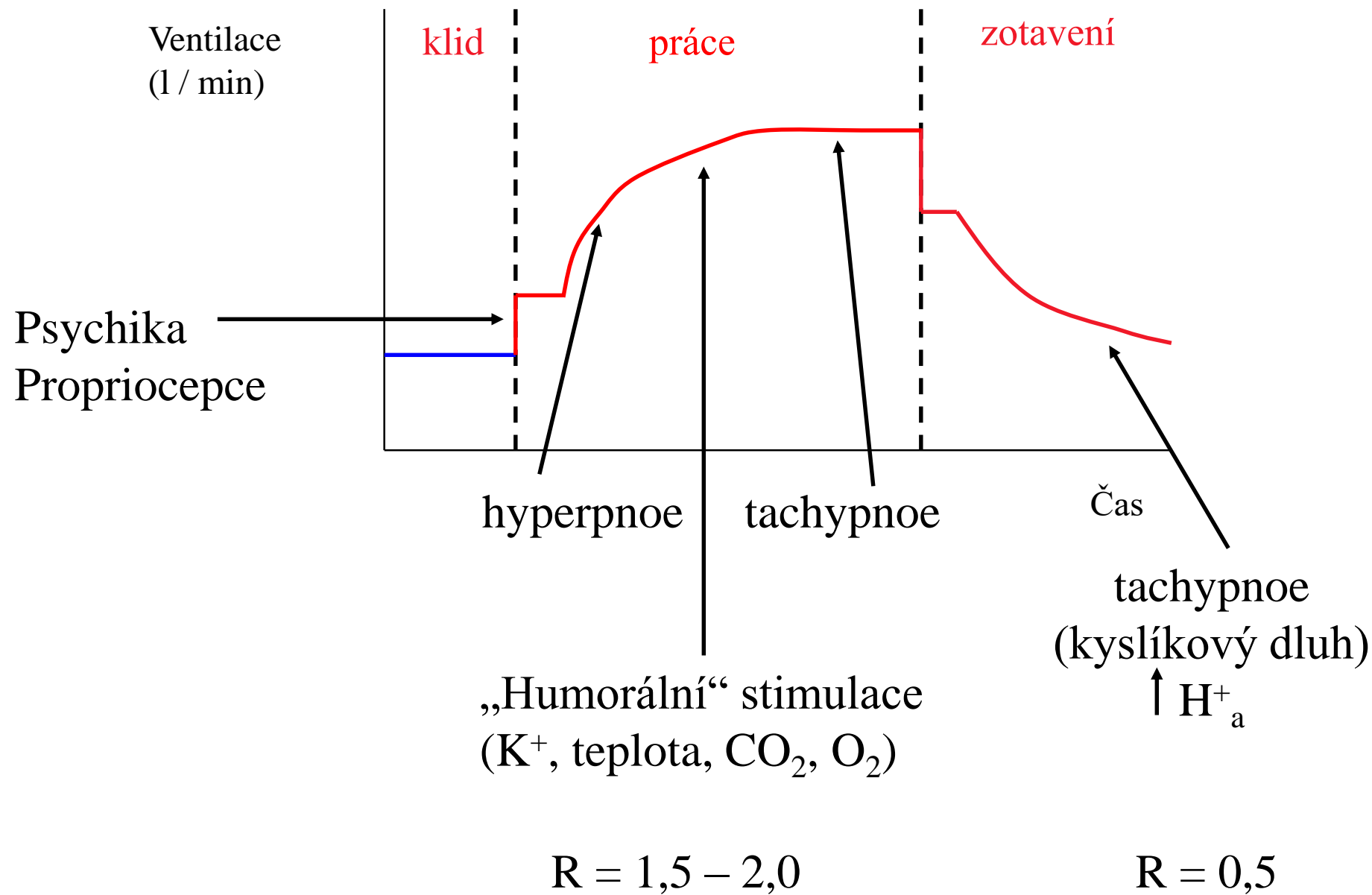


# RESPIRAČNÍ REAKCE PŘI PRÁCI

Požadavky na respirační systém:

