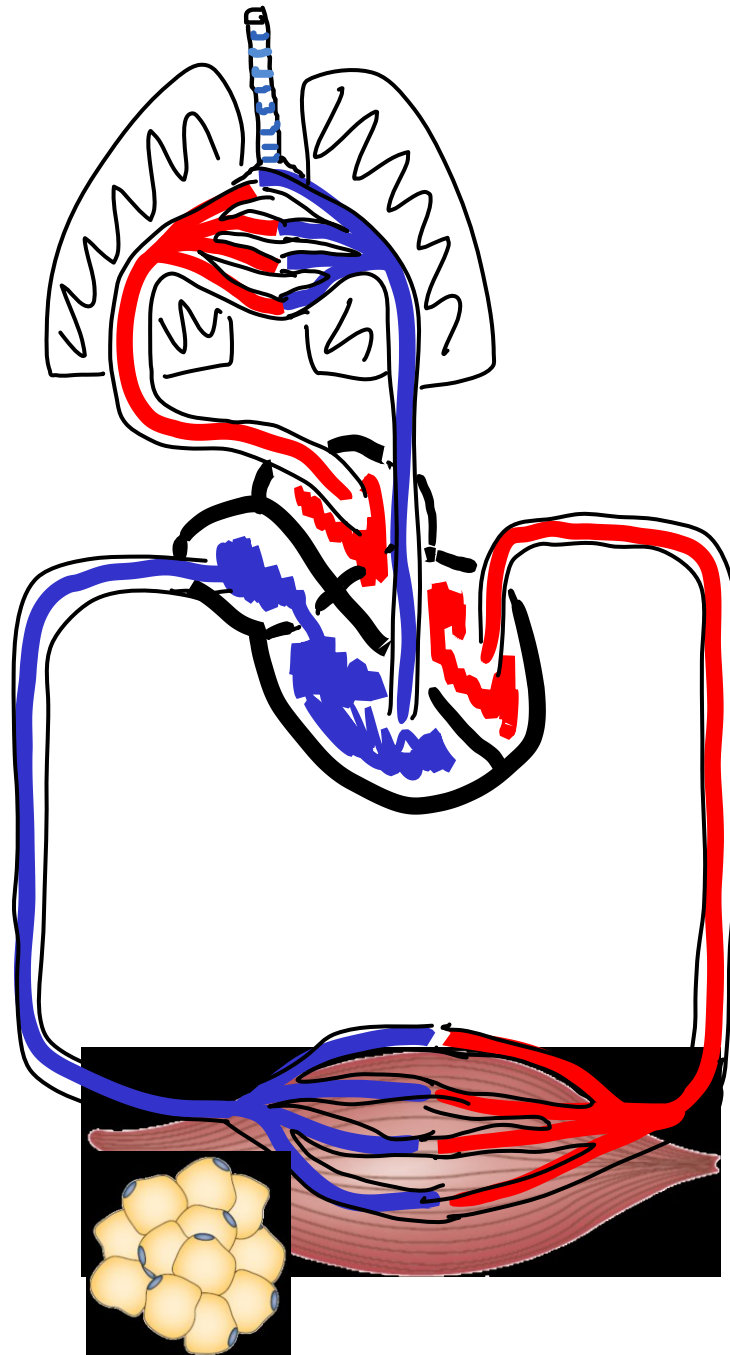


Základy zátěžové fyziologie

MUDr. Kryštof Slabý

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství
UK 2.LF a FN Motol



dýchání

ventilace

difuze a perfuse

oběh

srdeční pumpy

$$CO = SV \times TF$$

cévy

elasticita, PVR

stěna, endotel

TK, perfuse

krev

transport O_2 a CO_2

ABR

sval

kontrakce

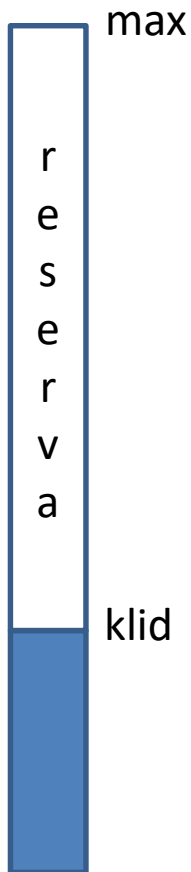
metabolismus

endokrinní/imunologická fce

Zátěž = (eu)stres

- Fyzická
 - Fyzikální (teplo, chlad)
 - Polohou (HUTT, stoj)
 - **Tělesná zátěž**
 - Dynamická
 - Statická
- Psychická / mentální
- ...

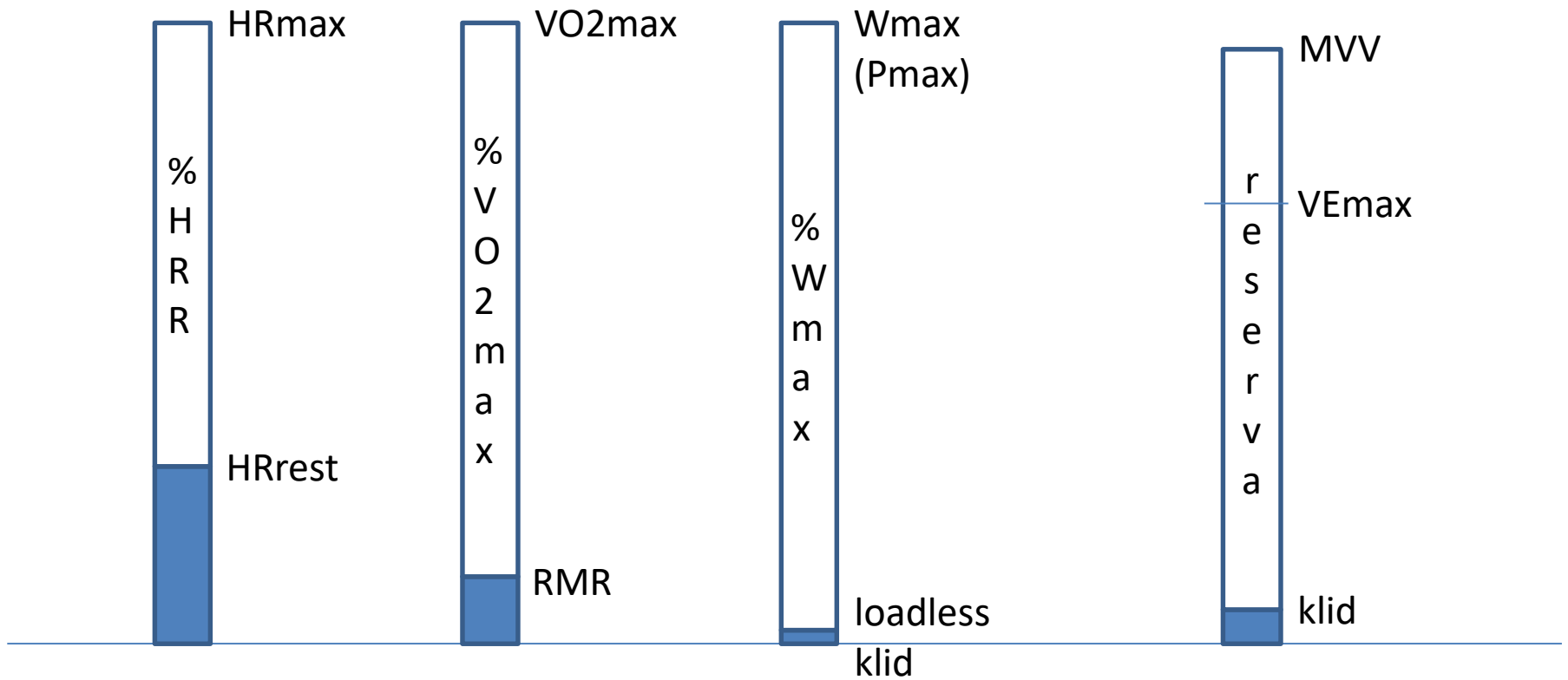
Zátěžová fyziologie = fyziologie rezerv



- Zdatnost
- Trénovanost
- Výkonnost
- Kondice

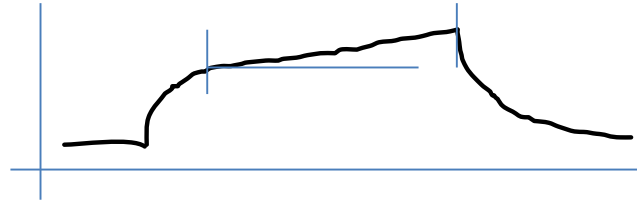
- Vytrvalost
- Síla
-
- Psychická odolnost
- Obratnost
- Koordinace
- Rovnováha

Fysiologické rezervy

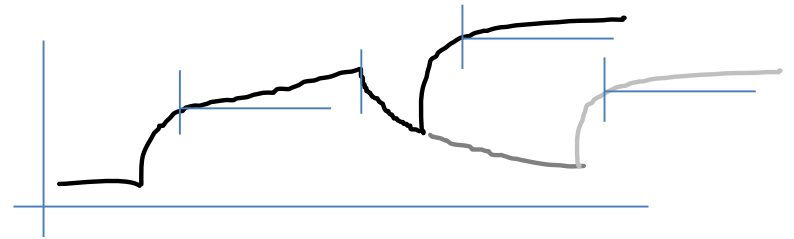


Zátěžová fyziologie v čase

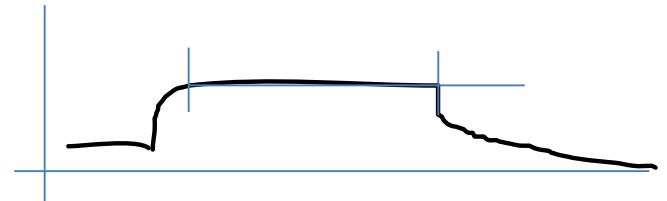
- Reakce = ?



- Kumulovaná reakce = ?



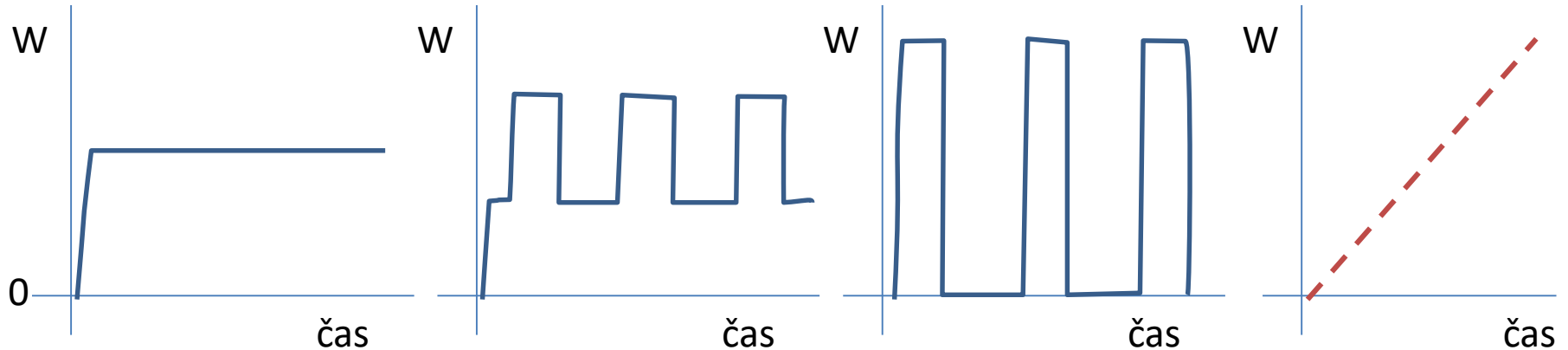
- Adaptace = ?



