

Energie a pohyb



Bc. Denisa Staňková
Bc. Markéta Vorlíčková

Obsah přednášky

- **Energetická potřeba**

(bazální a klidový metabolismus, zdroje energie, měření energetické potřeby)



- **Fyzická aktivita**

(doporučení, rozdělení, energetická potřeba)



V jakých jednotkách se energie uvádí?

Kilojouly (kJ)

Kilokalorie (kcal)

1 kcal = 4,1868 kJ

Zdroje energie

Sacharidy

1 g = 17,2 kJ

55 – 60 %

Bílkoviny

1 g = 17,2 kJ

10 – 15 %

Tuky

1 g = 38,9 kJ

25 – 30 %

Alkohol

1 g = 29,3 kJ

Trojpoměr živin = S : T : B = 4 : 1 : 1

Energetická potřeba

- Bazální metabolismu



- Termický, specificko-dynamický účinek stravy

- Termoregulace



- Pracovní (svalová) činnost

- + růst, těhotenství, kojení, nemoc

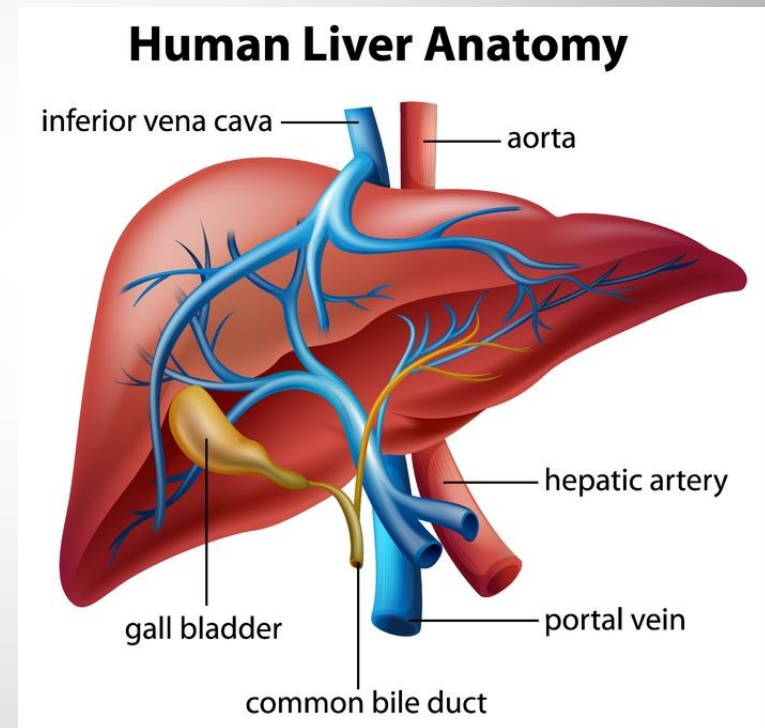
Bazální metabolismus

= basal metabolic rate (BMR)

- Minimální energie, potřebná v klidovém stavu, v teplotně neutrálním prostředí, na lačno (fungování vitálních funkcí)
- Vliv: pohlaví, věk, váha, výška, tělesné složení
- S věkem klesá (na kg tělesné hmotnosti)
- Muži vyšší než ženy (více svalové hmoty)
- Cca 25 kcal/kg/den

Podíl orgánů a tkání na spotřebě energie

- Játra 27 %
- Střevo 20 %
- Mozek 19 %
- Kosterní sval 17 %
- Srdce 10 %
- Ledviny 7 %



Klidový energetický výdej

= resting metabolic rate (RMR)

