

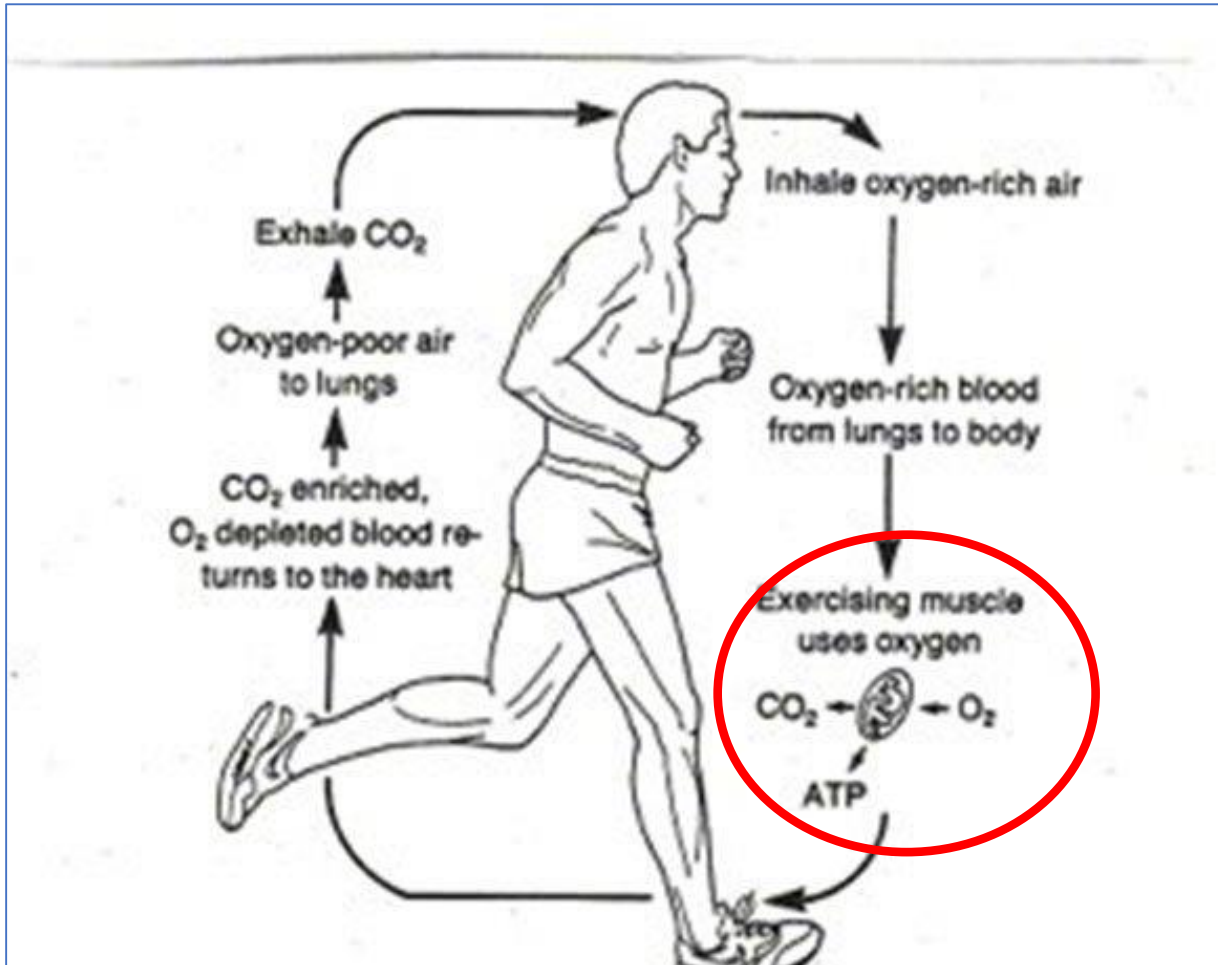
Pohybová aktivita – hodnocení, CPX, field testy

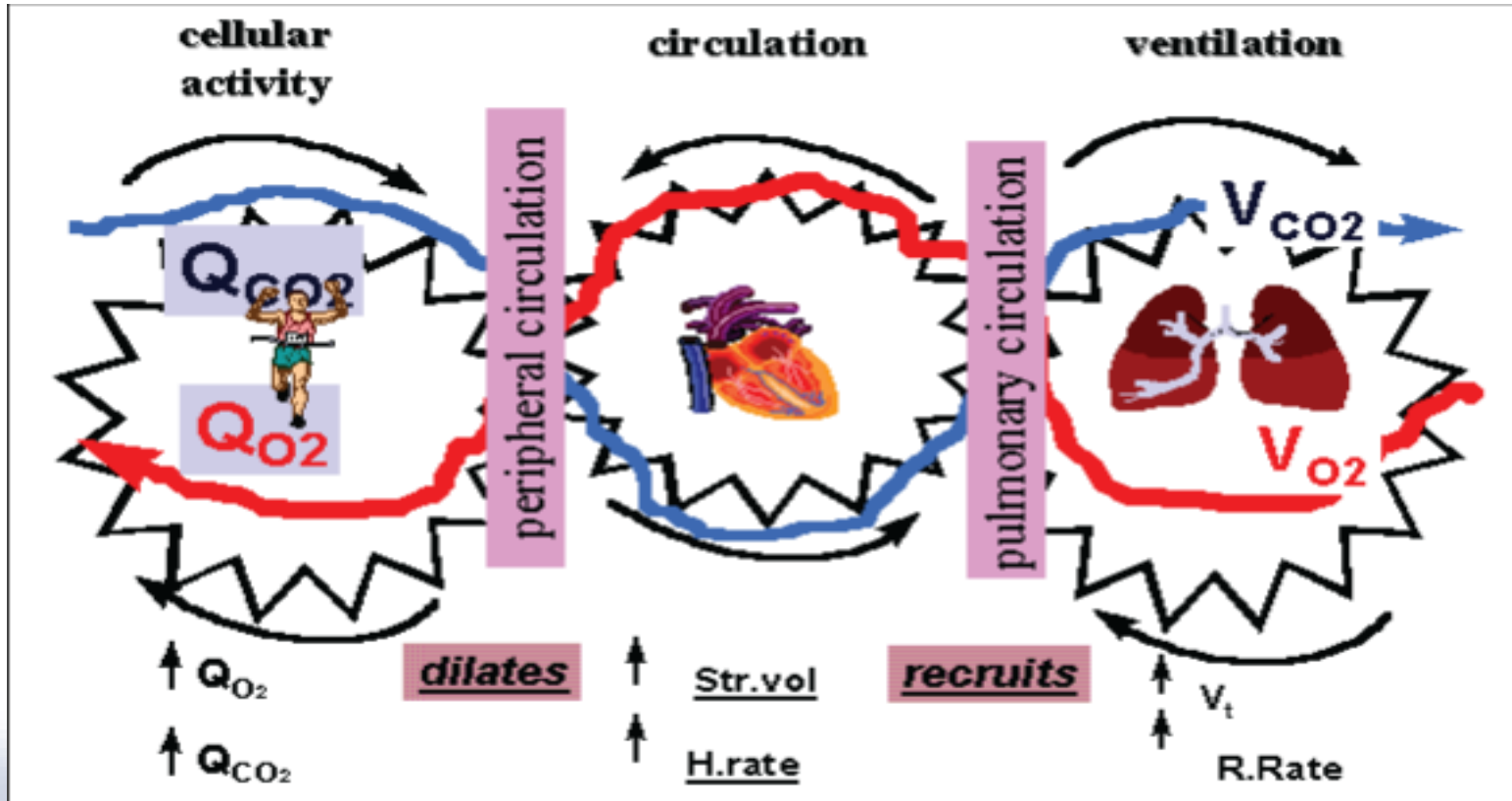
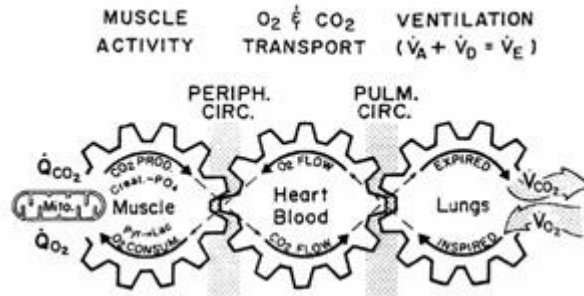
Doc. MUDr. Vladimír Tuka, Ph.D.