- Maladaptace/selhání = ?

Akutní zátěž

- typ zátěže (dynamická, ..., statická)
- intenzita (nízká, střední, submax., max., supramax.)
- trvání
- režim (kontinuální, intervalový, intermitentní)

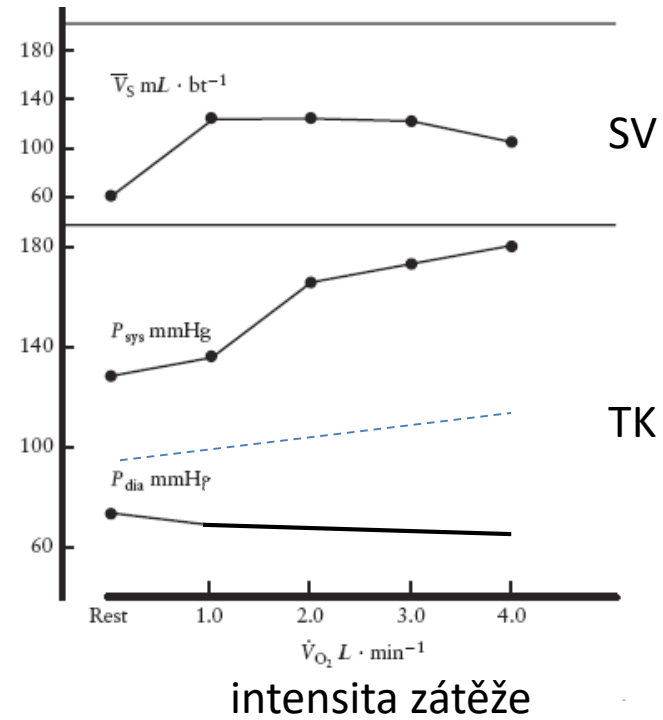
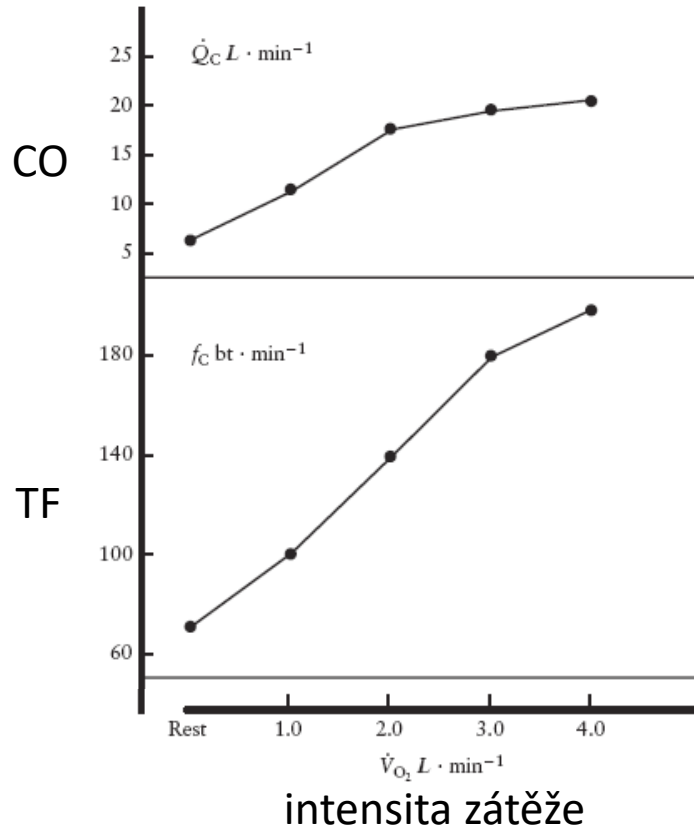


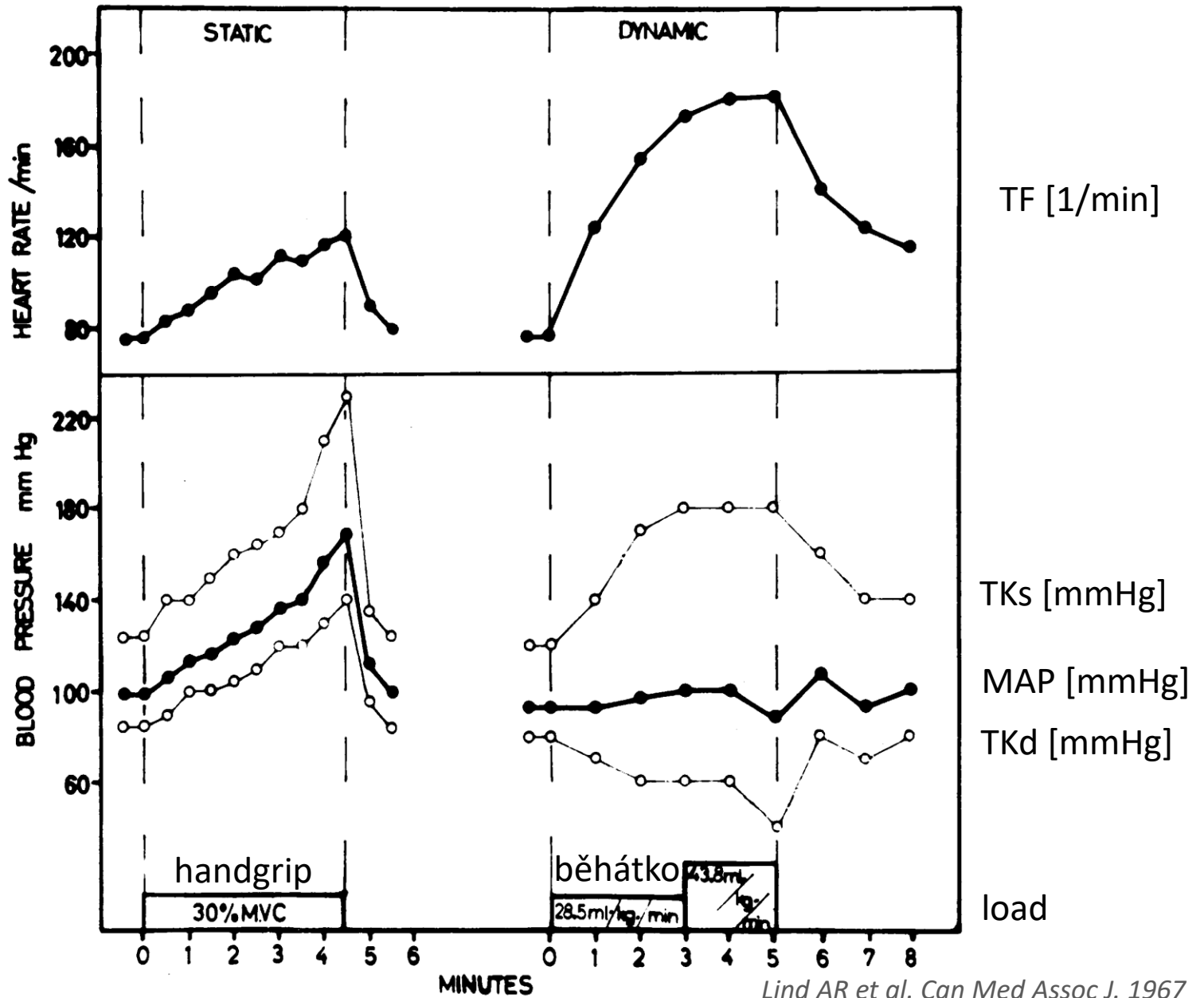
PHYSICAL PROCESS	CONVECTION	FFUSION	CONVECTION	FFUSION
PHYSIOLOGIC AL PROCESS	VENTILATION	FFUSION	CIRCULATION	FFUSION
ORGAN SYSTEM				
DIMENSIONS	VC, TLC, FRC		THb, [Hb], BV, EDV, HR _{max}	HEIGHT WEIGHT BSA
FUNCTIONAL CAPACITIES	FEV ₁ , MVV, VE _{max}	D _L	Q _{max} , Q _{max} · 1,34 · [Hb], SV _{max}	D _t
OVERALL O ₂ TRANSPORT	$V_{O2max}, W_{max}, V_{O2170}, W_{170}$			

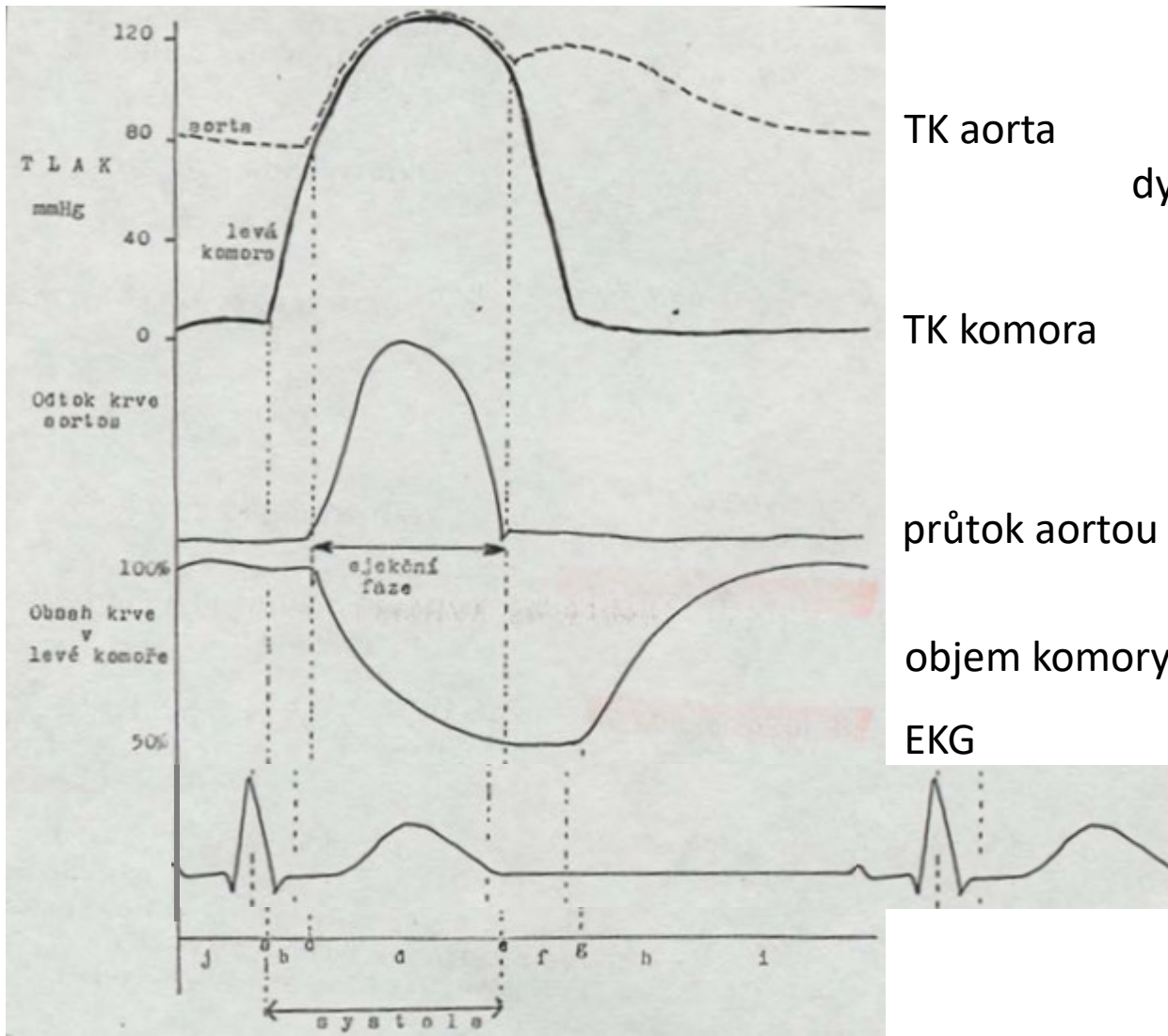
podle Holmgren A: Can Med Assoc J. 1967; 96(12): 697