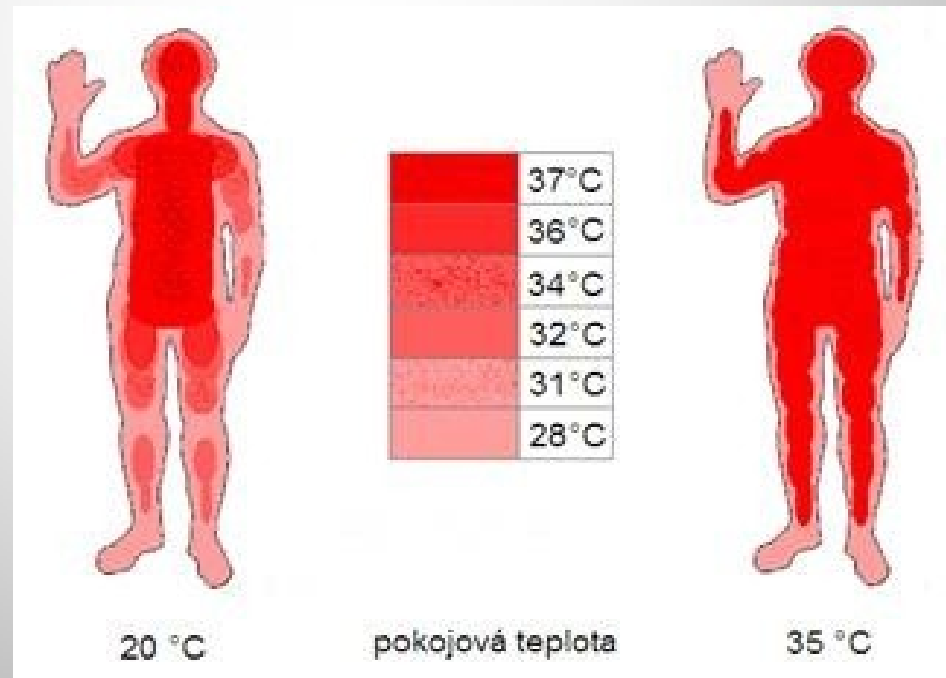
- Metabolismus za klidových podmínkách
- 10 – 20% vyšší než BMR
- Měření v kteroukoliv denní dobu, po 30ti minutovém klidu, minimálně 2hod po jídle

Termický efekt potravy

- Energie potřebná k trávení potravy
- Maximum 60-90 min po jídle
- 8-12 %
- Termický efekt živin
 - bílkoviny 12 - 30 %
 - tuky 2 - 13 %
 - sacharidy 5 - 10 %
- Termický efekt například 10% tedy znamená, že tělo z potravy nedokáže využít 10% energie, ta je ztracena jako teplo v metabolických procesech
- Nejnáročnější je trávení bílkovin

Termoregulace

- Energie potřebná k udržení optimální teploty těla
- Řízeno hypotalamem, prostřednictvím kožních receptorů
- Do 10 %



Pracovní (svalová) činnost

- Průměrný celodenní faktor fyzické aktivity

Pracovní zátěž a zátěž ve volném čase	PAL ^{1,2}	Příklady
výlučně sedavý nebo trvale ležící způsob života	1,2	staří a churaví lidé
výlučně sedavá činnost s malou nebo žádnou aktivitou ve volném čase	1,4–1,5	úředníci, lehká mechanická práce
sedavá činnost s občasnou lehkou činností ve stoje nebo chůzi ²	1,6–1,7	laboranti, řidiči, studenti, práce u běžícího pásu
činnost převážně ve stoje a v chůzi ²	1,8–1,9	prodavači, číšníci, mechanici, řemeslníci
fyzicky náročná pracovní činnost	2,0–2,4	stavební dělníci, zemědělci, lesníci, výkonní sportovci

Vysvětlivky:

¹ PAL (Physical Activity Level) = průměrná denní potřeba energie pro tělesnou aktivitu jako násobek základní látkové přeměny

² pro sportovní činnosti a pro namáhavou aktivitu ve volném čase (30–60 minut 4–5× týdně) může být připočteno 0,3 PAL-jednotky na den

Tab. 5 Násobky klidového metabolismu (METs) při různých sportech

č.	Sport	Charakteristika	METs	č.	Sport	Charakteristika	METs
1	Aerobik	intenzivně	7,0	39	Chůze rovina	6,0 km/h	4,0
2	Americký fotbal	závodně	9,0	40	Chůze rovina	7,2 km/h	4,5
3	Badminton	rekreačně	4,5	41	Jóga	obecně	5,0
4	Baseball, softball	obecně	5,0	42	Jogging	obecně	7,0
5	Basketbal	závodně	8,0	43	Judo	obecně	10,0
6	Basketbal	obecně	6,0	44	Kanoistika, veslování	závodně	9,0
7	Běh, rovina	< 8 km/h	8,0	45	Karate	obecně	10,0
8	Běh přespolní	obecně	9,0	46	Kick-box	obecně	10,0
9	Běh, rovina	9 km/h	9,0	47	Kopaná	závodně	10,0
10	Běh, rovina	10 km/h	10,0	48	Kopaná	obecně	7,0
11	Běh, rovina	11 km/h	11,5	49	Lyže – běžky	8–13 km/h	9,0
12	Běh, rovina	12 km/h	12,0	50	Lyže – běžky	závodně	16,5
13	Běh, rovina	13 km/h	13,0	51	Lyže – sjezd	obecně	6,0
14	Běh, rovina	14 km/h	14,0	52	Lyže – sjezd	závodně	8,0
15	Běh, rovina	15 km/h	15,0	53	Metaná (curling)	obecně	4,0
16	Běh, rovina	16 km/h	16,0	54	Odbíjená plážová	obecně	8,0
17	Běh, rovina	18 km/h	18,0	55	Orientační běh	obecně	9,0
						obecně	6,0

