

**MUNI
MED**

TERMOREGULACE

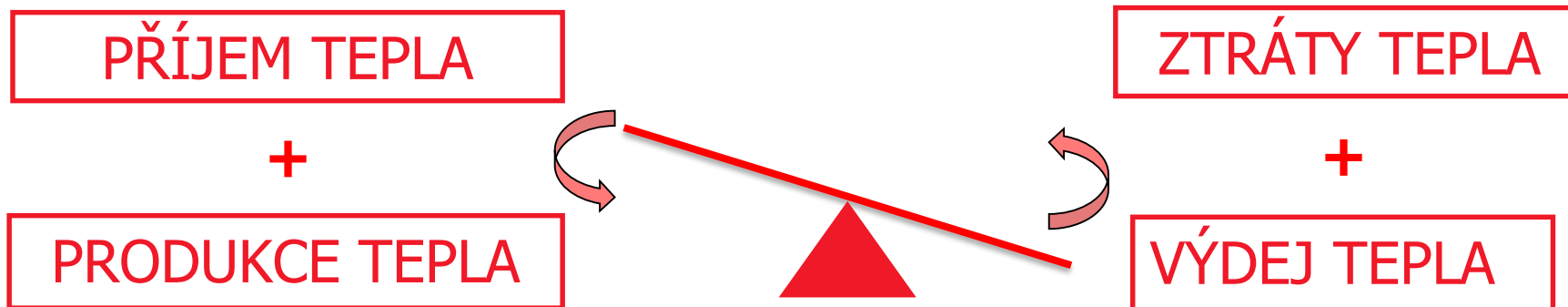


Endotermní (teplokrevní) vs. ektotermní (studenokrevní) živočichové

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

Teplota těla (°C)	Symptomy
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** (β_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:

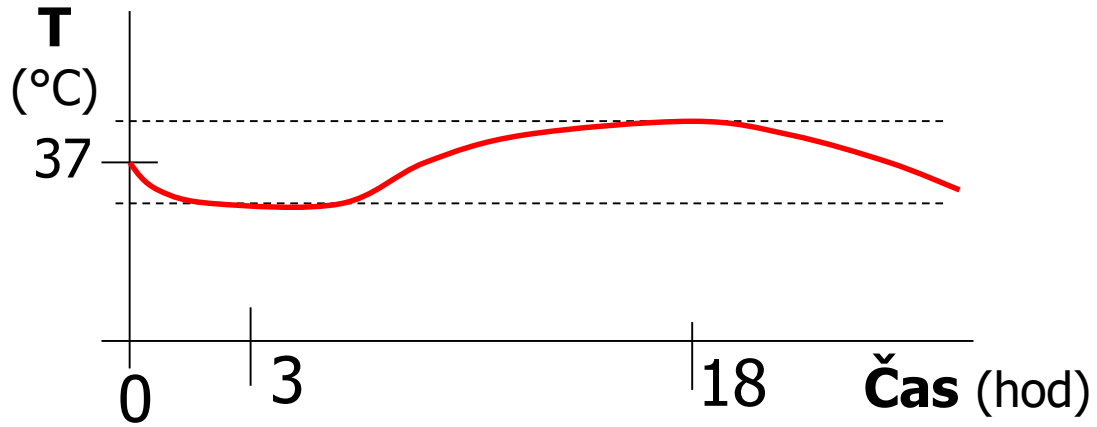
- Vegetativní
- Somatické
- Endokrinní (KA, tyroxin, TSH)
- Modifikace chování