Reakce na akutní zátěž

Srdce jako pumpa







preload / afterload
x
dynamická / statická

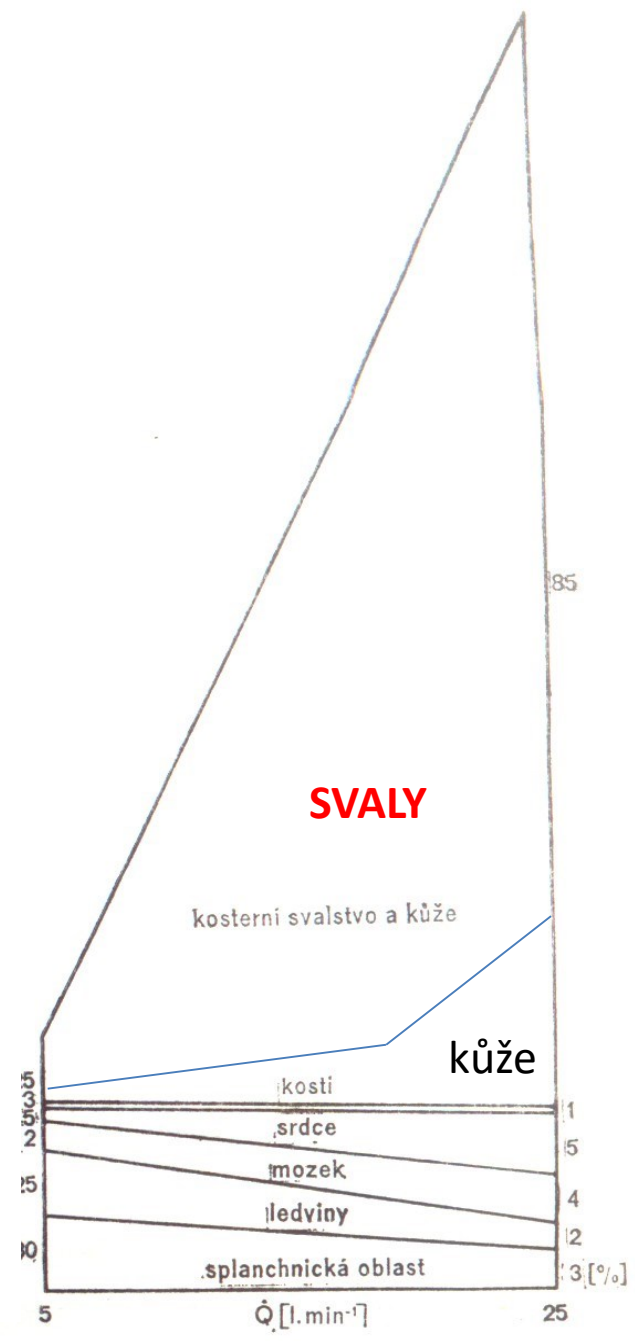
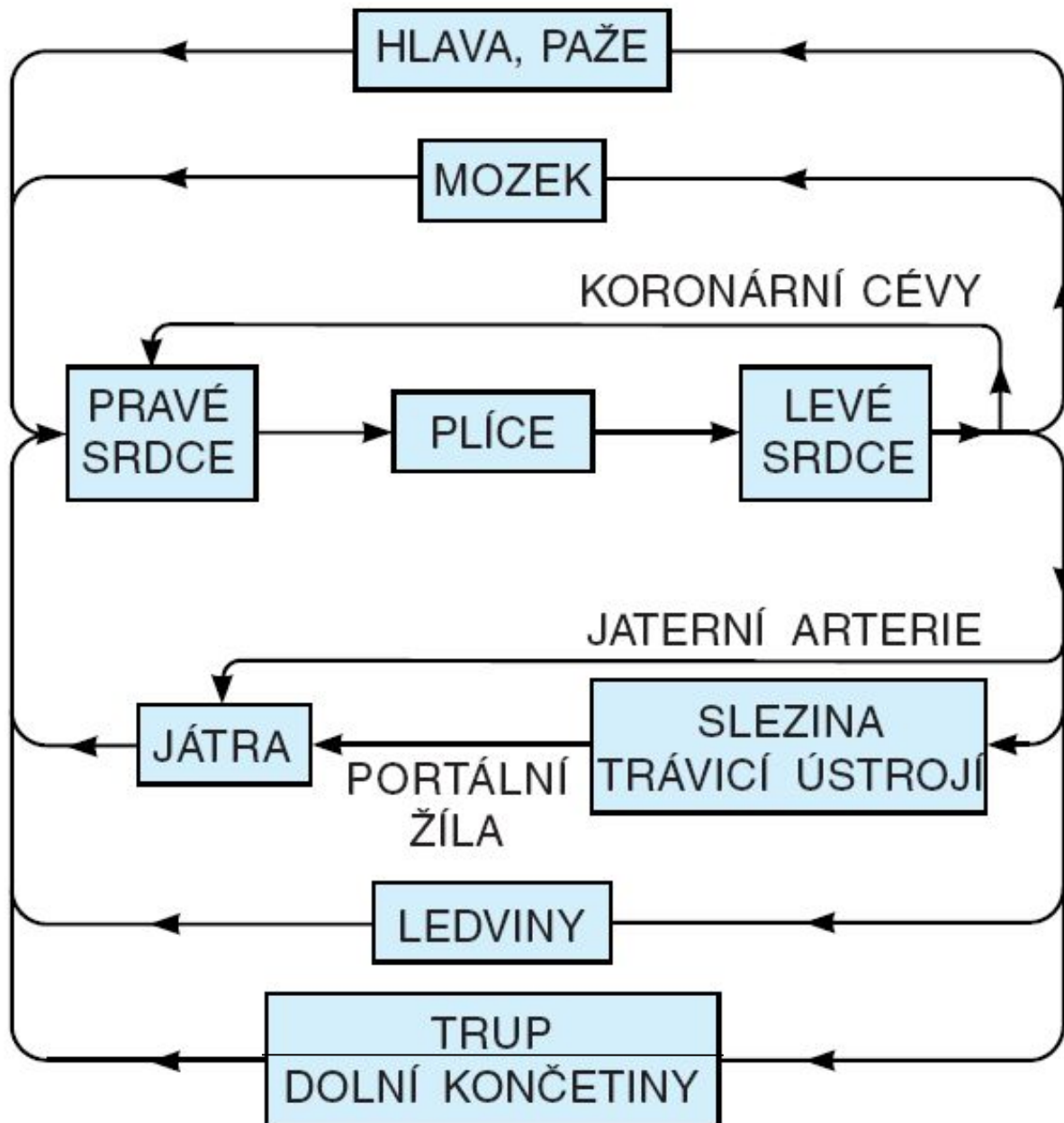
TK aorta

TK komora

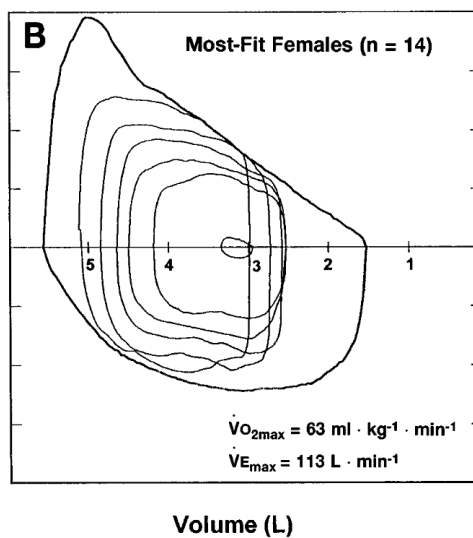
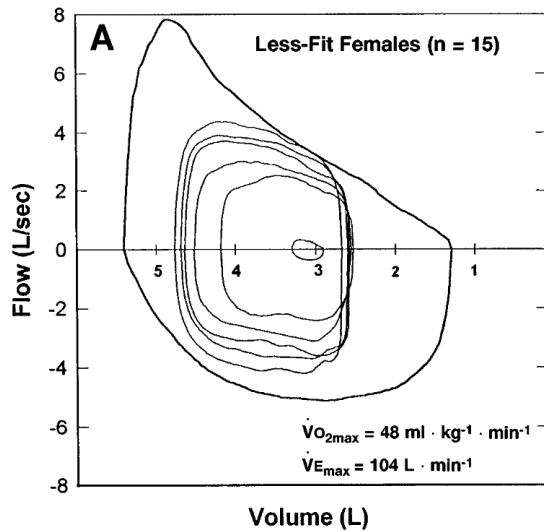
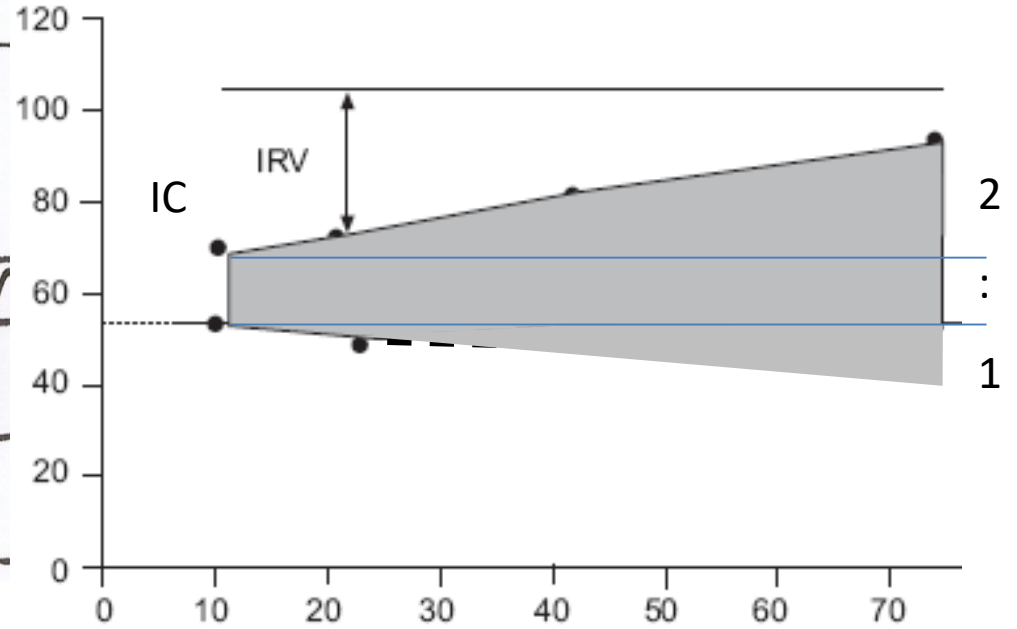
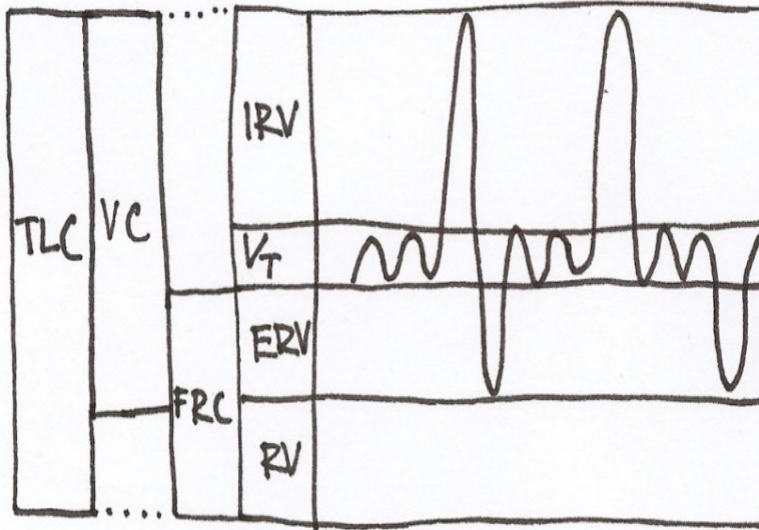
průtok aortou