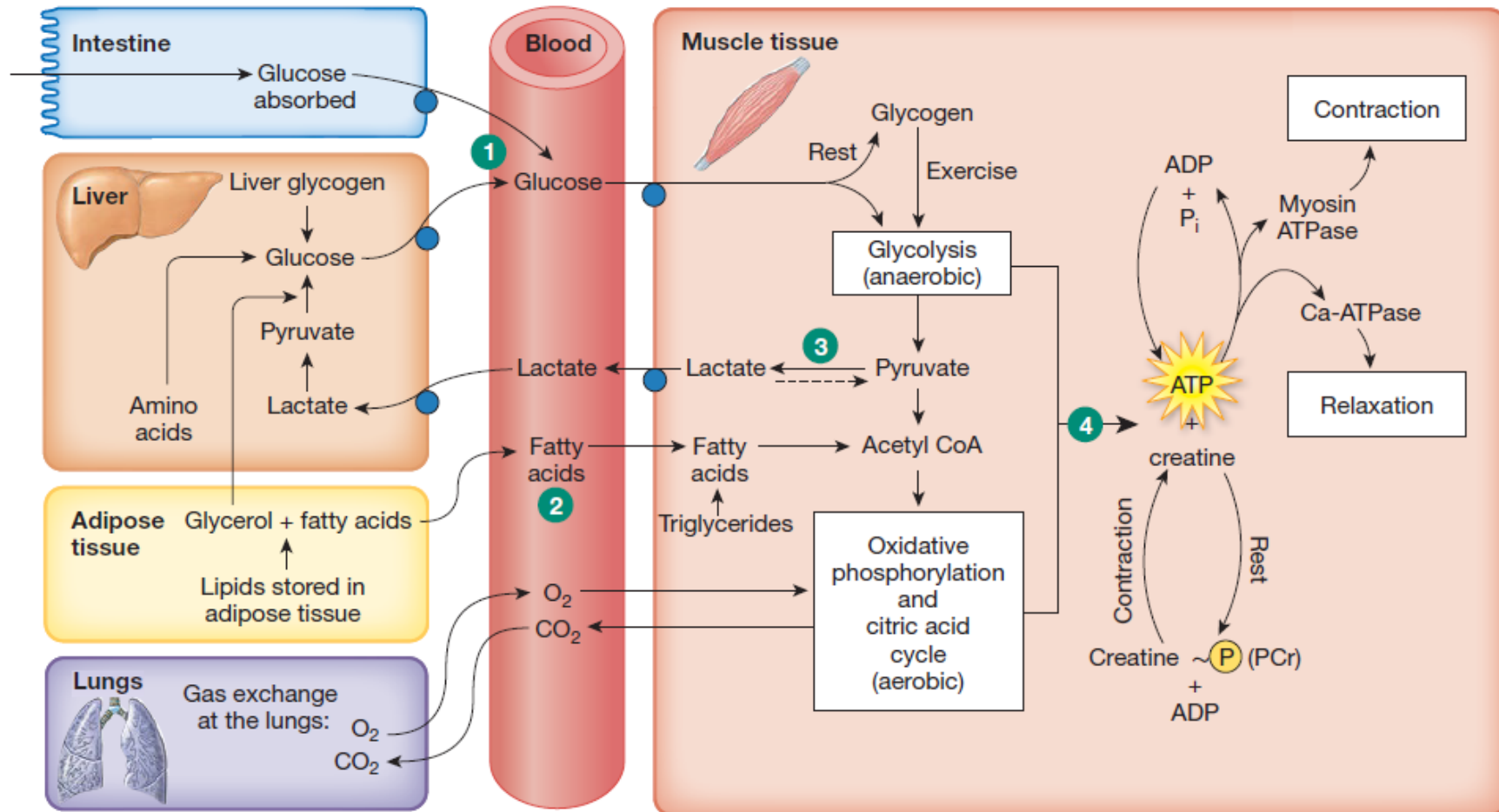
1. Vyšší výměna plynů –vyšší difúze
2. Vyšší ventilace
3. Vyšší perfuze (hyperémie v plicním řečišti)