Termoregulační centra – CENTRÁLNÍ TERMOSTAT

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

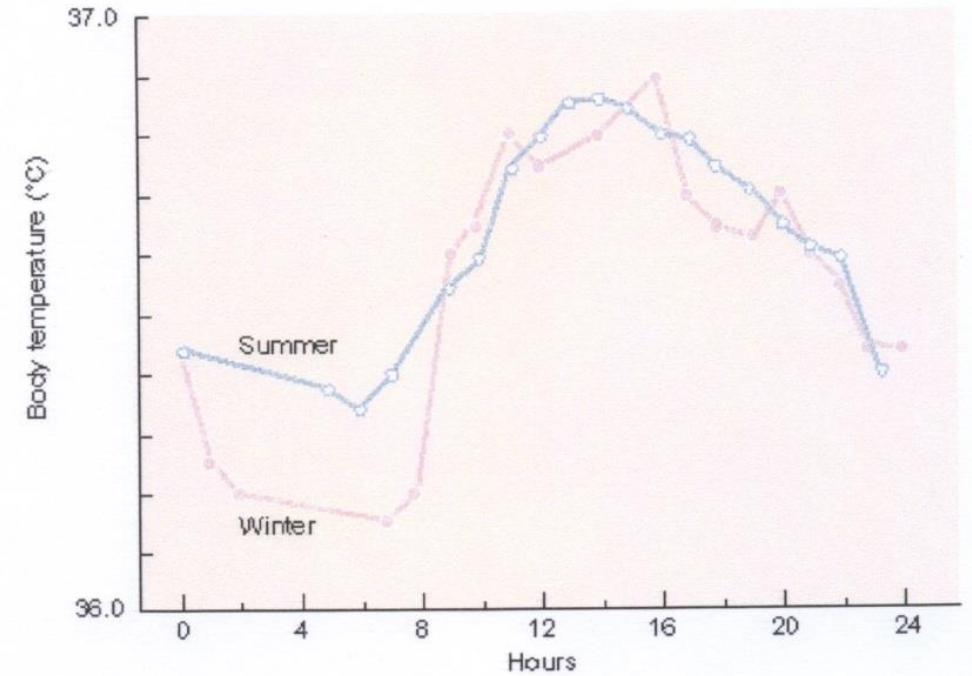
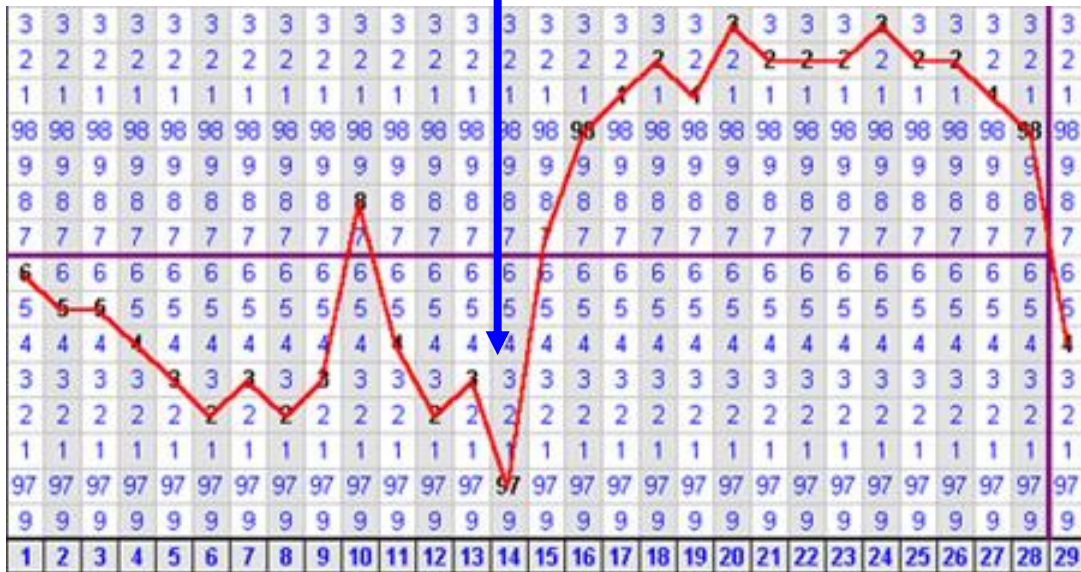
TERMOREGULAČNÍ MECHANISMY

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



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 O₂ a metabolitů, větší odsun CO₂ a katabolitů

METABOLICKÁ AUTOREGULACE PRŮTOKU

Pokles pH, pokles pO₂, nárůst pCO₂, 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