Centrum kardiovaskulární rehabilitace VFN

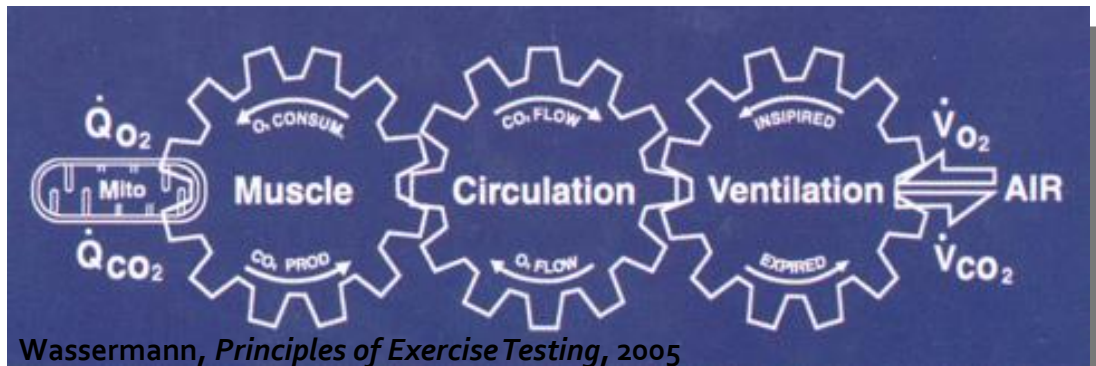
III. interní klinika – klinika endokrinologie a metabolismu 1. LF UK a VFN, Praha







Kardiovaskulární odpověď na akutní zátěž vrcholová/maximální spotřeba kyslíku ($\dot{V}O_{2\text{peak/max}}$)



$C(a-v)O_2$ ↑
Arterial-mixed
venous O_2 diff.

CO ↑
Srdeční
výdej

VE ↑
Ventilace

TO ↑
Tepový
objem

VT ↑
Dechový
objem

SF ↑
Srdeční
frekvence

DF ↑
Dechová
frekvence



Dynamická zátěž



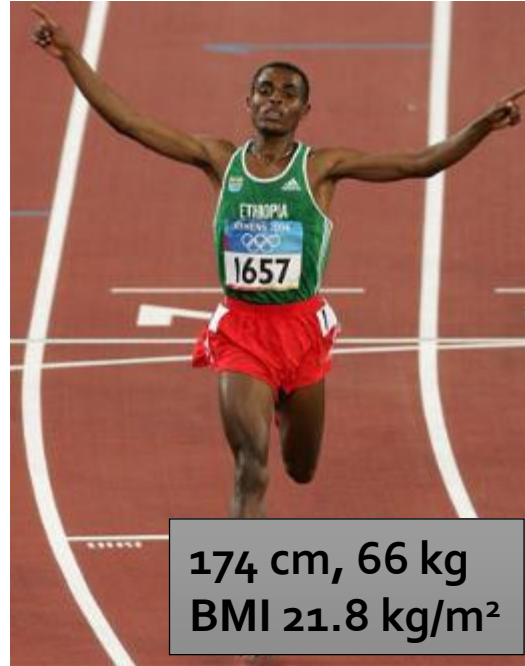
- ↑ tonus sympatiku
 - ↑ srdeční výdej
 - ↑ srdeční frekvence
 - ↑ tepový objem
 - Redistribuce srdečního výdeje směrem k pracujícím svalům a vitálním orgánům
- Střední tlak stoupá o cca 40%
 - Vzestup sTK
 - dTK konstantní, resp. mírně klesá



Jak rychle uběhnete...?



195 cm, 86 kg
BMI 22.6 kg/m²



174 cm, 66 kg
BMI 21.8 kg/m²



164 cm, 53 kg
BMI 19.7 kg/m²

Usain Bolt

Světový rekord 100 m 9.58 s

10.000 m 15:57 min?

Maraton 1:07:22 h?

26:17:53 min

2:03:59 h





Zdroje energie pro svalovou kontrakci

Kreatin fosfát

Glykogen

Glukóza

Triglyceridy

Mastné k.