objem komory

EKG

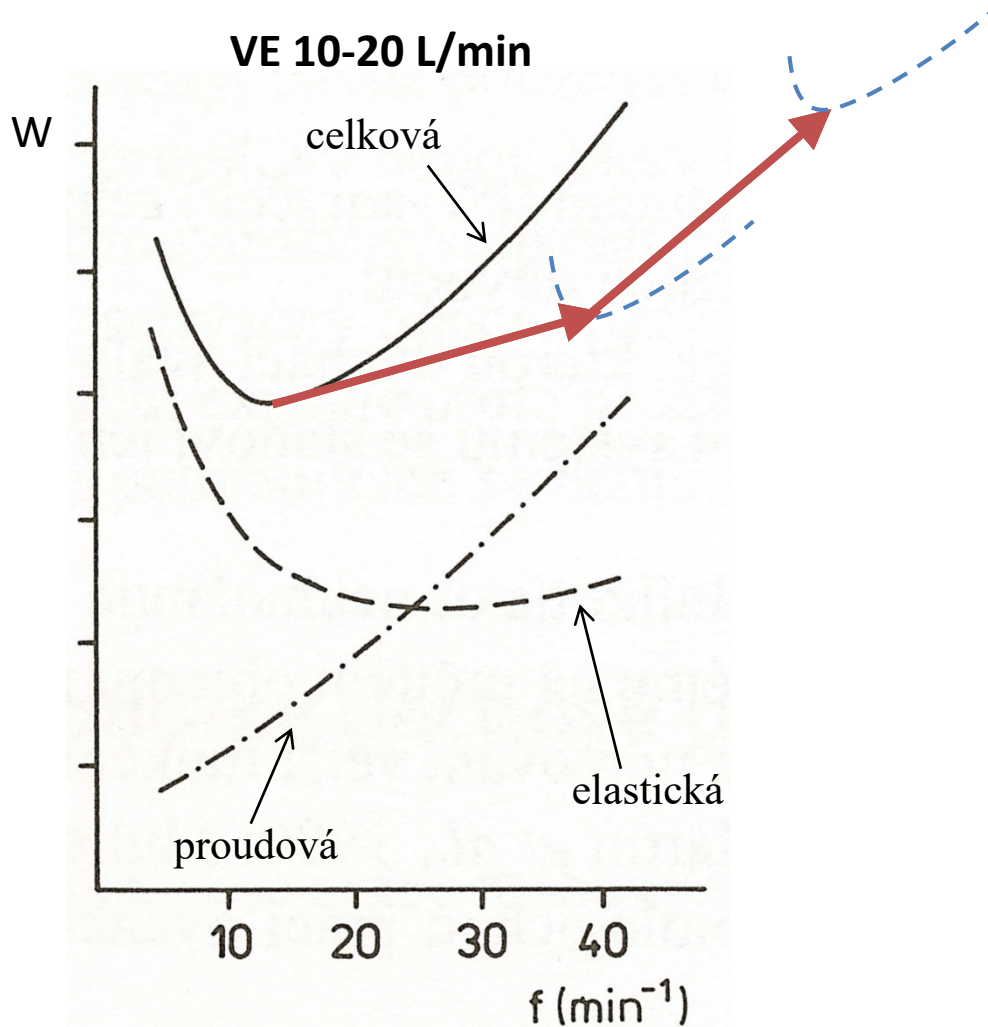


Plíce jako pumpa



Ventilation $L \cdot min^{-1}$

Dechová práce



$$VE = V_t \cdot fR$$

$$VE = V_A + V_D$$

$$TTi = p_{0.1}/p_{imax} * t_i/t_{tot}$$

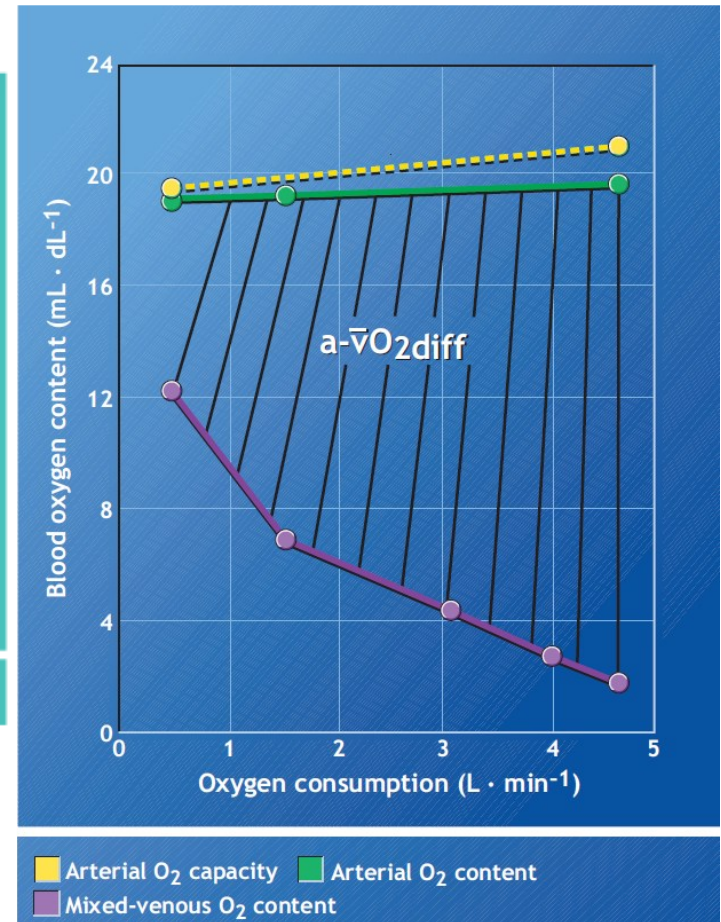
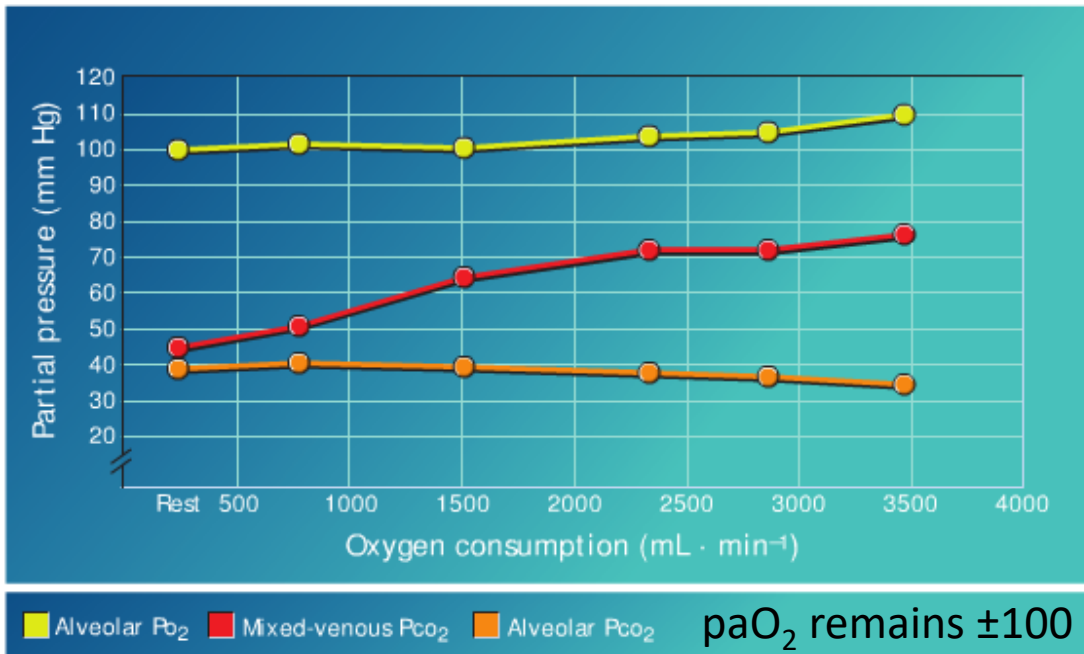
Dechová frekvence	30/min	10/min
Dechový objem	200 ml	600 ml
Minutová ventilace	6 litrů	6 litrů
Alveolární ventilace	$(200-150) \cdot 30$ = 1500 ml	$(600-150) \cdot 10$ = 4500 ml