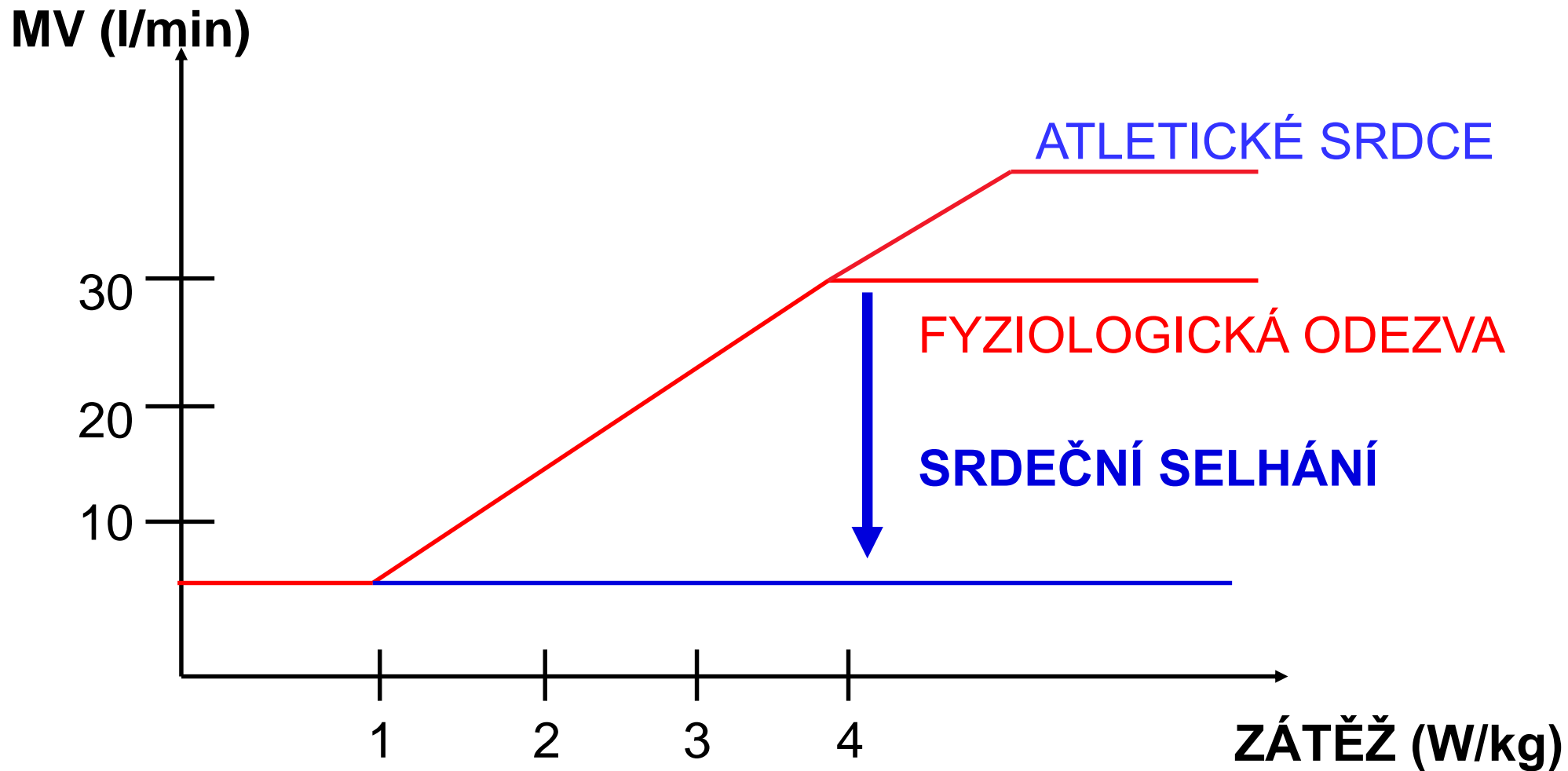
3 - 5

OBJEMOVÁ REZERVA = maximální SO / klidový SO

1,5

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

VYUŽITÍ SRDEČNÍ REZERVY VE ZDRAVÍ A NEMOCI



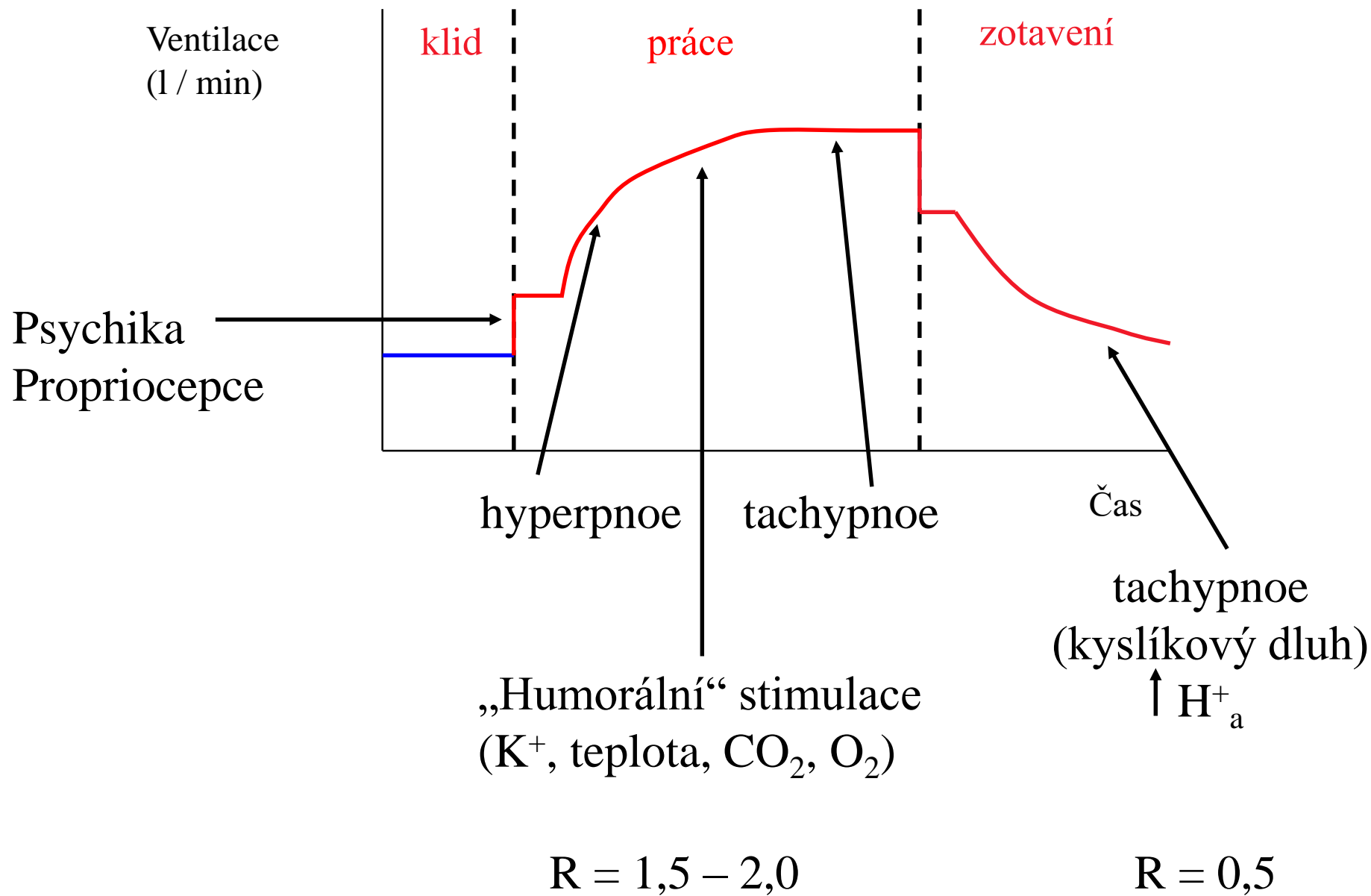
PARAMETR	V KLIDU	V ZÁTĚŽI	ZVÝŠENÍ (x)
Minutový výdej (l/min)	5-6	25 (35)	4-5 (4-7) <i>Srdeční rezerva</i>
Srdeční frekvence (t/min)	70	210 (250-190) <i>věkově závislé</i>	3-5 <i>Chronotropní rezerva</i>
Systolický objem (ml)	75	115	1,5 <i>Objemová rezerva</i>
Systolický tlak (mmHg)	120	↑ ?	-
Diastolický 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 _{max})