**ATP → ADP + P
+ energie**





- Kreatinphosphat
- Glycogen anaerob



- Glycogen aerob
- Glucose
- Triglyceride



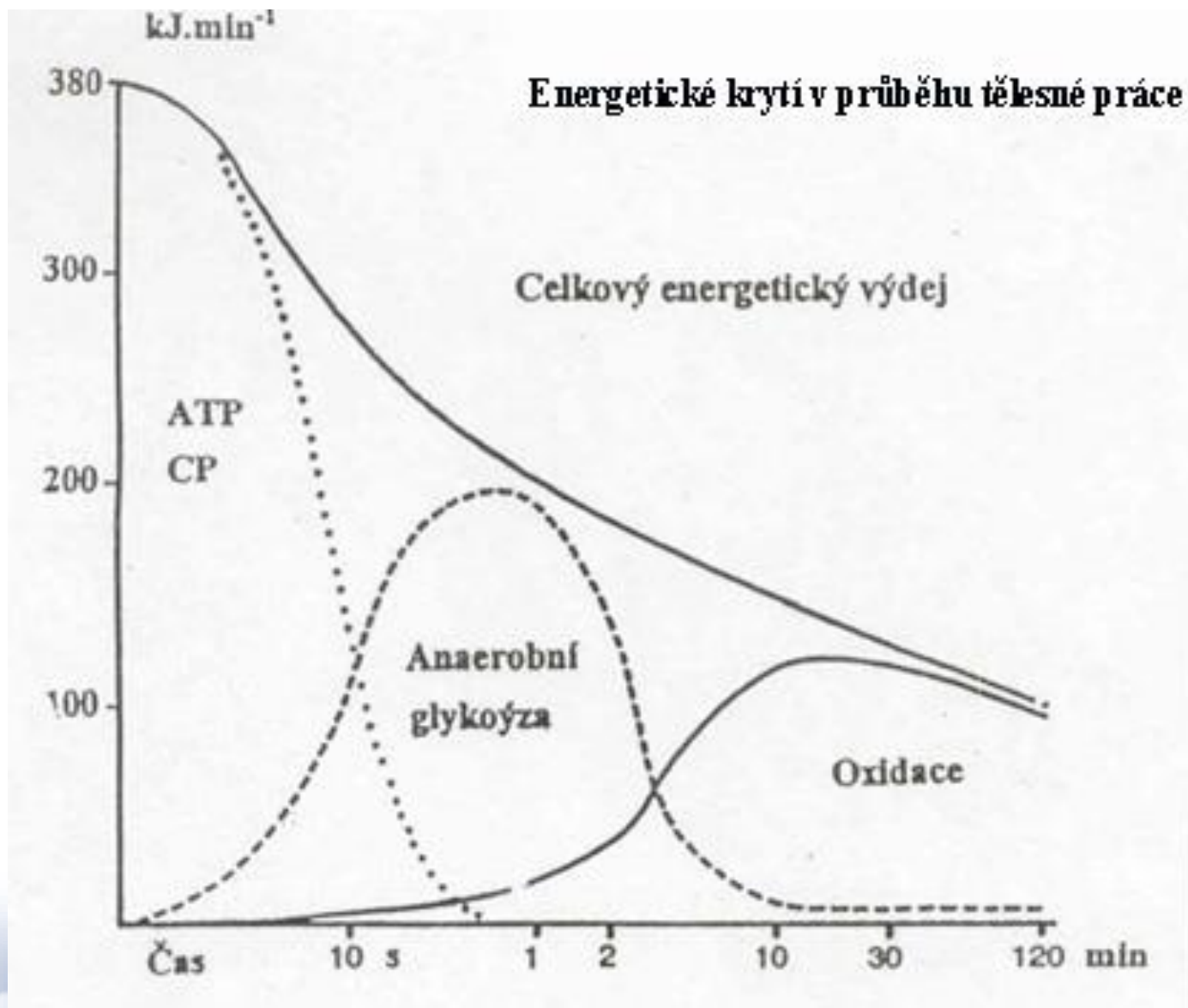


Svalová práce – zdroj energie

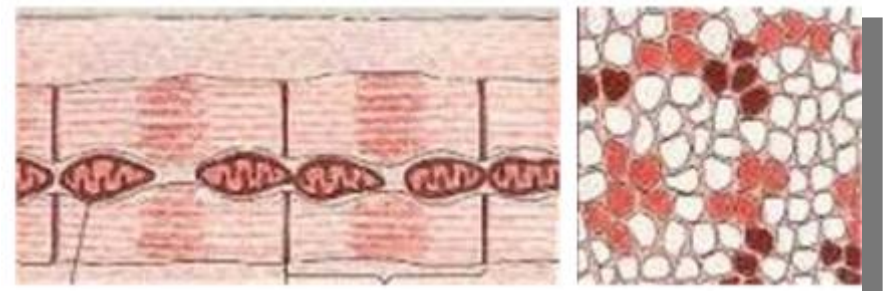
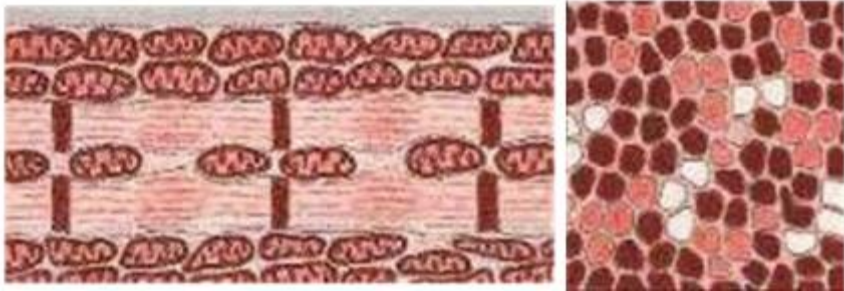
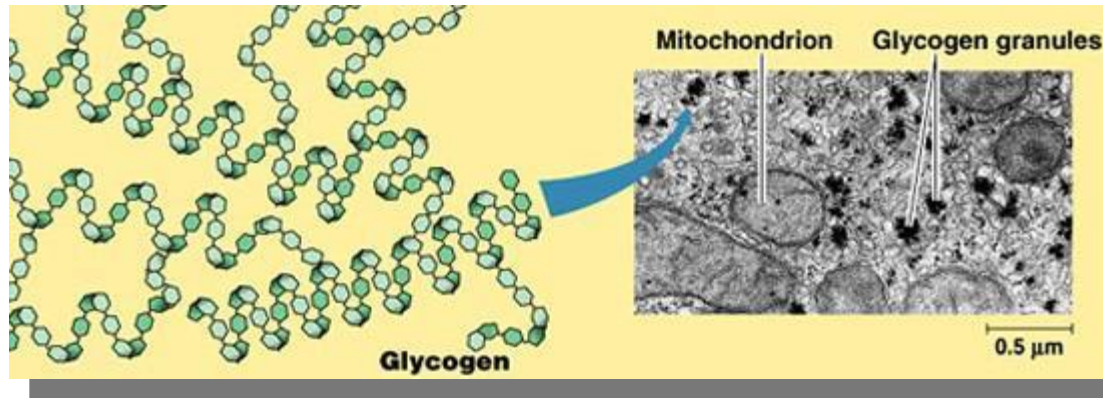
- Anerobní – krátkodobý zdroj energie
- Aerobní – dlouhodobý zdroj energie

<i>Energy output (kJ)</i>			<i>Relative contribution (%)</i>		
<i>Work time maximal exercise</i>	<i>Anaerobic processes</i>	<i>Aerobic processes</i>	<i>Total</i>	<i>Anaerobic processes</i>	<i>Aerobic processes</i>
10 s	84	16	100	83	17
1 min	126	84	210	60	40
2 min	126	189	315	40	60
5 min	126	504	630	20	80
10 min	105	1,025	1,130	9	91
30 min	84	2,825	2,909	3	97
60 min	63	5,023	5,086	1	99