<b>PARAMETR</b>	<b>V KLIDU</b>	<b>V ZÁTĚŽI</b>	<b>ZVÝŠENÍ (x)</b>
<b>Minutová ventilace</b> (l/min)	6-12	90-120	15-20
<b>Dechová frekvence</b> (d/min)	12-16	40-60	4-5
<b>Dechový objem</b> (ml)	0,5-0,75	2	3-4
<b>Průtok krve</b> (l/min)	5,5	20 – 35	4-6
<b>Příjem O<sub>2</sub></b> (ml/min) - V <sub>O<sub>2</sub></sub>	250-300	3000	10-12
<b>Celkový CO<sub>2</sub></b> (ml/min)	200	8000	40
<b>pO<sub>2</sub></b> (Torr)	40	25	
<b>Extrakce O<sub>2</sub></b> (%)	+	+	++



## OVERVIEW OF MUSCLE METABOLISM

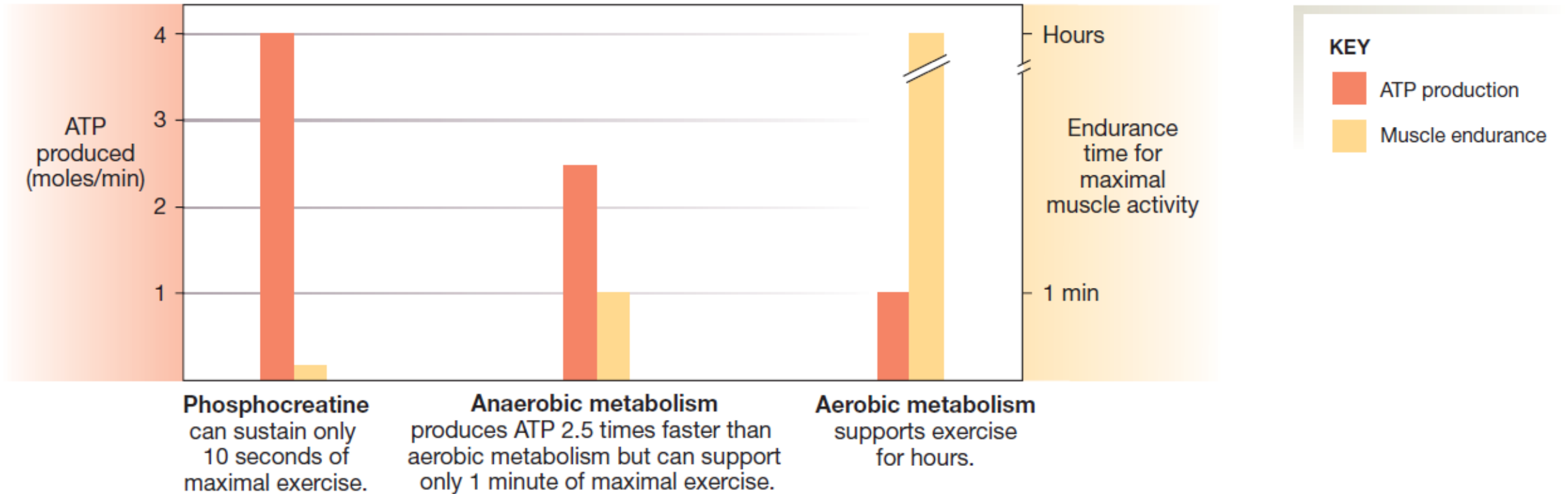
ATP for muscle contraction is continuously produced by aerobic metabolism of glucose and fatty acids. During short bursts of activity, when ATP demand exceeds the rate of aerobic ATP production, anaerobic glycolysis produces ATP, lactate, and  $H^+$ .



- 1 Glucose comes from liver glycogen or dietary intake.
- 2 Fatty acids can be used only in aerobic metabolism.
- 3 Lactate from anaerobic metabolism can be converted to glucose by the liver.
- 4 Both aerobic and anaerobic metabolism provide ATP for muscle contraction.