Hrubý odhad celkové energetické potřeby

Druh fyz.aktivity	Muži	Ženy
<i>středně těžká</i>	12,5 -14,5 MJ (2900 - 3500 kcal)	10,5 -11,5 MJ (2900 – 3500 kcal)
<i>těžká</i>	14,5 -17,0 MJ (3500 - 4100 kcal)	13,0-14,0 MJ (3100 - 3400 kcal)

Výpočet BMR

Harris – Benedictova rovnice

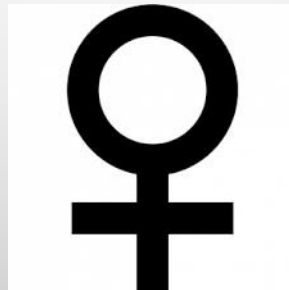
= vzorec pro odhad BMR

- Výpočet pro muže:



$BMR \text{ (kcal)} = 66,5 + 13,8 \times \text{hmotnost (kg)} + 5 \times \text{výška (cm)} - 6,8 \times \text{věk (roky)}$

- Výpočet pro ženy:



$BMR \text{ (kcal)} = 655 + 9,6 \times \text{hmotnost (kg)} + 1,8 \times \text{výška (cm)} - 4,7 \times \text{věk (roky)}$



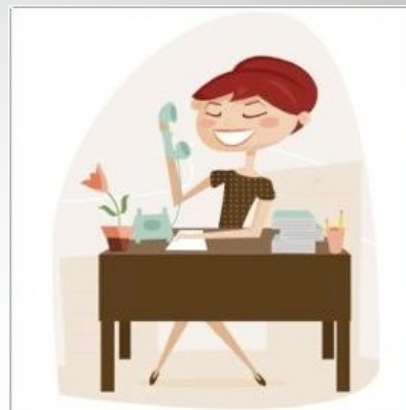
Celkový energetický výdej

Výpočet

Bazální metabolismus x
celodenní faktor fyz. aktivity + termický efekt
potravy (+ případný sportovní výkon)

Příklad

- Žena: 43 let, 165cm, 59kg
sekretářka
denní příjem 2000 kcal



BMR: $655 + 9,6 \times 59 \text{ (kg)} + 1,8 \times 165 \text{ (cm)} - 4,7 \times 43 \text{ (let)} =$
1316 kcal

FA: $1316 \times 1,5 = 1974 \text{ kcal}$

TEF: $10 \% \text{ z } 2000 \text{ kcal} = 200 \text{ kcal}$

Celkový energetický výdej: $1974 + 200 = 2174 \text{ kcal} \times 4,18 =$
9087 kJ

Výpočet se sportovním výkonem

- + 1 hodina jógy
- $\text{BMR} / 24\text{hod} \rightarrow 1 \text{ hodina} = 54,8 \text{ kcal}$
 $23 \text{ (hodin)} \times 54,8 \times 1,5 \text{ (koeficient)} = 1892 \text{ kcal}$
 $1 \text{ (hodina)} \times 54,8 \times 5 \text{ (koeficient jógy)} = 274 \text{ kcal}$
- $1892 + 274 = 2166 \text{ kcal}$
- + 200 kcal (TEF) = **2366 kcal**



Měření energetické potřeby

1) Přímá kalorimetrie

2) Nepřímá kalorimetrie

3) Bioelektrická impedance

Přímá kalorimetrie

- Množství vydaného tepla za určitou dobu
- Kalorimetr = izolované místo
- *Člověk vydává svoji tělesnou teplotu, kterou ohřívá vzduch, teplo se odebírá do vodní lázně. Přesnými teploměry se měří teplota vody, která je přímo úměrná velikosti bazálního metabolismu.*