RESPIRAČNÍ REAKCE PŘI PRÁCI

Požadavky na respirační systém:

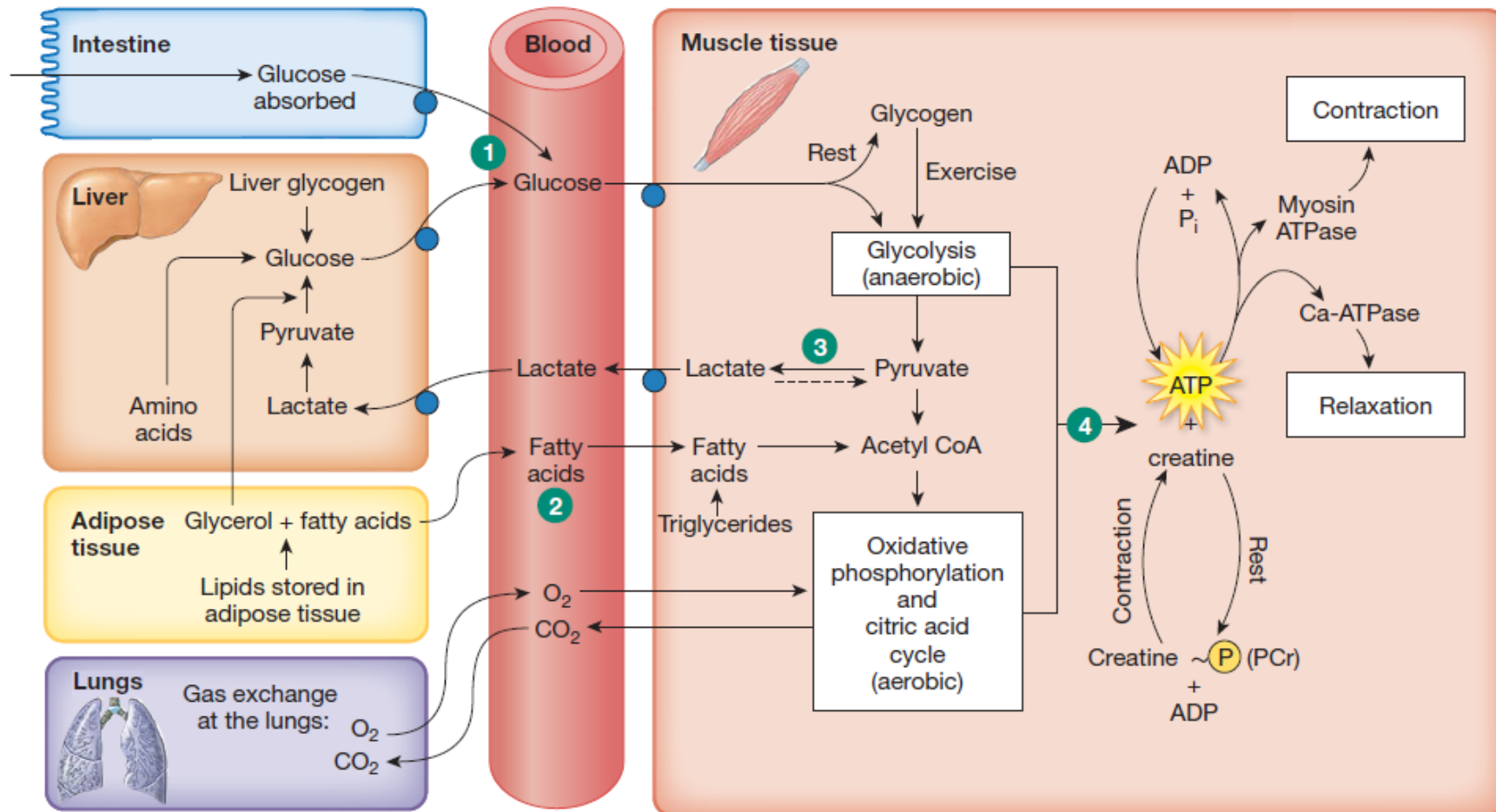
1. Vyšší výměna plynů –vyšší difúze
2. Vyšší ventilace
3. Vyšší perfuze (hyperémie v plicním řečišti)