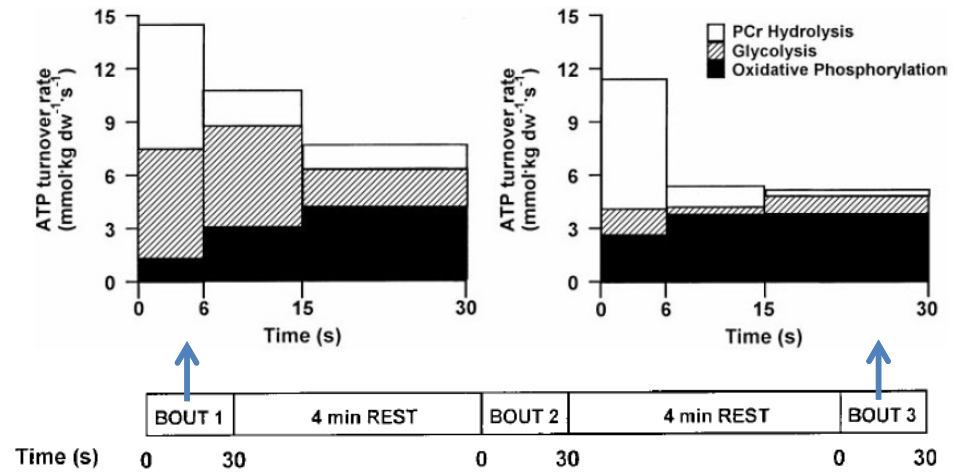
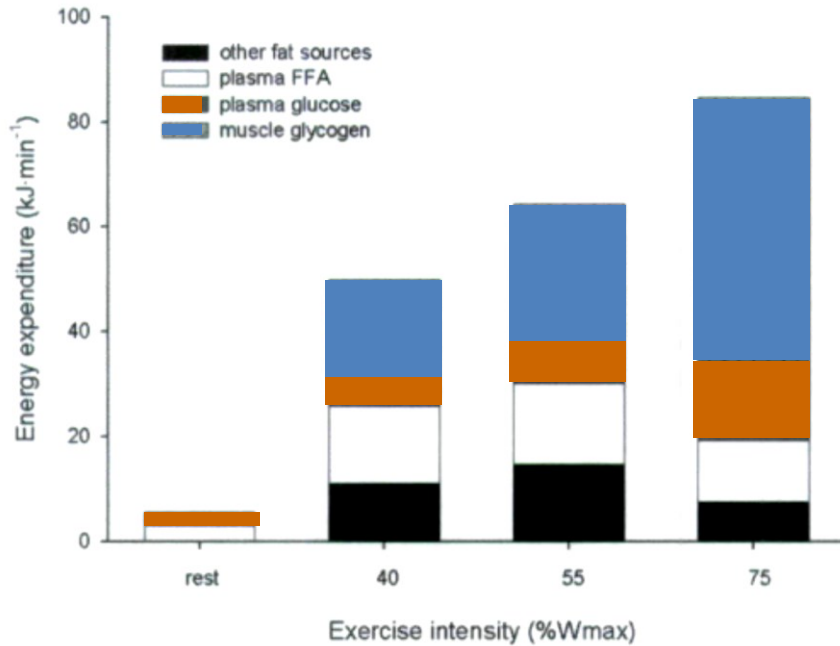
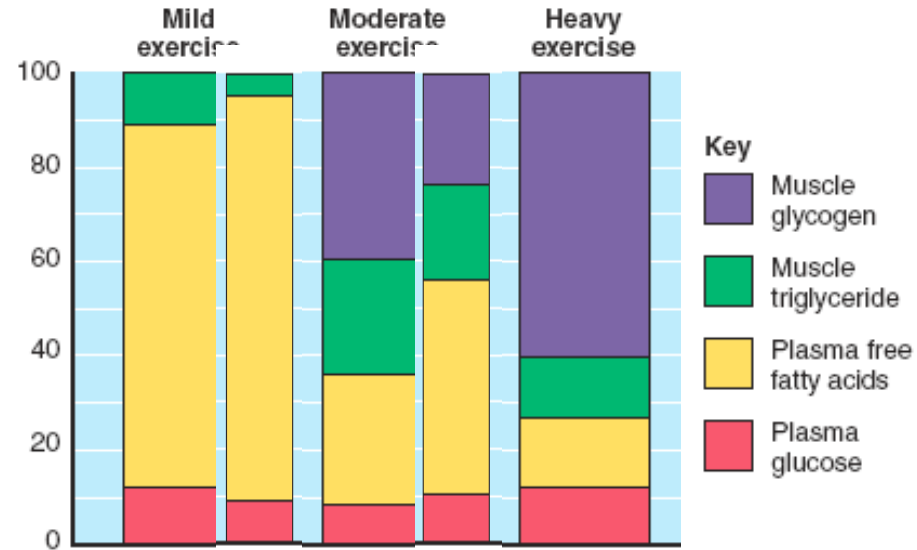
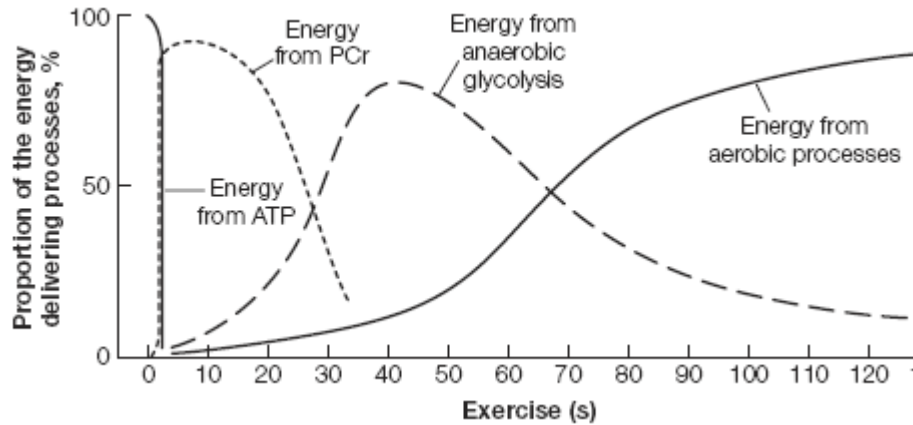
30/min	13/min
300 ml	500 ml
9 litrů	6,5 litrů
$(300-150) \cdot 30 = 4500$ ml	$(500-150) \cdot 13 = 4550$ ml

Ventilatory drive

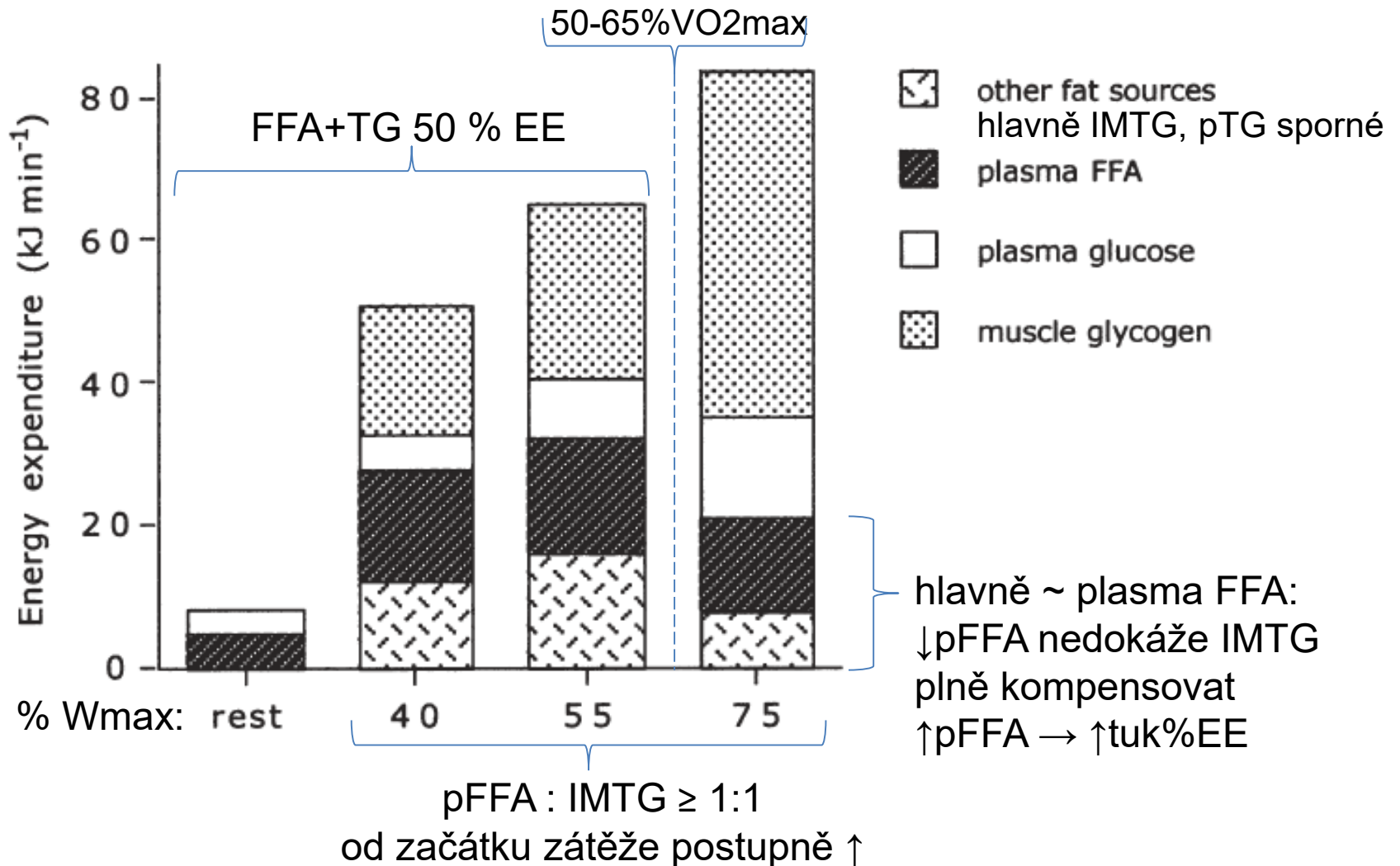
v klidu a v zátěži úplně jiná pohádka...