Svalová vlákna a aerobní kapacita



Type I muscle fibers

„slow-twitch fibers“

vysoká aerobní kapacita

nízká anaerobní kapacita

→ e.g. Maratonští běžci

Type II muscle fibers

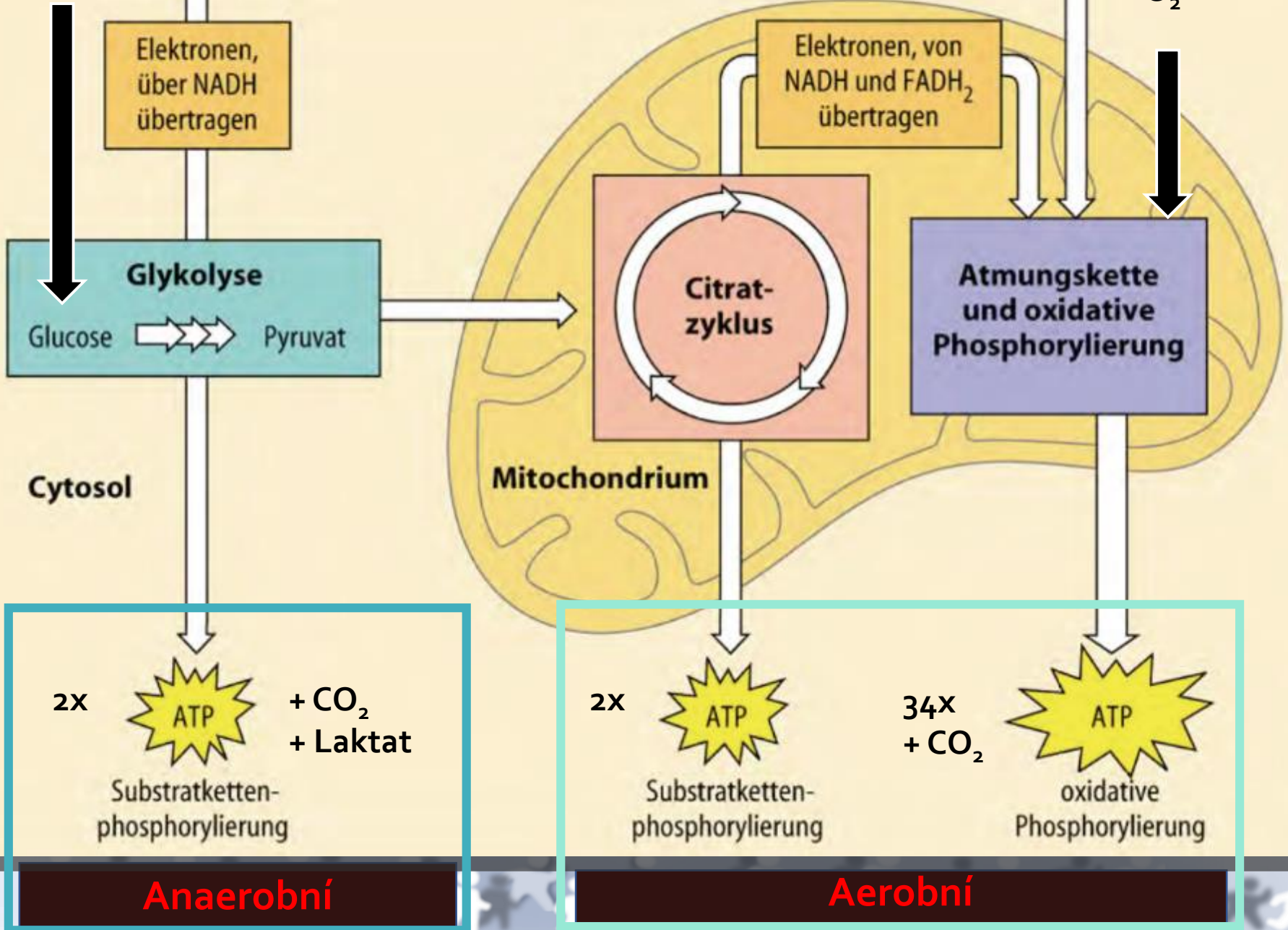
„fast-twitch fibers“

nízká aerobní kapacita

Vysoká anaerobní kapacita

→ e.g. Sprinteři

Glykogen



Anaerobní

Aerobní

Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET) Spiroergometrie



$$VO_{2(klid)} = 3.5 \text{ ml/min/kg [= 1 MET]}$$

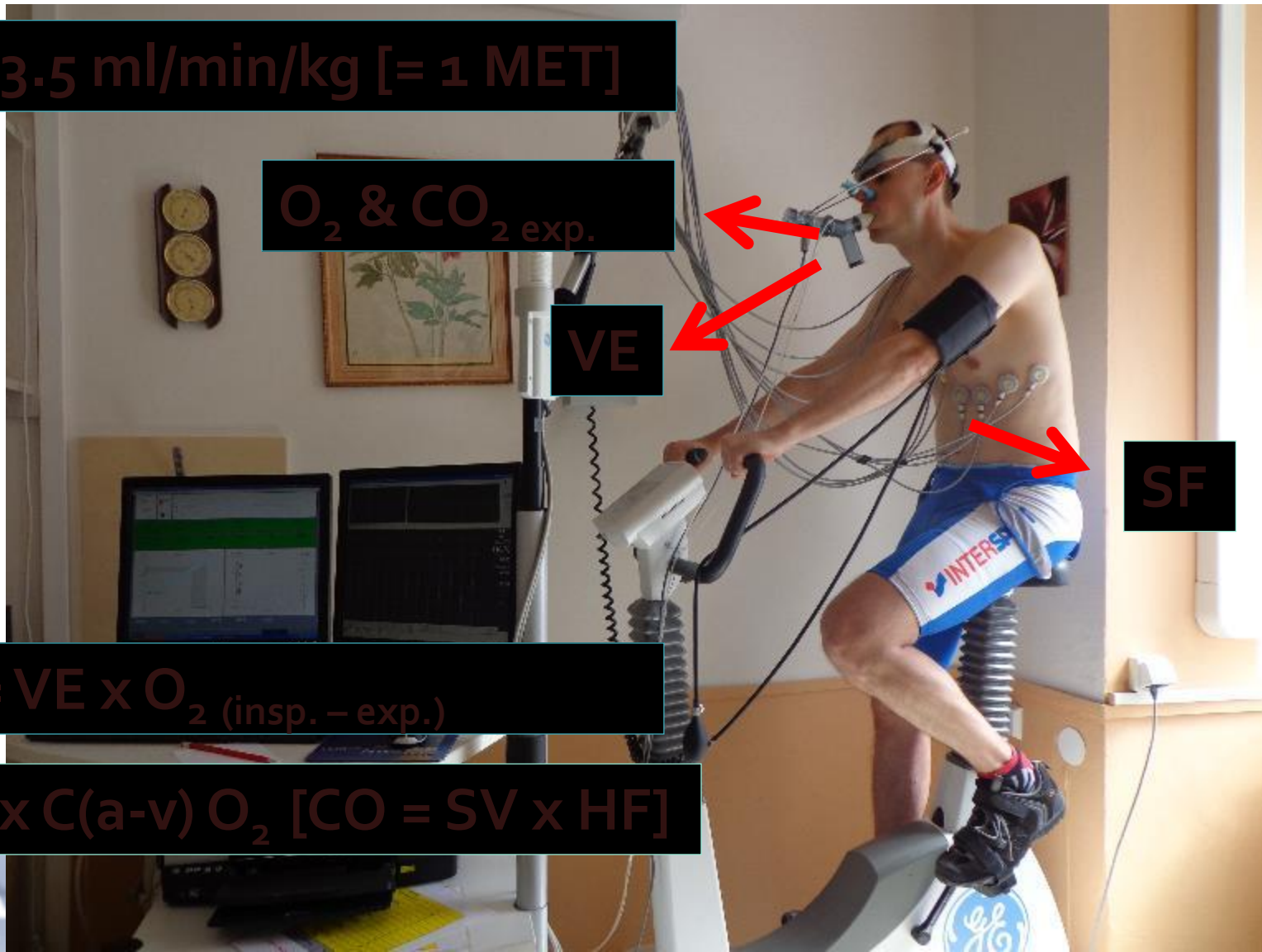
O_2 & CO_2 exp.