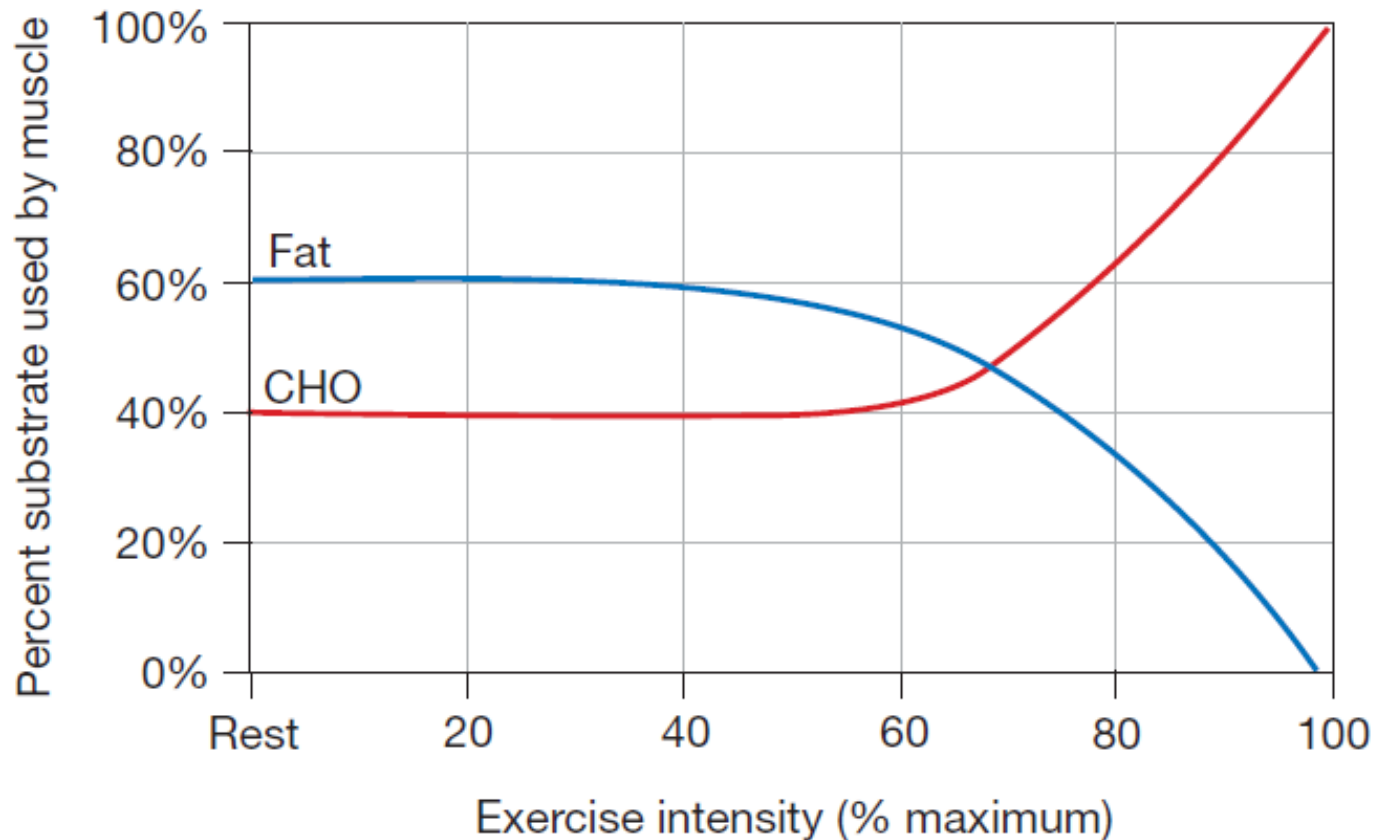
## AEROBIC VERSUS ANAEROBIC METABOLISM

Anaerobic metabolism produces ATP 2.5 times faster than aerobic metabolism, but aerobic metabolism can support exercise for hours.



## ENERGY SUBSTRATE USE DURING EXERCISE

At low-intensity exercise, muscles get more energy from fats than from glucose (CHO). During high-intensity exercise (levels greater than 70% of maximum), glucose becomes the main energy source.