PARAMETR	V KLIDU	V ZÁTĚŽI	ZVÝŠENÍ (x)
Minutová ventilace (l/min)	6-12	90-120	15-20
Dechová frekvence (d/min)	12-16	40-60	4-5
Dechový objem (ml)	0,5-0,75	2	3-4
Průtok krve (l/min)	5,5	20 – 35	4-6
Příjem O₂ (ml/min) - V _{O₂}	250-300	3000	10-12
Celkový CO₂ (ml/min)	200	8000	40
pO₂ (Torr)	40	25	
Extrakce O₂ (%)	+	+	++



OVERVIEW OF MUSCLE METABOLISM

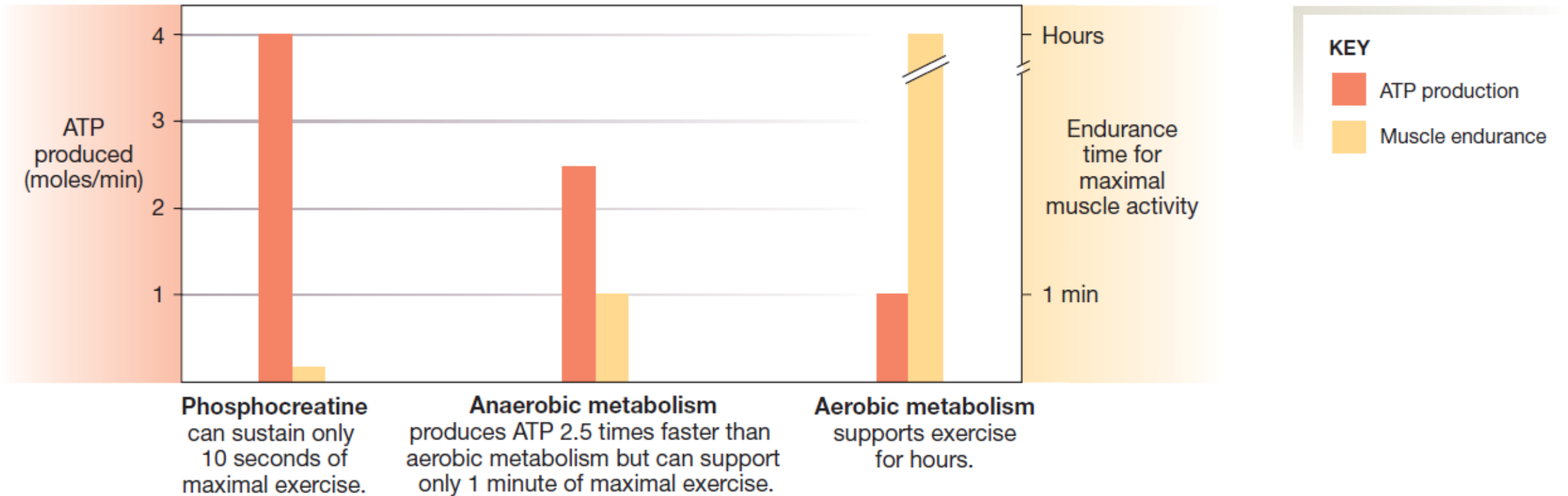
ATP for muscle contraction is continuously produced by aerobic metabolism of glucose and fatty acids. During short bursts of activity, when ATP demand exceeds the rate of aerobic ATP production, anaerobic glycolysis produces ATP, lactate, and H^+ .



- 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.