VE

SF

$$VO_{2(max)} = VE \times O_2 \text{ (insp. - exp.)}$$

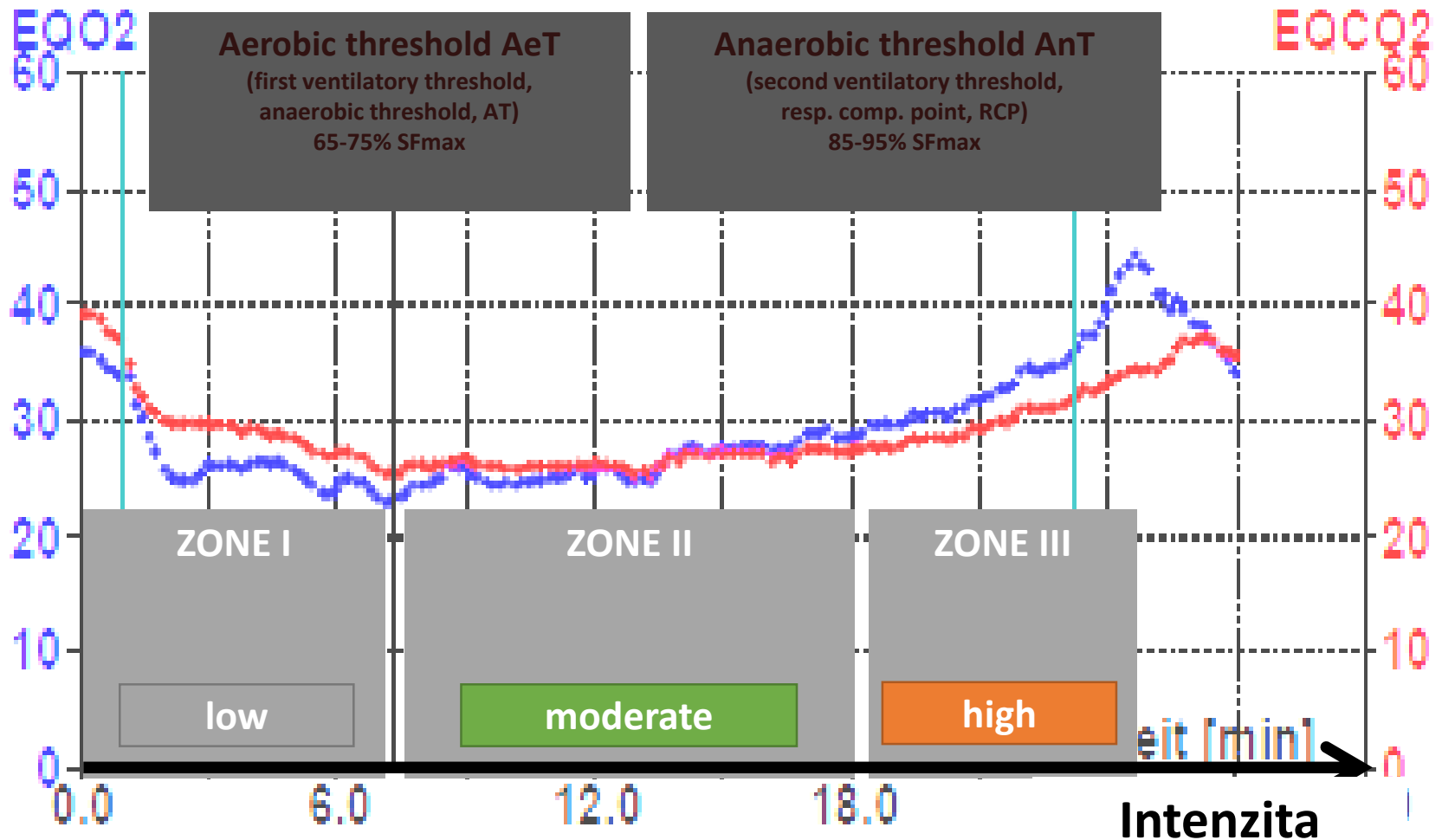
$$VO_2 = CO \times C(a-v) O_2 \text{ [CO = SV \times HF]}$$



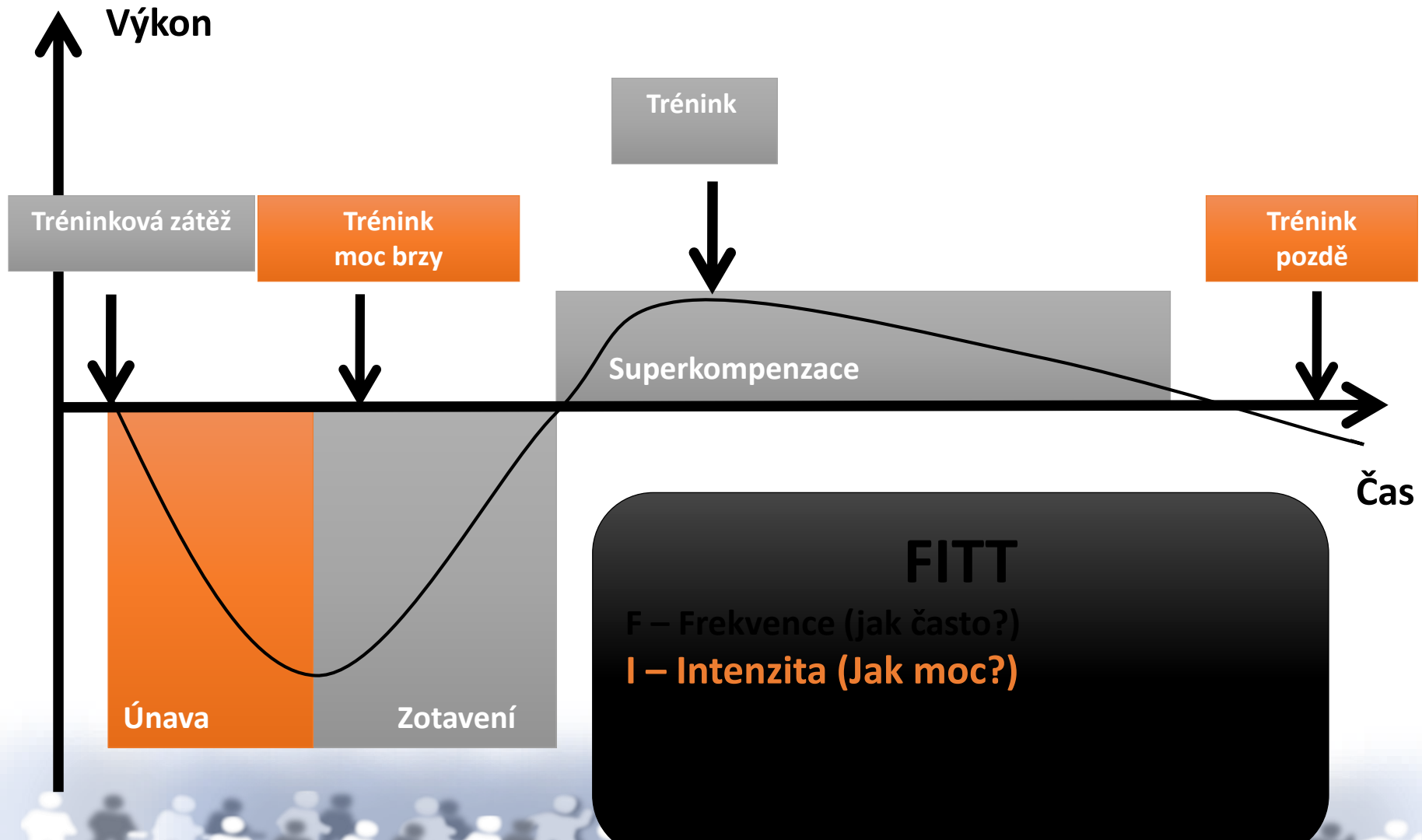
Aerobní vs. Anaerobní práh



Wasserman 6 $\dot{V}O_2/\dot{V}CO_2$ f(t)



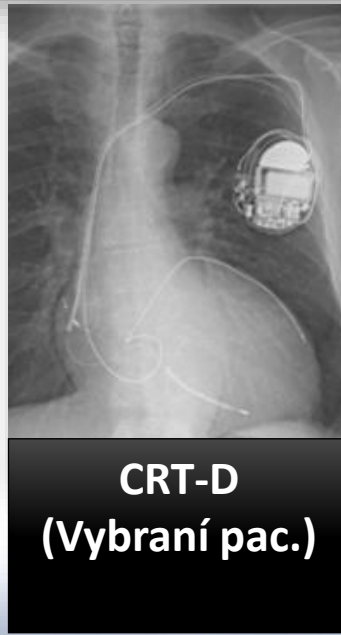
Adaptace na zátěž



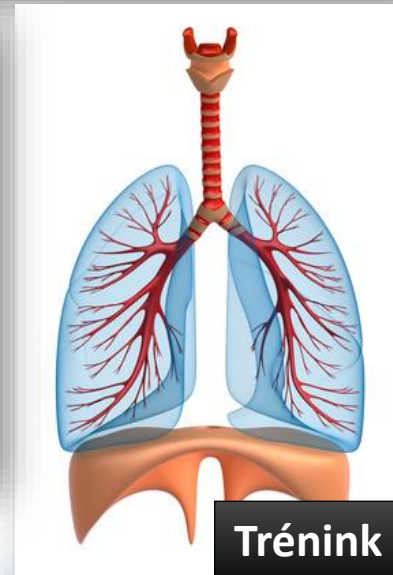
Výkonnost a možnosti tréninku u pacientů se srdečním selháním