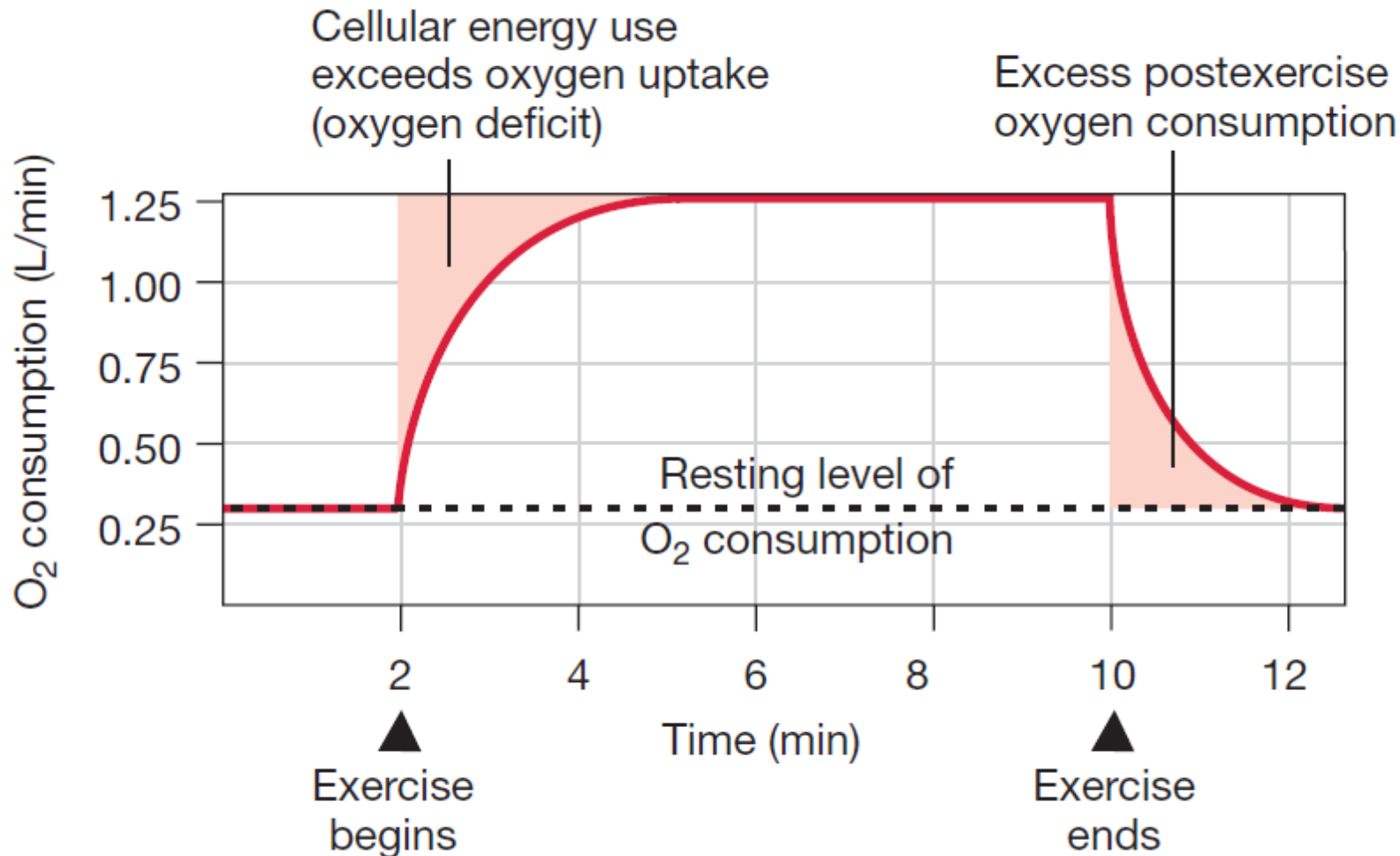
D.U.Silverthorn: Human Physiology (An Integrated Approach)