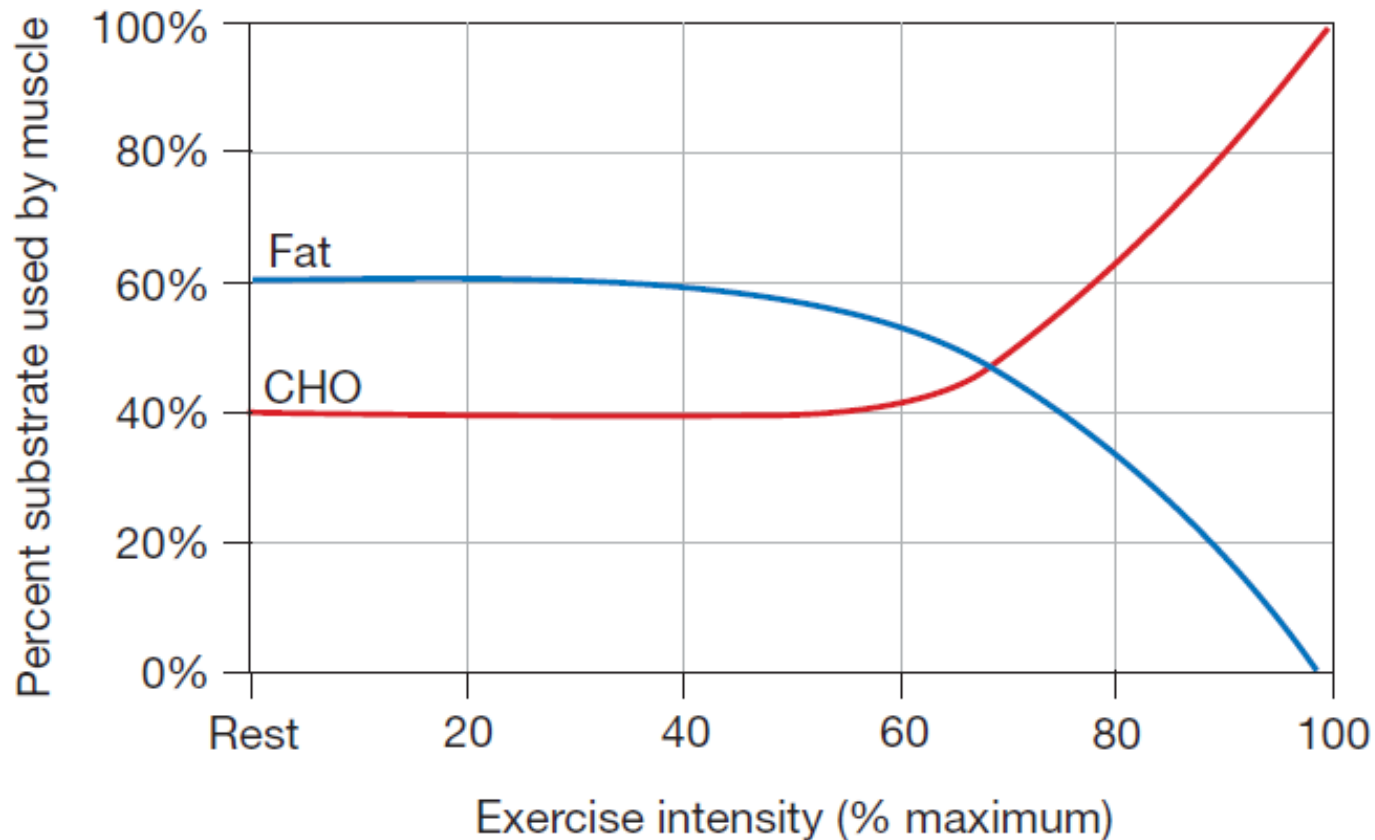
AEROBIC VERSUS ANAEROBIC METABOLISM

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.