**Periferní svaly
(všichni pacienti)**



**CRT-D
(Vybraní pac.)**



**Trénink inspiračních svalů
(Vybraní pacienti)**

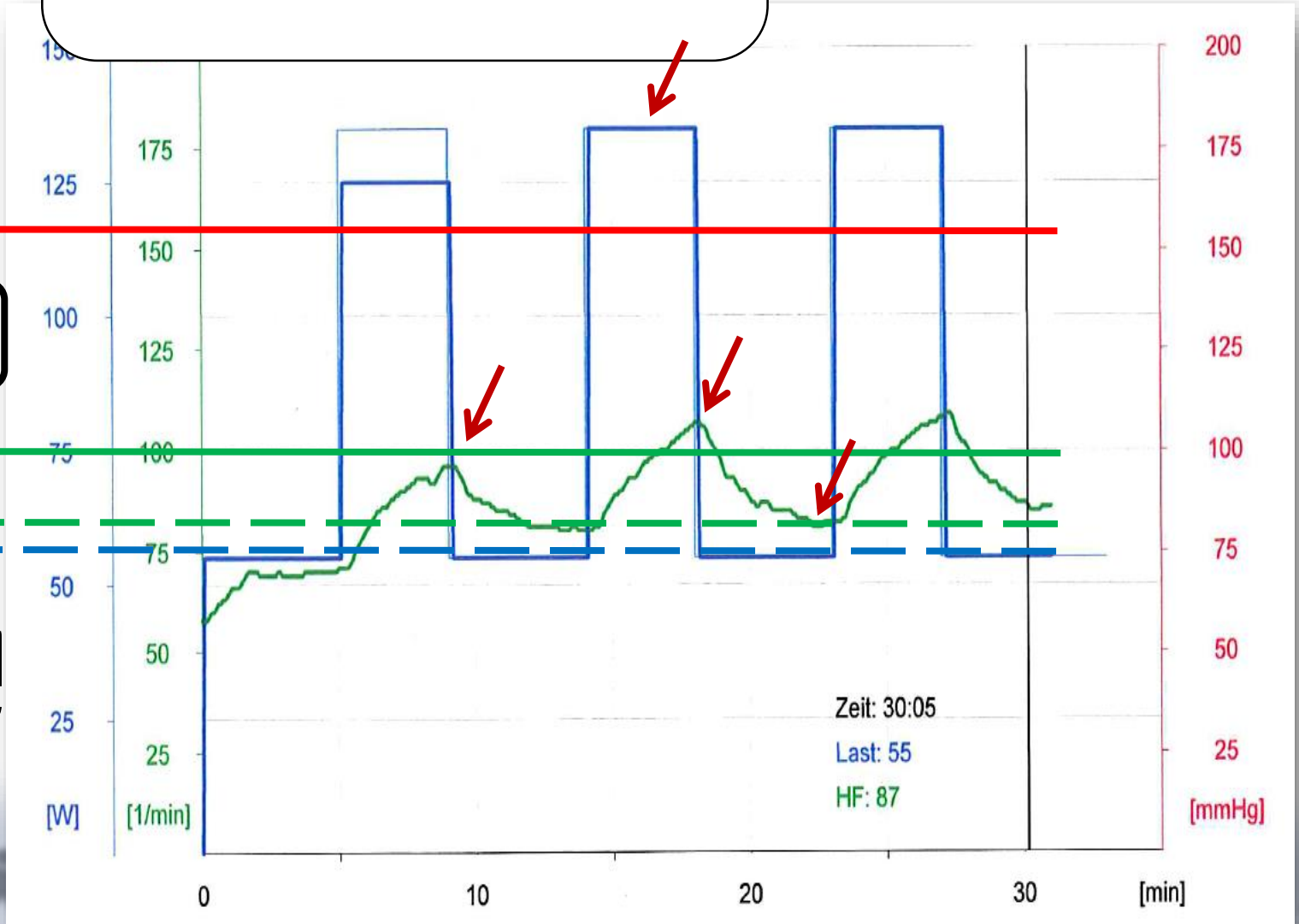




Muž, 65 let
Po infarktu (NSTEMI)
EF 20%→40%, NYHA II
AeT: 57 Watt (SF 82/min)
AnT: 117 Watt (SF100/min)

AnT

AeT





Rp. - farmaka

- Indikace
- Kontraindikace
- Typ léku
- Čas, kdy
- Jednotlivá dávka
- Frekvence

Kód zdravotní pojišťovny		RECEPT		poř. č.
Příjmení a jméno				
Číslo pojištěnce				f.
Bydliště (adresa)				
I - hradí ZP C - spolučásti pacienta, P - hradí pacient,	I	<i>Rp.</i>	cena	
	C		Sk. Kód	
P		Sk. Kód		
Dne:				
razítko zdrav. zařízení, jmenovka a podpis lékaře			Připravil:	Vydal:

Bez data vystavení, razítka smluvního zařízení, jmenovky a podpisu lékaře recept neplatí!



Rp. - pohyb

- Rp.
- F – Frekvence (např. 3-5x týdně)
- I – Intenzita (% VO₂max, % HRR)
- T – Typ (aerobní vs. Odporový trénink)
- T – Time – čas / týden
- E – Enjoyable (zvyšuje compliance pacienta)
- E – Efficiency (stejná práce za méně námahy)





Preskripce pohybové aktivity

- Dynamická aerobní zátěž
- Odporový trénink
- Trénink inspiračních svalů

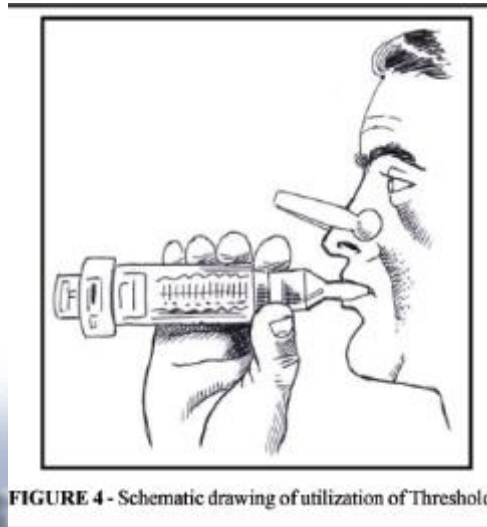
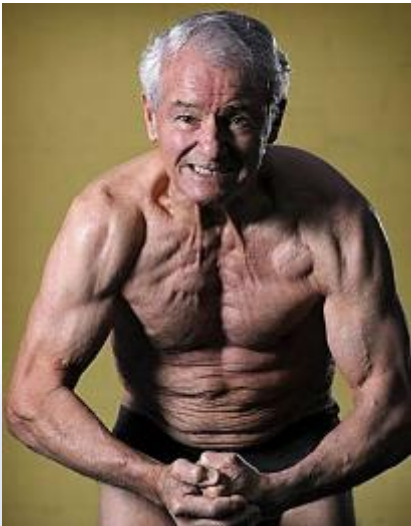
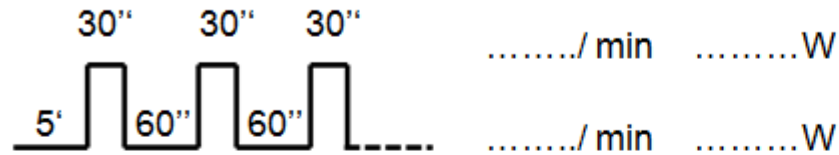