Data from G. A. Brooks and J. Mercier, *J App Physiol*  
76: 2253–2261, 1994

## OXYGEN CONSUMPTION AND EXERCISE

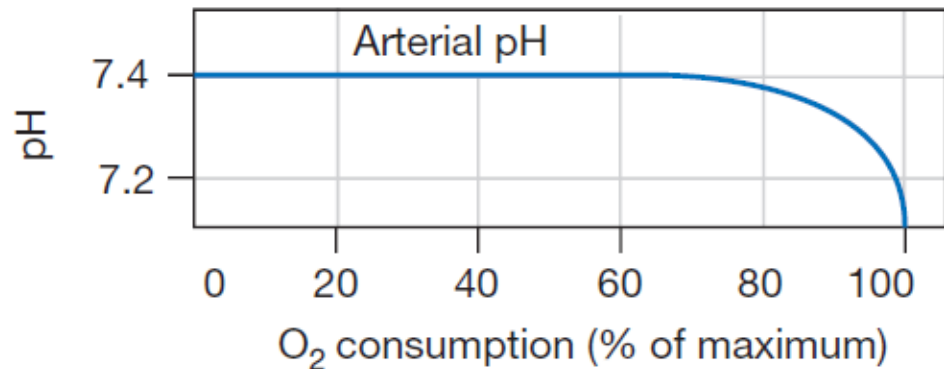
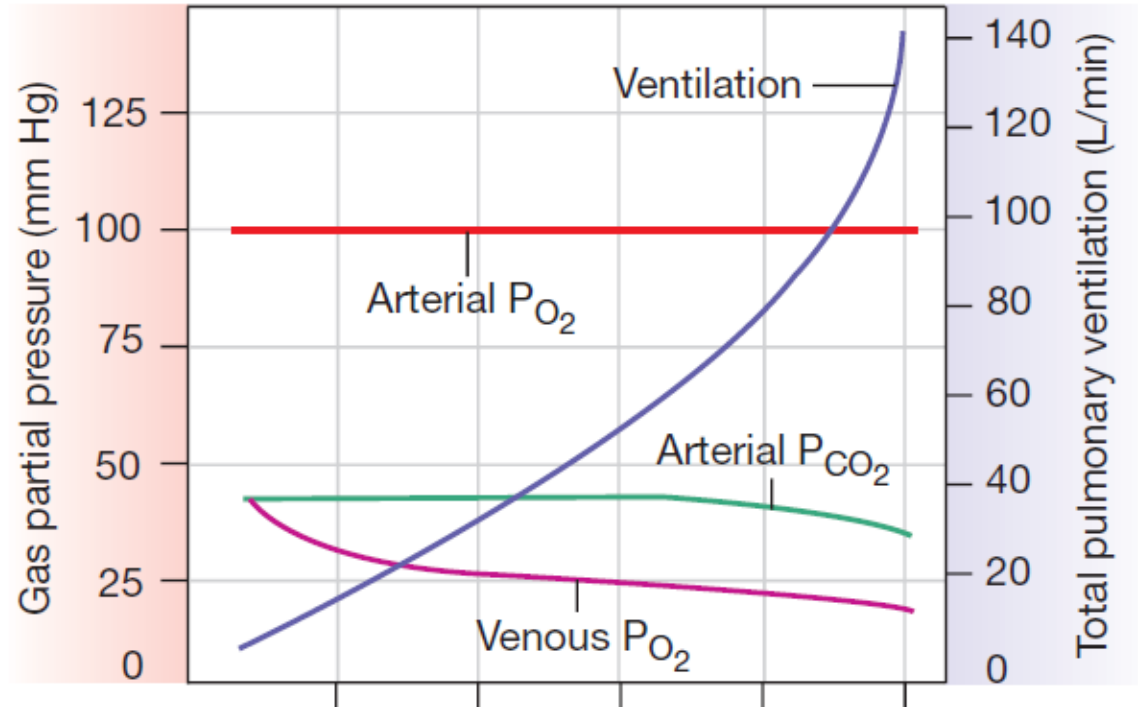
Oxygen supply to exercising cells lags behind energy use, creating an oxygen deficit. Excess postexercise oxygen consumption compensates for the oxygen deficit.