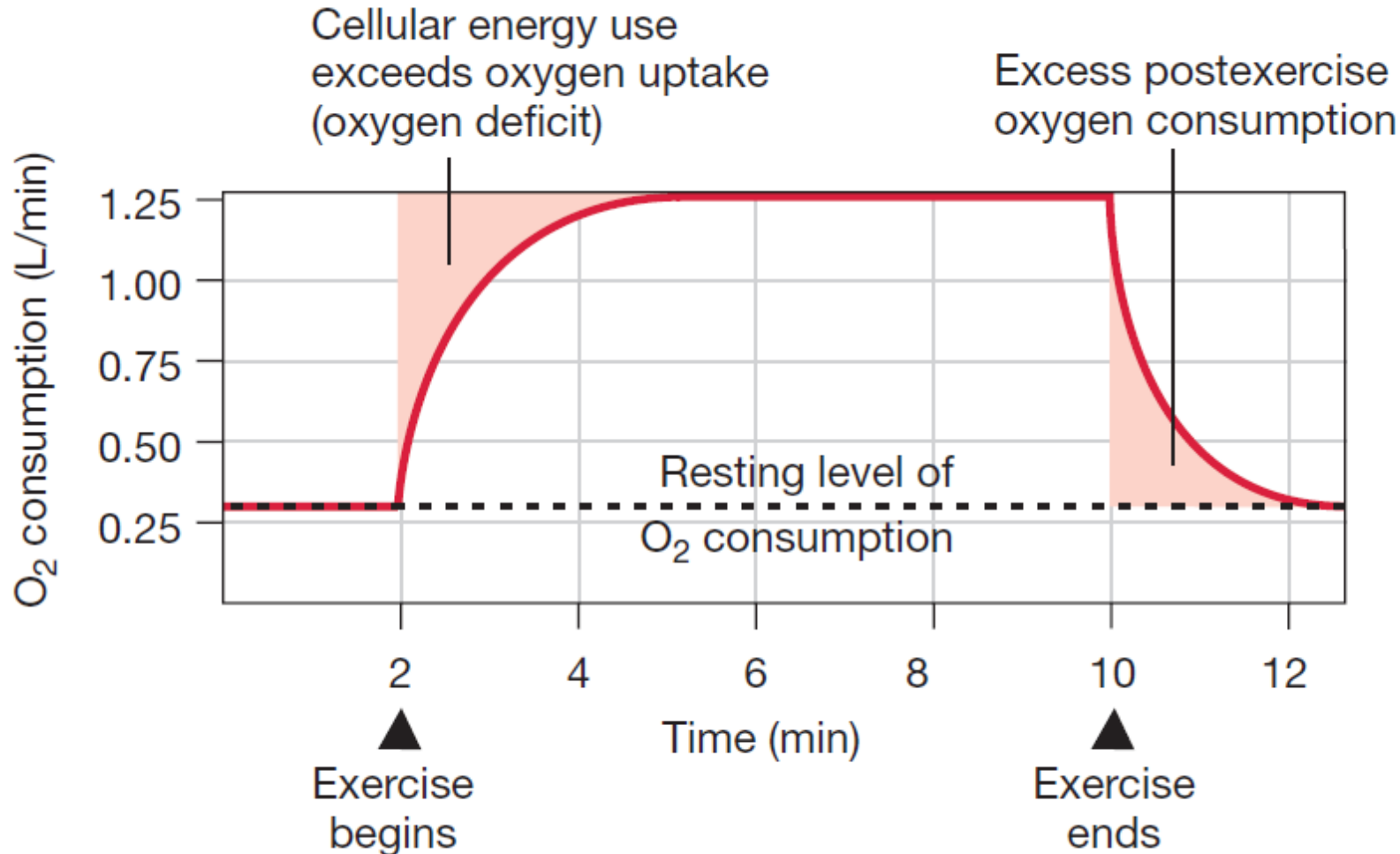
D.U.Silverthorn: Human Physiology (An Integrated Approach)

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

OXYGEN CONSUMPTION AND EXERCISE

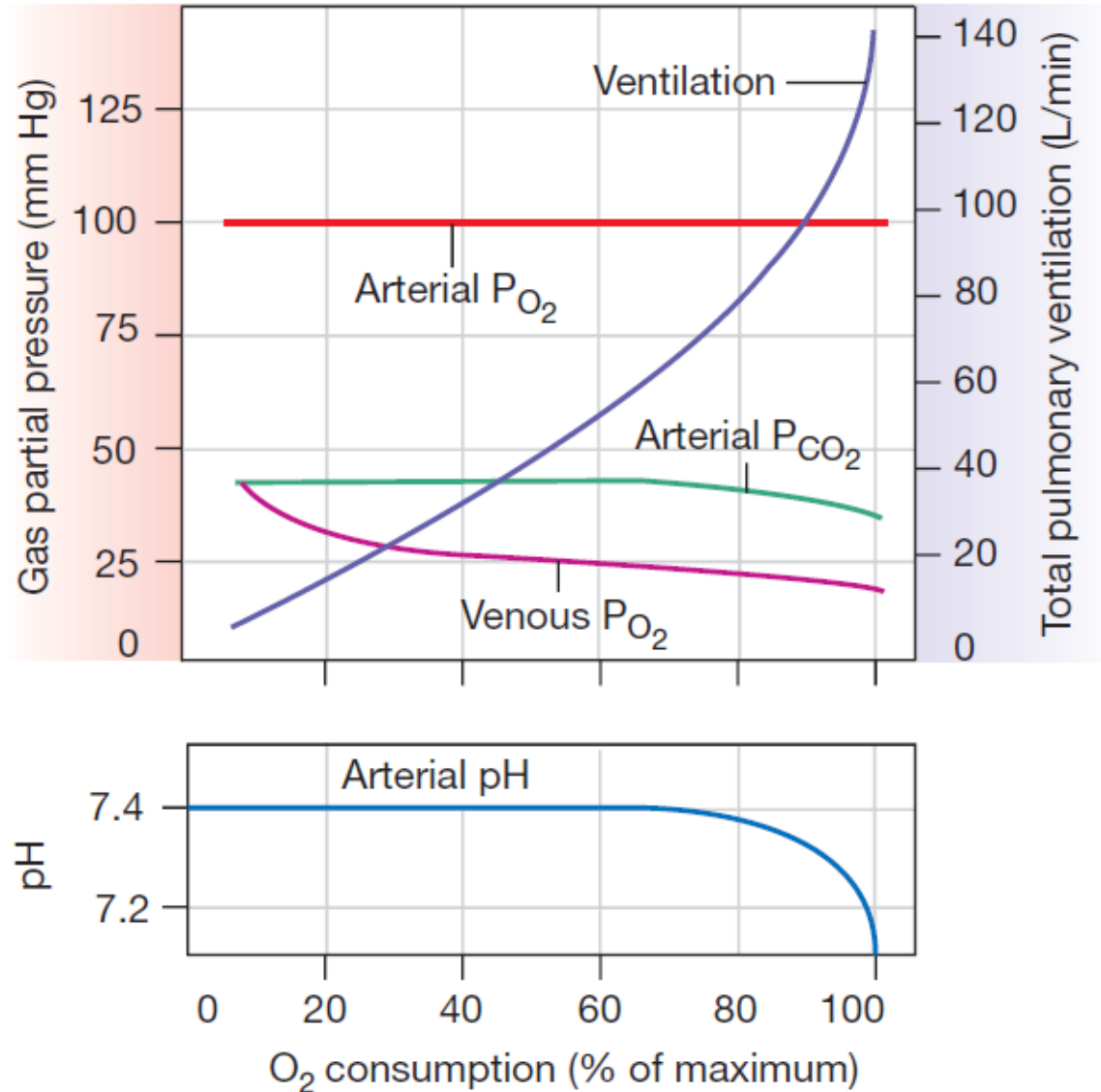
Oxygen supply to exercising cells lags behind energy use, creating an oxygen deficit. Excess postexercise oxygen consumption compensates for the oxygen deficit.