FIGURE 4 - Schematic drawing of utilization of Threshold



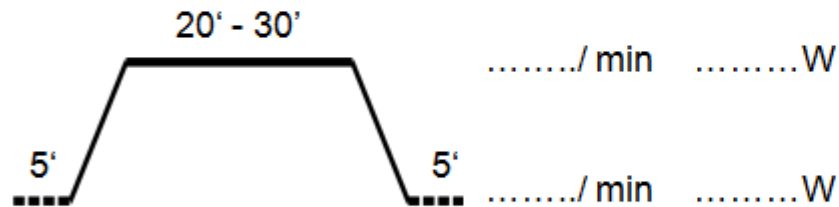
Training:

Low intensity interval training:



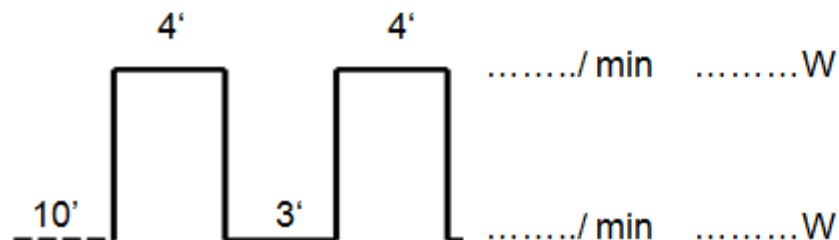
Low interval: $\leq 20W$
High interval: $\geq 1^{\text{st}}$ lactate threshold
or
 $\approx 50\%$ of max. work-load
Borg: 11 - 12

Constant work load-training:



Between 1^{st} & 2^{nd} threshold
50% to 80% of peak VO_2
50 to 80 % heart rate reserve
(Karvonen formula) or
60 to 85% of peak heart rate
Borg: 11 - 14

High intensity interval training:



Low interval: $\leq 1^{\text{st}}$ lactate threshold
High interval: $\geq 2^{\text{nd}}$ lactate threshold
Borg: ≥ 15



Intenzita cvičení u pacientů s „nízkým rizikem“

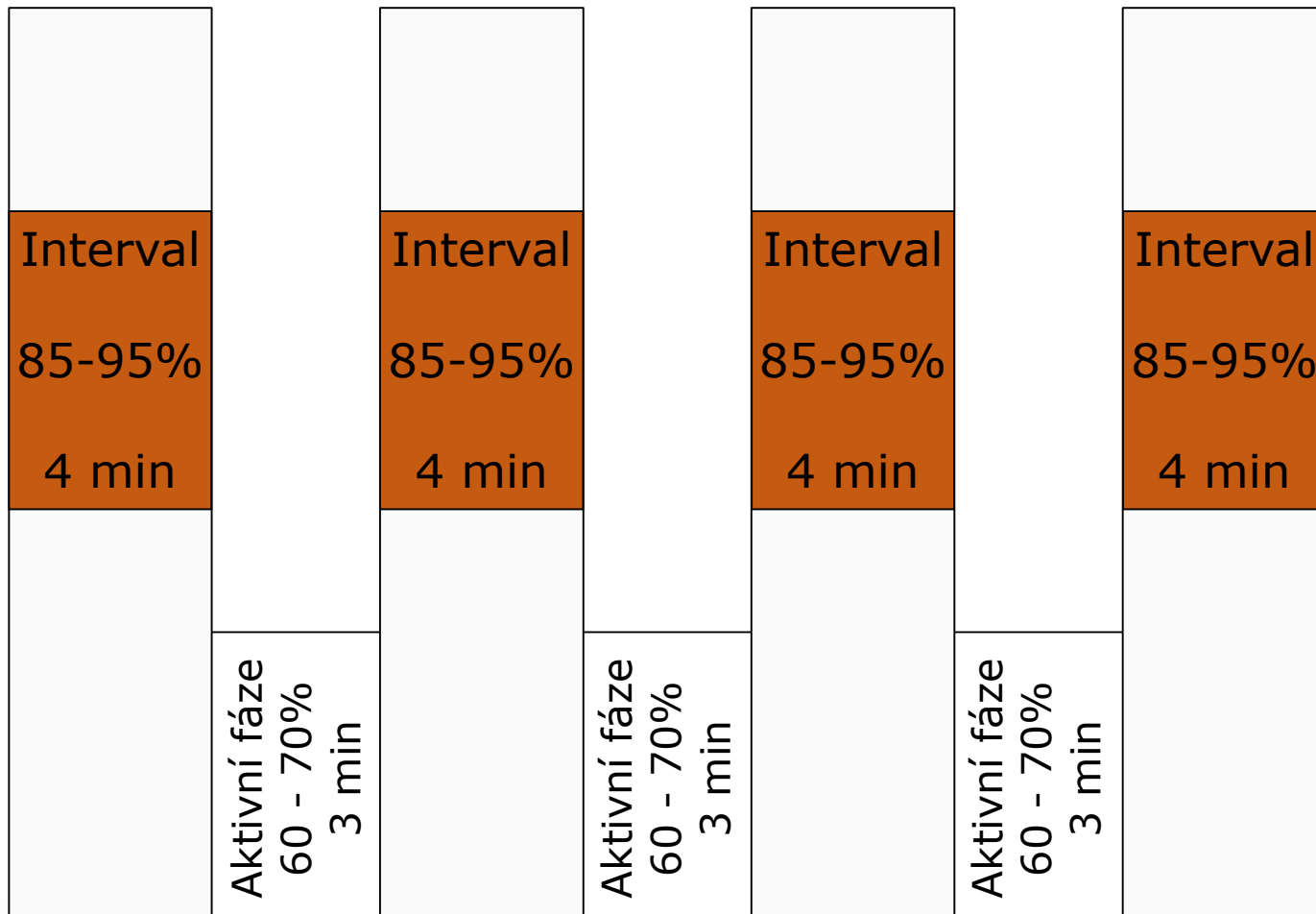
- Tepová frekvence: **70 - 85%** změřené maximální tepové frekvence (na užívané medikaci)
60 – 80% Tepové rezervy
(V případě chronotropní inkompetence, např. při terapii beta-blokátory)
- Borgova škála(6 – 20): 12-14 = poněkud těžké