Blood gasses

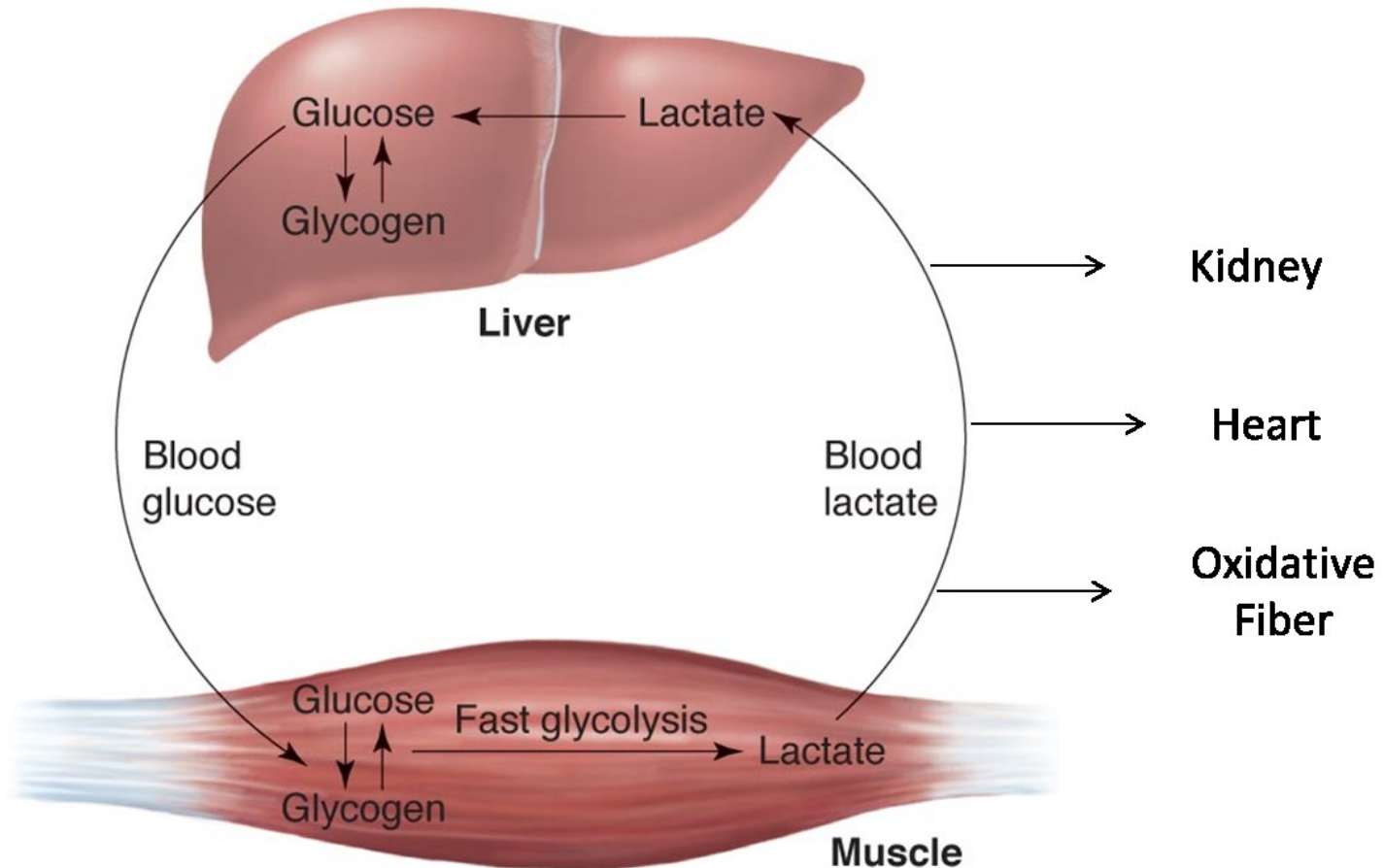


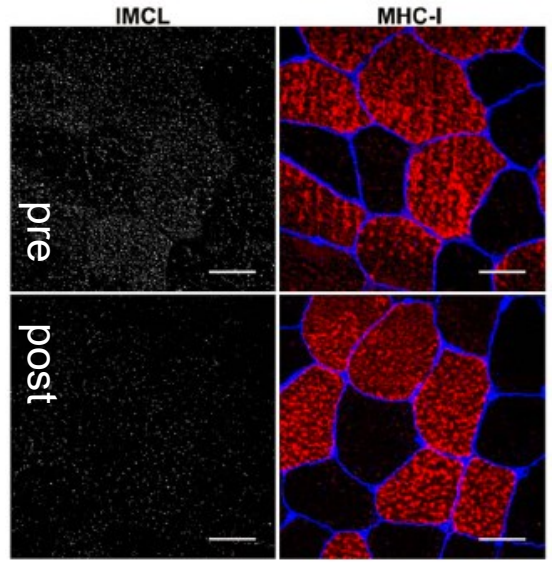
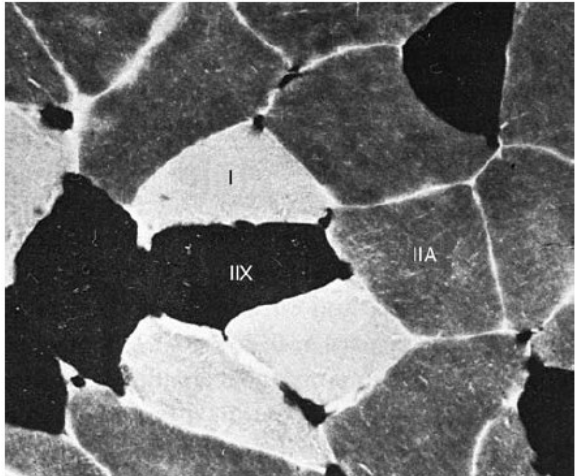
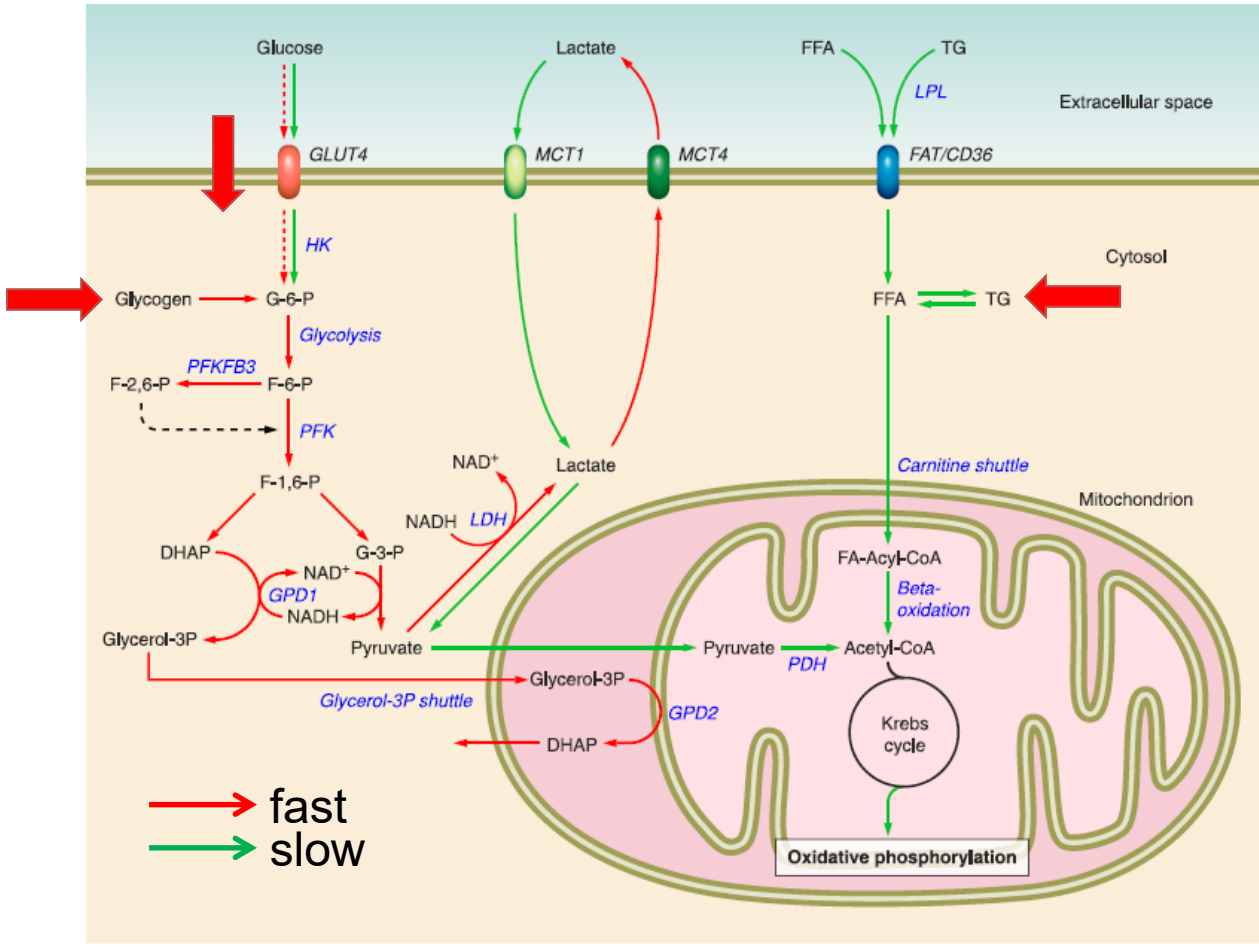


Stupínky 30 min konstantní zátěže na kole

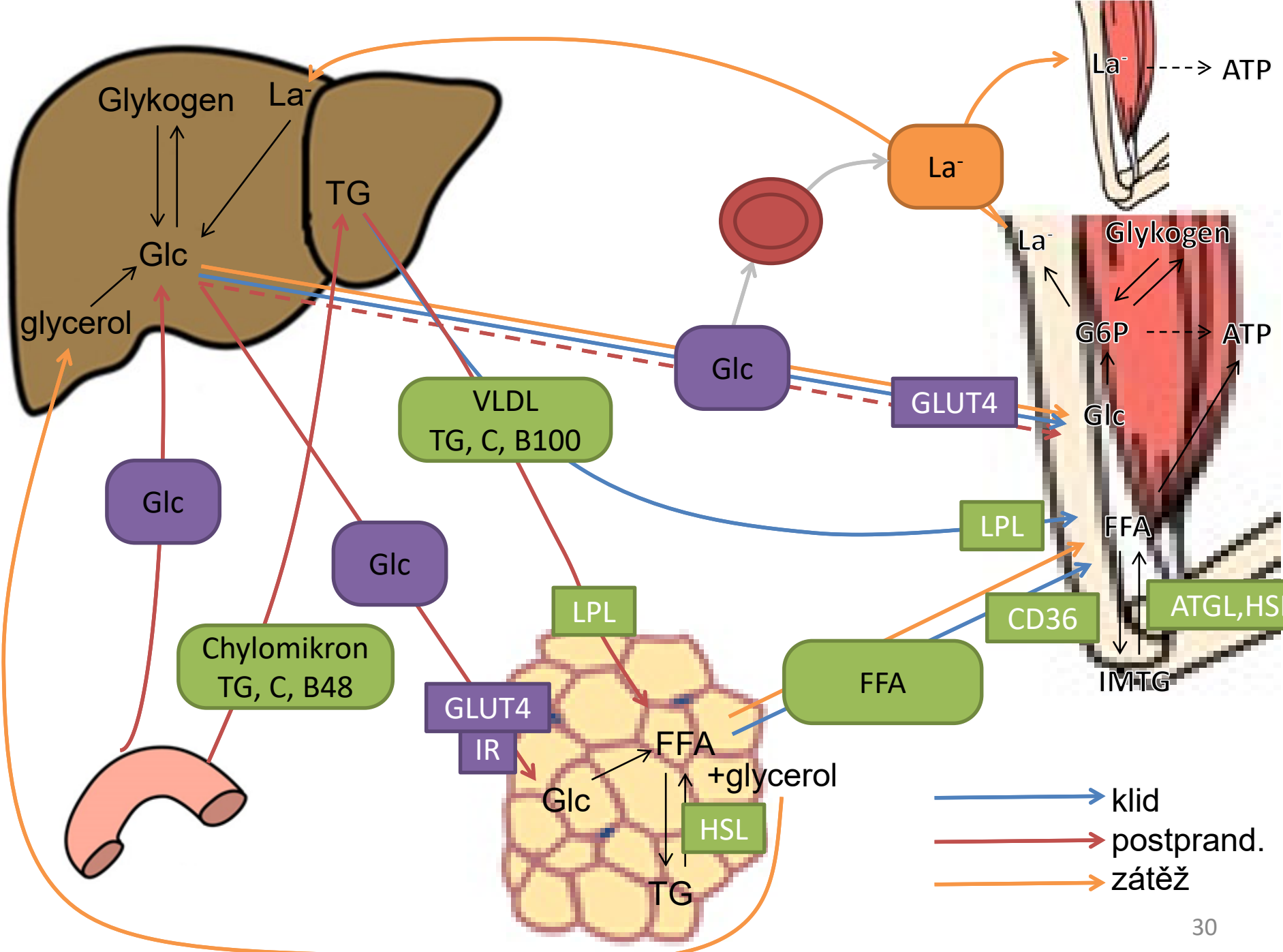


Cyklus Coriových (Cori cycle)