D.U.Silverthorn: Human Physiology (An Integrated Approach)



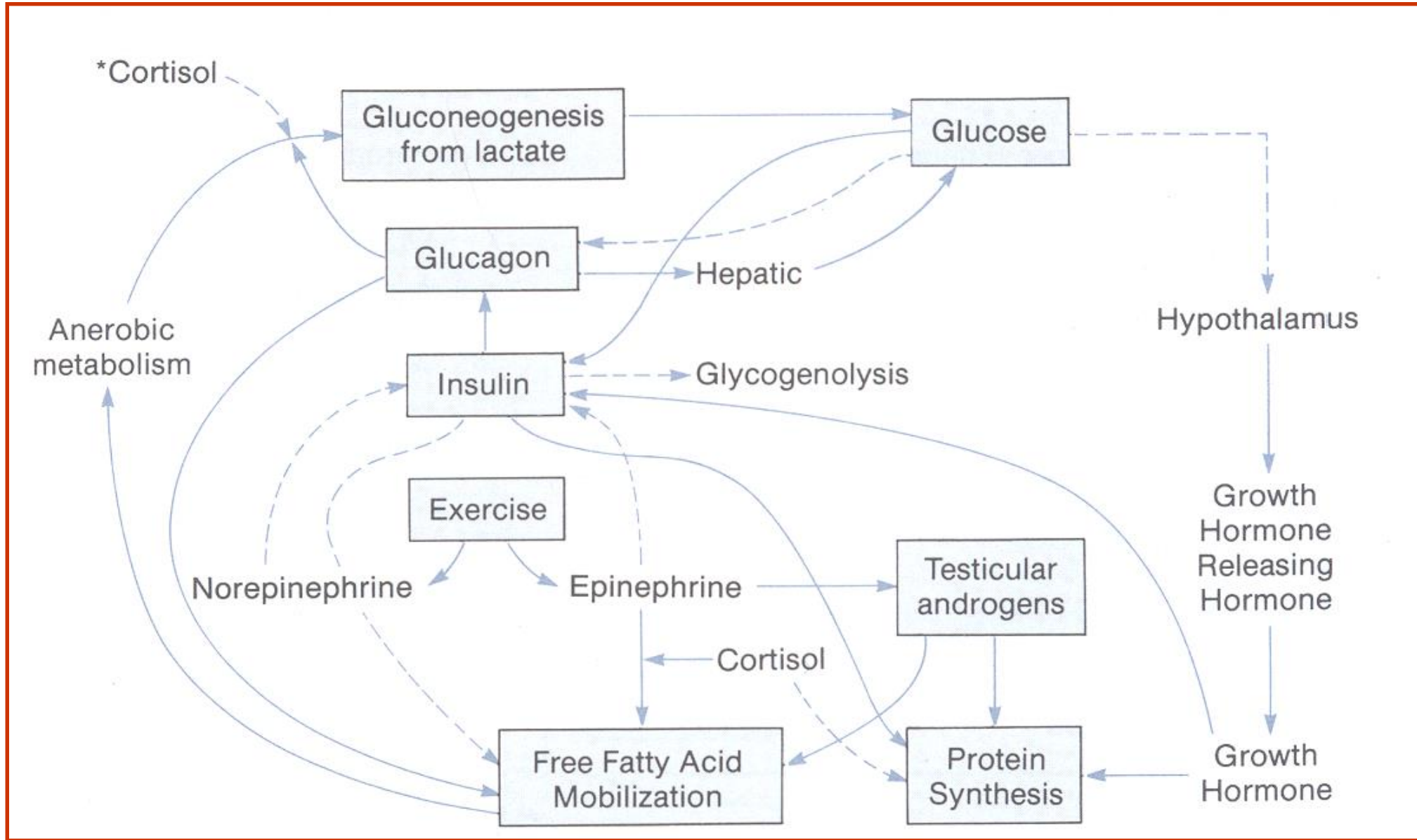
## BLOOD GASES AND EXERCISE

Arterial blood gases and pH remain steady with submaximal exercise.



D.U.Silverthorn: Human Physiology (An Integrated Approach)





# TĚLESNÁ VÝKONNOST

- Spiroergometrie
- Typy ergometrů
- Index  $W_{170}$
- Tréning
- Únava (aerobní, anaerobní práh)
- Adaptace na tělesnou zátěž