High intensity interval training protocol

Zahřátí
60-70%
8 - 10 min



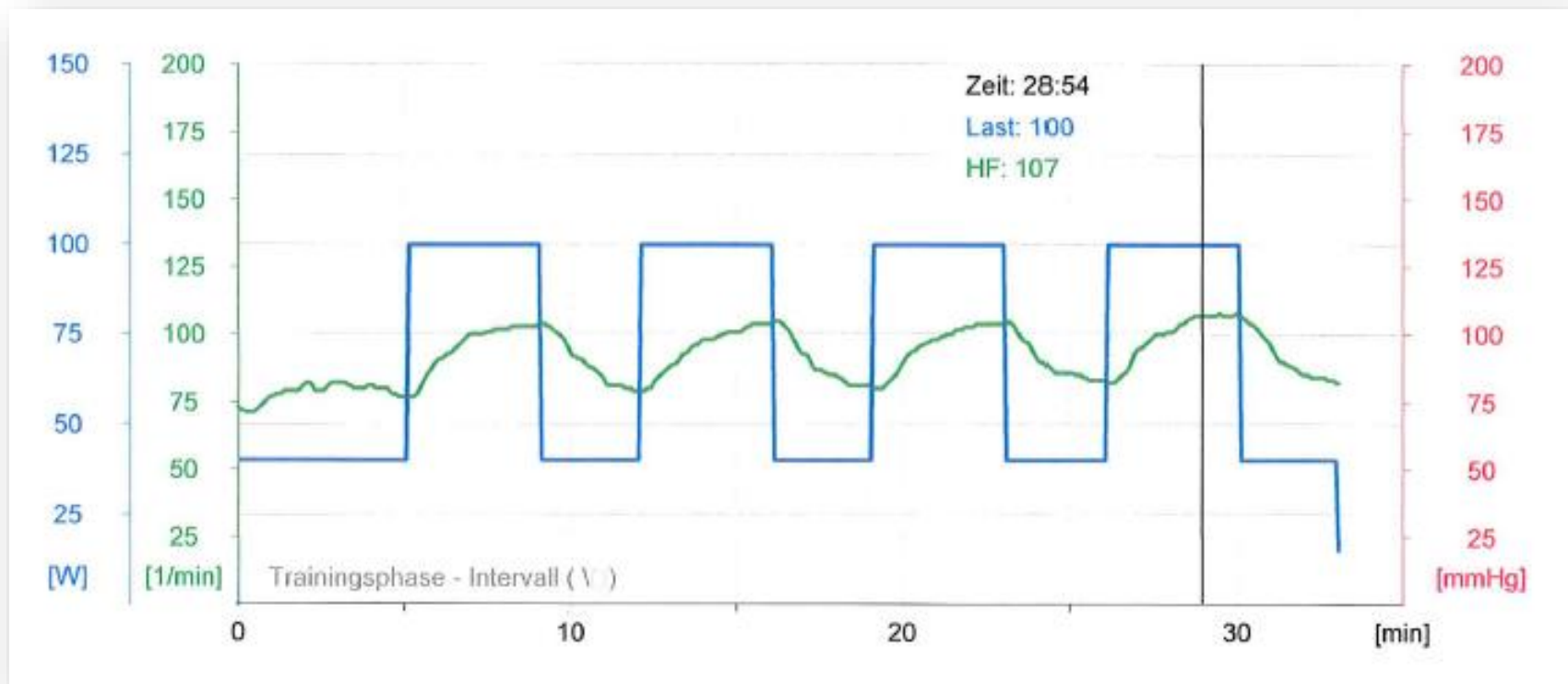
Zotavení
60-70%
3 - 5 min

Intenzita v % max tepové frekvence





High intensity interval training





Odporový trénink

- Frekvence – 1-2x týdně
- Intenzita - % 1-RM
- Typ – odporový
- Time – 1-2x 30min





Intenzita – 1-repetition maximum

Table 7.3 Load-to-Repetition Relationship

% of 1RM	Number of repetitions
100	1
95	2
90	3
85	5
80	8
75	10
70	12
65	15





Implementation of resistance training in cardiac rehabilitation – Exercise test

1. Initial 1RM weight 50% of body weight for the lower body exercise and 30% of body weight for upper body exercise (5-10 repetitions)
2. When successfully lifted – increase weight for 2.3-9 kg for the next trial. The increments in weight should depend on the effort required for the lift and become smaller as the subject approach the 1RM.
3. 1RM = the last weight successfully lifted through the full range of motion
4. Most subjects reach their 1RM in 3-5 trials.





Intenzita – krevní tlak

The particular response of blood pressure to exertion depends on:

- type of exertion (isometric/isotonic component)
- weight/intensity relative to the persons capacity (1 Repetition Maximum (RM))
- muscle mass involved
- number of repetition and/or duration of exertion

Peaks in blood pressure are reached in resistance exercise at 70-95% 1 RM up to complete exhaustion.

- the Valsalva maneuver leads to a serious increase of blood pressure during resistance exercise





Particular response of blood pressure to exertion

Intraarterial measurements in cardiac patients during resistance exercise:

→ an only moderate increase in blood pressure is to be expected at an intensity of not more than 40-60% 1 RM – and 10 to 15 repetitions.

(Haslam et al. J Cardiopulm Rehabil 8 (1988), 213-225)



Prof. Bjarnason-Wehrens : Prescription of resistance exercise - How to set up and run Cardiac Rehabilitation and Exercise Training, Bern Sept. 2019





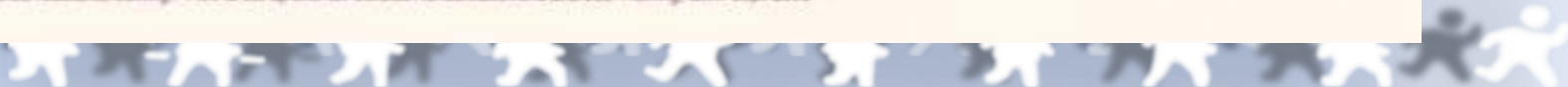
Implementation of resistance training in cardiac rehabilitation



Stage I – Pre-training

- learn the correct motion sequences in the first training sessions
- preparation for succeeding training stimuli and load by improvement of coordination and body perception
- a few repetitions (5 –10) at low speed of movement, 2-3 days per week
- very low intensity, < 30 % of 1 RM, possibly without resistance
- RPE (Borg-scale) 8-10
- 3 sets

Ejamaison-Wehrens et al. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 11 (2004), 352-361





Implementation of resistance training in cardiac rehabilitation



Stage II – muscle endurance training

To improve local aerobic endurance and inter-muscular coordination

- dynamic, low isometric component!
- low to moderate intensity (30 – 50% 1RM)
- high number of repetitions (12 – 25)
- 2 – 3 days per week for at least 4 – 6 weeks
- RPE (Borg-scale) 12-13

Elamson-Wehrens et al. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 11 (2004) 362-361





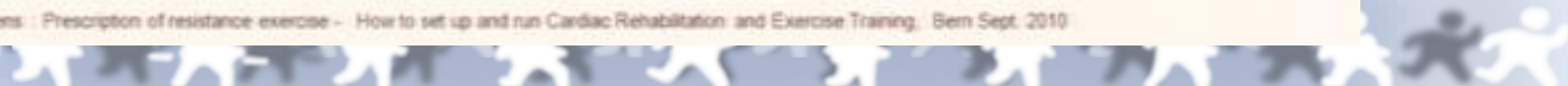
Implementation of resistance training in cardiac rehabilitation



Stage III- training to gain muscle mass

To increase muscle mass (hypertrophy), to improve intrer-muscular coordination

- increase intensity up to 60% 1RM, 8 – 15 repetitions)
- use 30% to 40% of 1 RM for upper body and 50% to 60% for lower-body exercises.
- selected patients may be able to exercise at higher intensity
- RPE (Borg-scale) ≥ 15





Poděkování

Číslo výzvy:	02_16_015
Název projektu:	Zvýšení kvality vzdělávání na UK a jeho relevance pro potřeby trhu práce
Číslo projektu:	CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_015/0002362
Příjemce:	Univerzita Karlova
Řídící orgán:	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