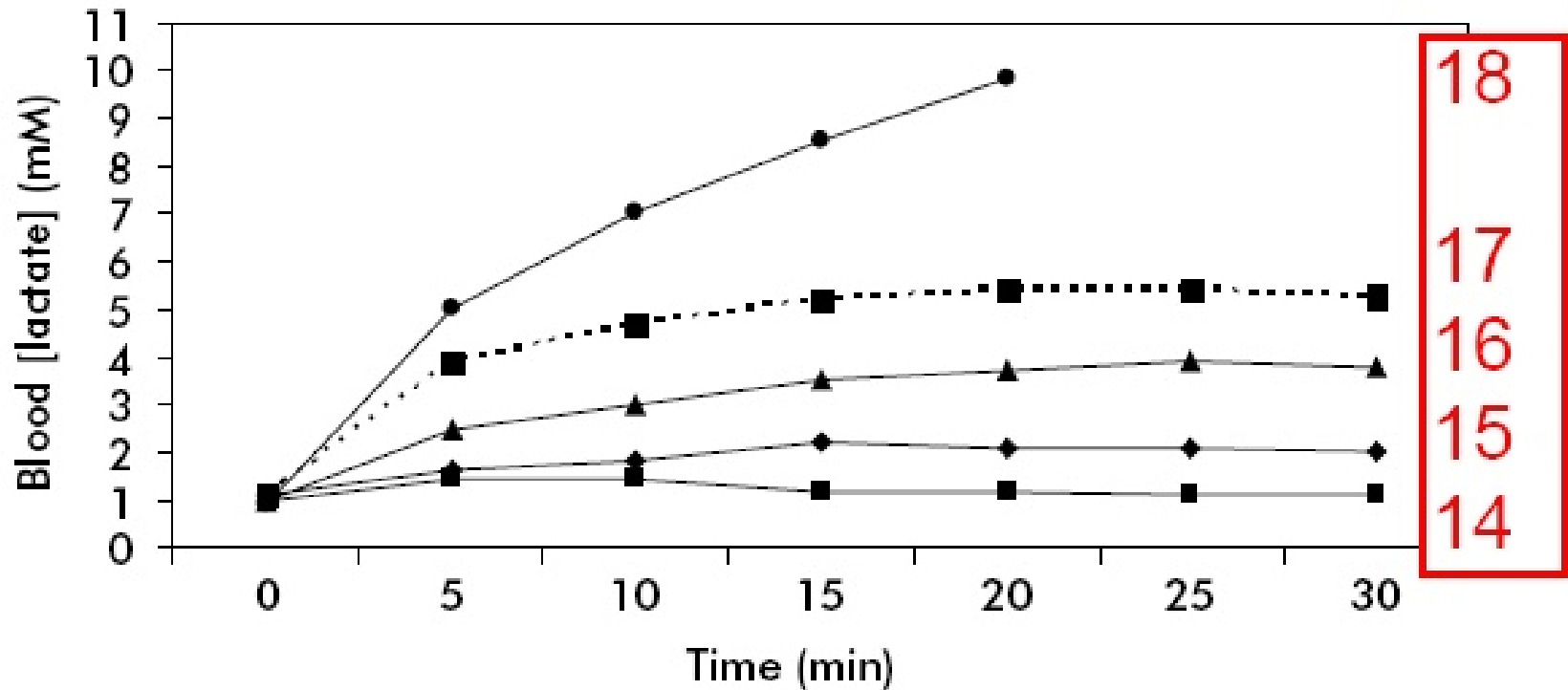


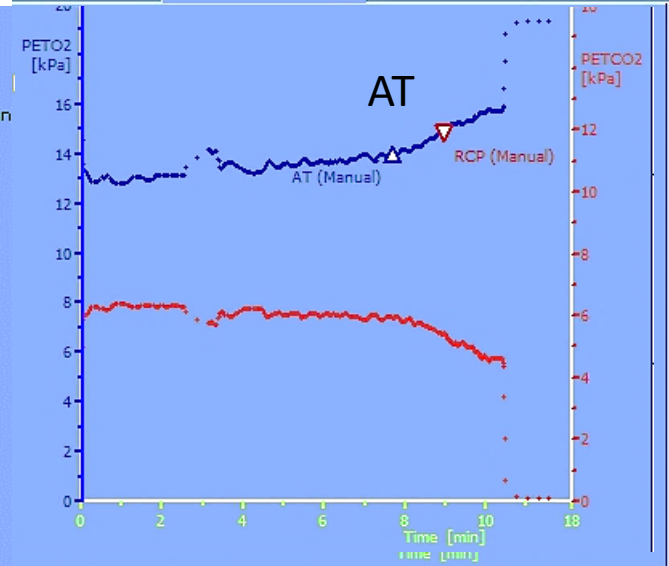
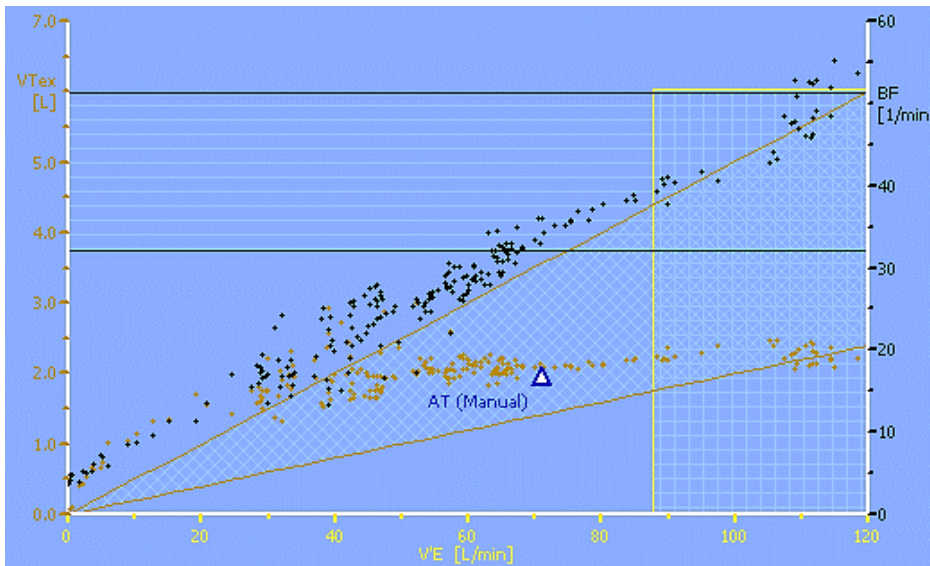
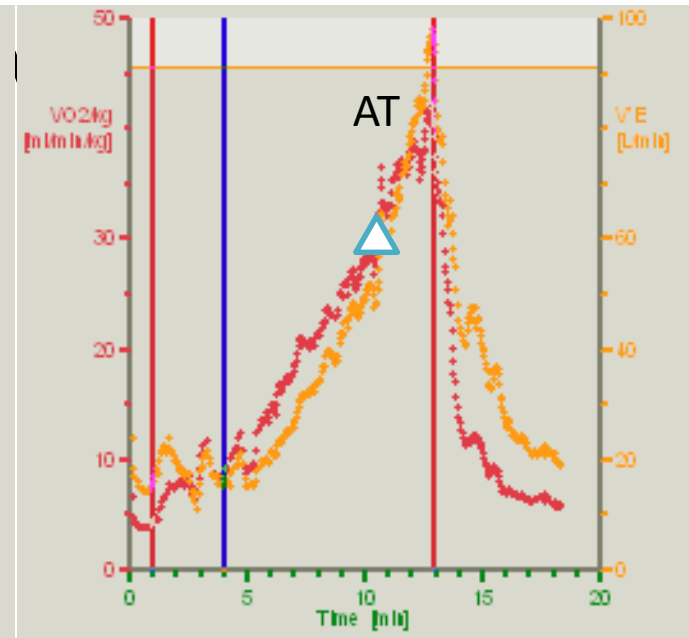
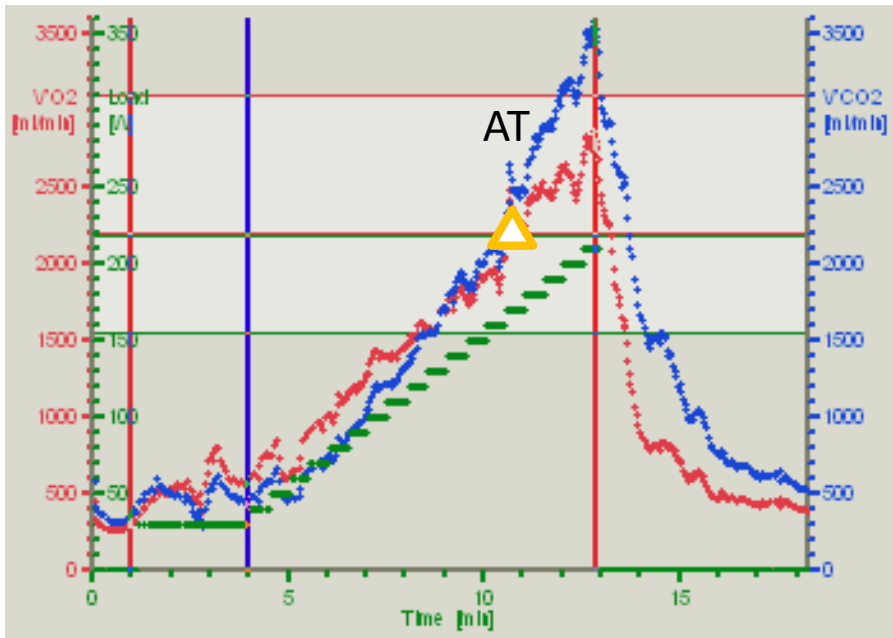


Schiaffino S, Reggiani C. Fiber Types In Mammalian Skeletal Muscles. *Physiol Rev* 91: 1447–1531, 2011;