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

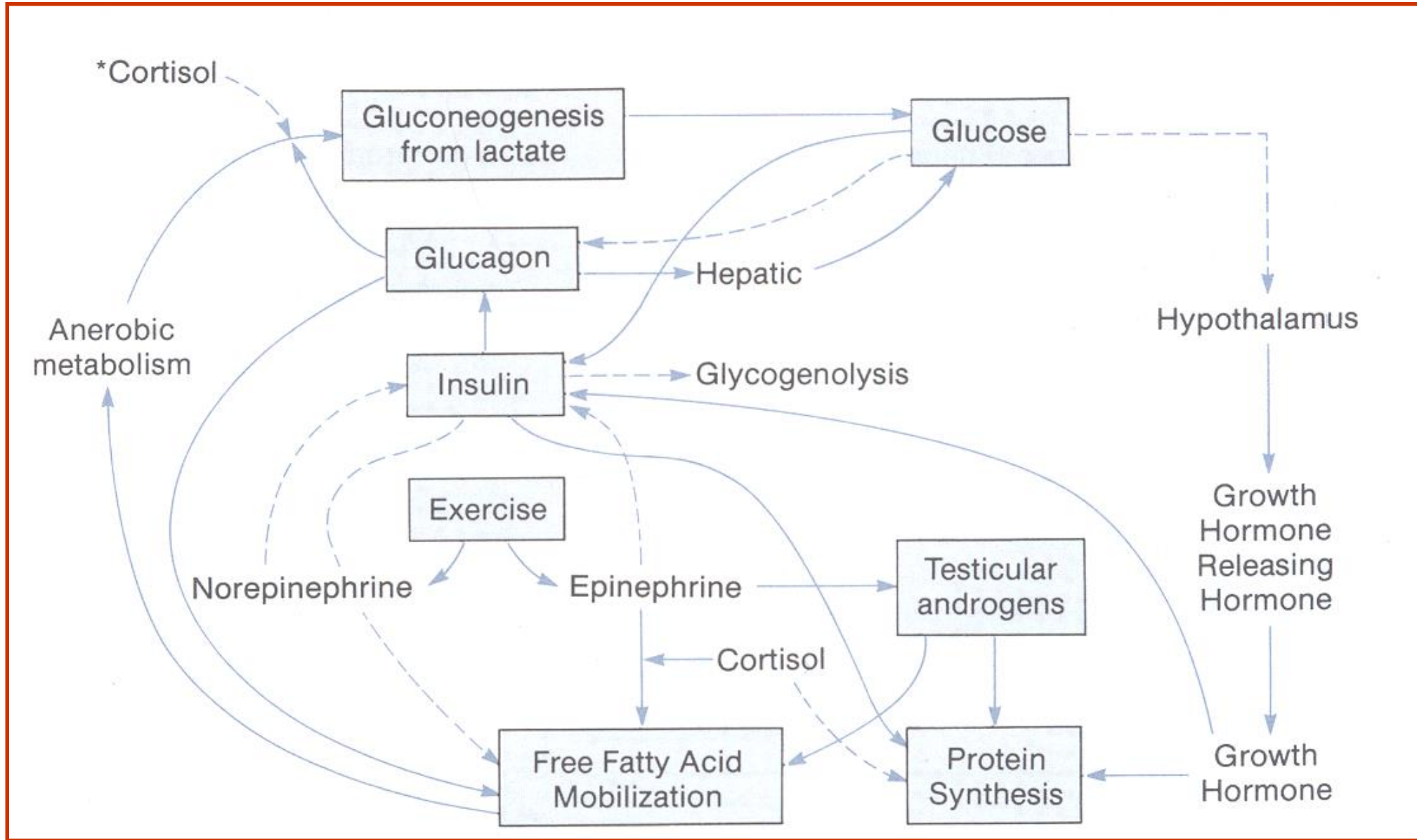


BLOOD GASES AND EXERCISE

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