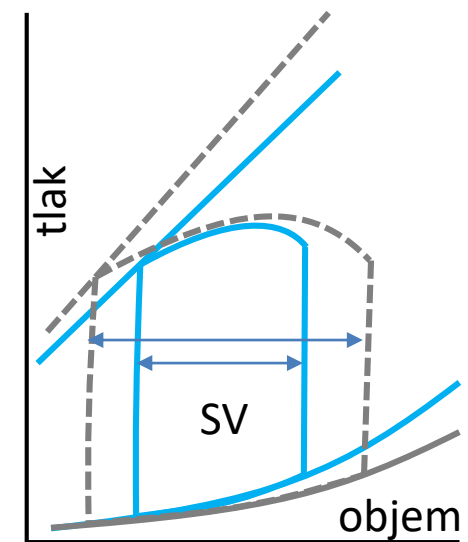
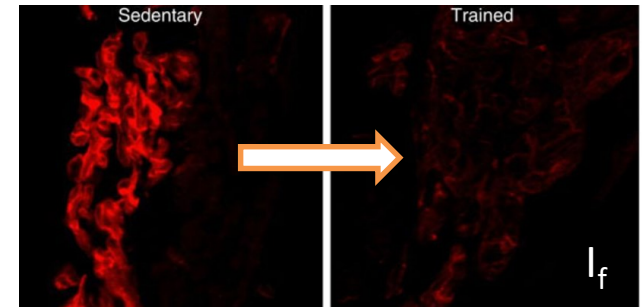
Maximal lactate steady state





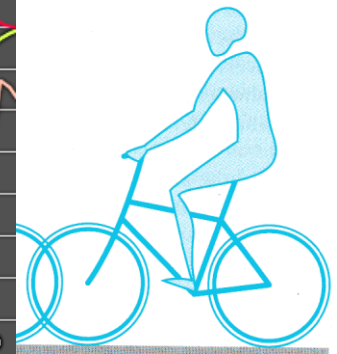
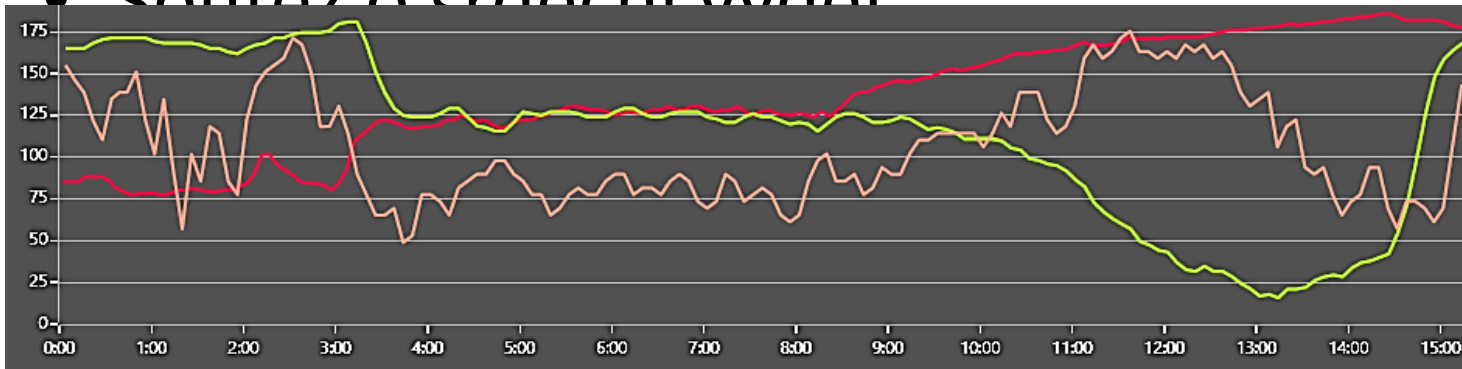
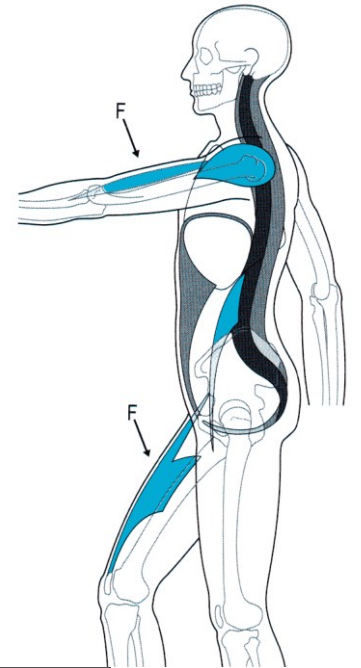
Adaptace srdce na vytrvalostní zátěž

- Autonomní a elektrická
 - Remodelace SA uzlu
 - Bradykardie, parasympatikotonie
 - Změny repolarizace
- Strukturální
 - **Excentrická** hypertrofie LK
 - Dilatace srdečních oddílů
 - Remodelace PK



Adaptace dýchání na vytrvalostní zátěž

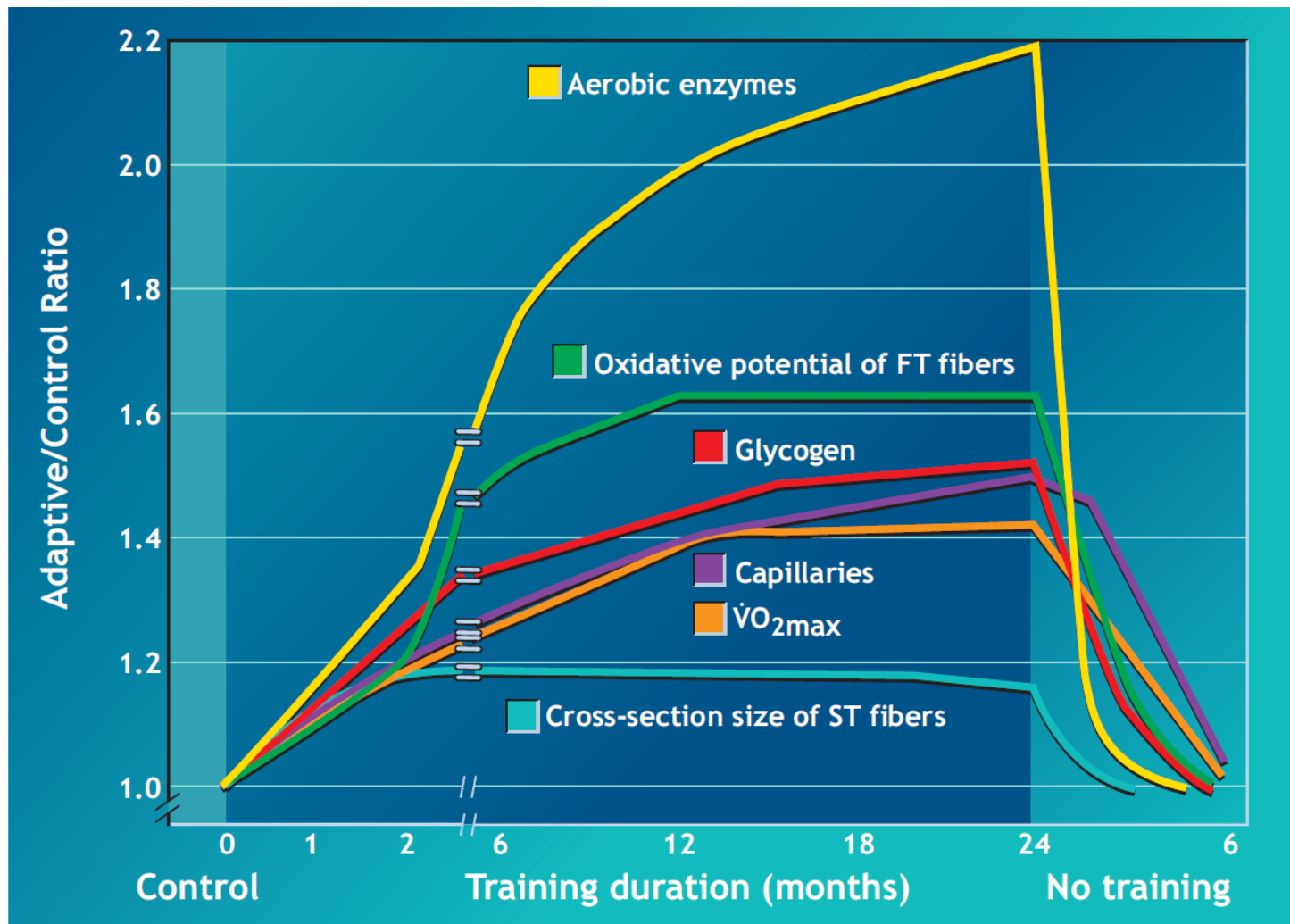
- Respirační a nerespirační funkce
 - posturální
 - mluva
- Technika, provedení
 - dechový stereotyp x sport. technika
- Soutěž o srdeční výdej



Adaptace na vytrvalostní zátěž

- ↑ max. srdeční výdej (↑ SV a plnění, ↑ návrat, $\leftrightarrow TF_{\max}$)
- ↑ HGb a cirkulující objem
- lepší distribuce srdečního výdeje (makro i mikro),
↓ klidový TK a tPVR, lepší pružník, konduktivní oddíl \leftrightarrow
- ↑ kapilarizace svalů i srdce, ↑ **extrakce O_2**
- ↑ **oxidativní kapacita**, změna zastoupení sval. vláken
- ↑ glc transport (GLUT4), ↑ glykogen (sval, játra), ↑ IMTG
- (změna dechového vzoru a ↓ dech. práce, ↓ únava)
- ↓ % tělesného tuku, ↑ termoregulace

Trénink a detrénink



podle Saltin B et al.: Ann NY Acad Sci 1977

PHYSICAL PROCESS	CONVECTION	FFUSION	CONVECTION	FFUSION
PHYSIOLOGIC AL PROCESS	VENTILATION	FFUSION	CIRCULATION	FFUSION
ORGAN SYSTEM				
DIMENSIONS	VC, TLC, FRC		THb, [Hb], BV, EDV, HR _{max}	HEIGHT WEIGHT BSA
FUNCTIONAL CAPACITIES	FEV ₁ , MVV, VE _{max}	D _L	Q _{max} , Q _{max} · 1,34 · [Hb], SV _{max}	D _t
OVERALL O ₂ TRANSPORT	$V_{O2max}, W_{max}, V_{O2170}, W_{170}$			

podle Holmgren A: Can Med Assoc J. 1967; 96(12): 697

Děkuju za pozornost.

MUDr. Kryštof Slabý

Oddělení tělovýchovného lékařství
Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství
Univerzita Karlova - 2.LF a FN Motol

krystof.slaby@lfmotol.cuni.cz



Adaptace na vytrvalostní zátěž

- ↑ max. srdeční výdej (↑ SV a plnění, ↑ návrat, $\leftrightarrow TF_{\max}$)
- ↑ HGb a cirkulující objem
- lepší distribuce srdečního výdeje (makro i mikro),
↓ klidový TK a tPVR, lepší pružník, konduktivní oddíl \leftrightarrow
- ↑ kapilarizace svalů i srdce, ↑ **extrakce O_2**
- ↑ **oxidativní kapacita**, změna zastoupení sval. vláken
- ↑ glc transport (GLUT4), ↑ glykogen (sval, játra), ↑ IMTG
- (změna dechového vzoru a ↓ dech. práce, ↓ únava)
- ↓ % tělesného tuku, ↑ termoregulace
- kost, vazivo...