Nepřímá kalorimetrie

- Množství spotřebovaného kyslíku za určitou dobu
- 95 % vydané energie se uvolňuje za přítomnosti kyslíku
- Při měření je třeba dodržovat řadu podmínek:
 - ❖ Nalačno
 - ❖ Úplný duševní a fyzický klid
 - ❖ Tepelný komfort (teplota okolo 20 °C)



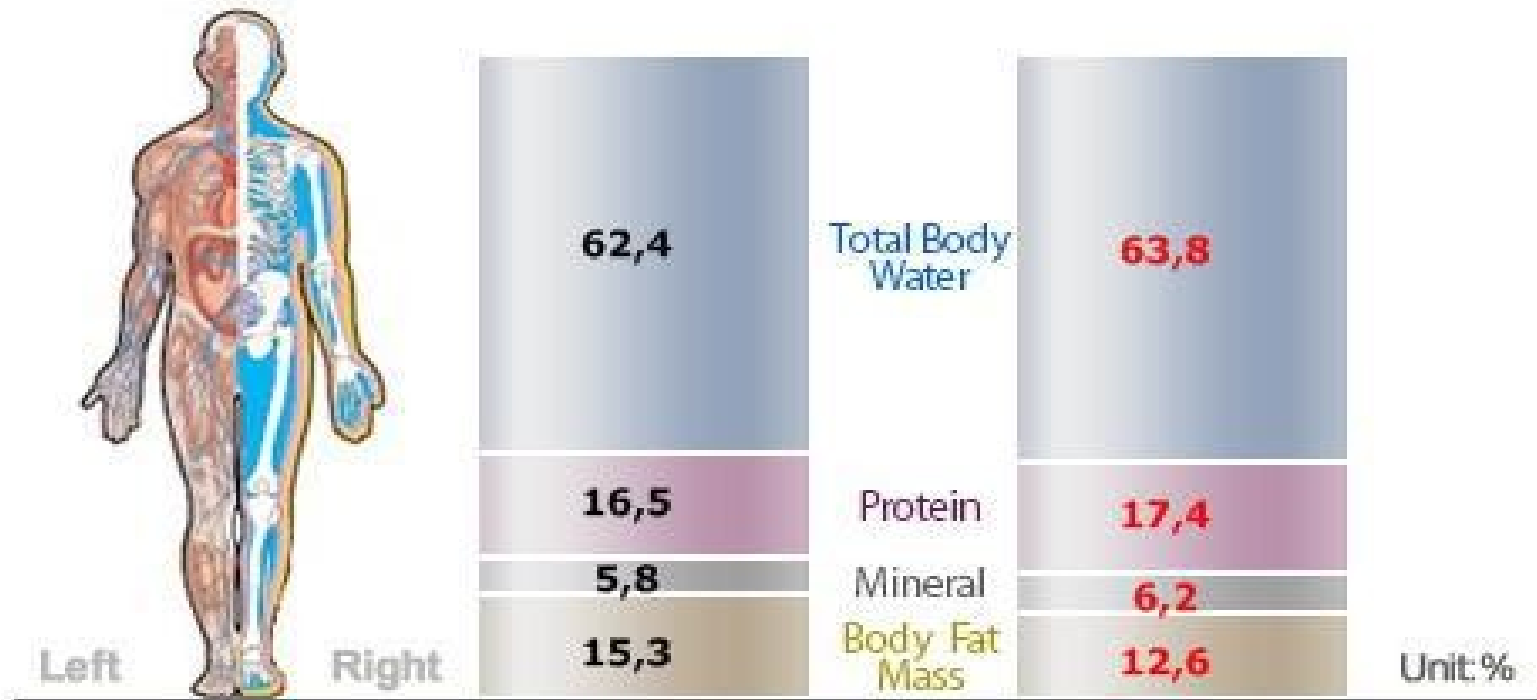
Bioelektrická impedance

- Stanovení odporu těla při průchodu proudem o nízké hustotě a vysoké frekvenci
- Na základě naměřeného odporu přístroj spočítá obsah tuku, vody a svalové hmoty
- Měří podkožní tuk, úroveň bazálního metabolismu
- Není vhodné pro pacienty s kardiostimulátorem, těhotné ženy!

Compartments	Values	TBW	SLM	FFM	Weight	Normal Range	Nutritional Evaluation
ICW (ℓ)	36,2	57,6	74,2	78,9	90,3	26,8 - 32,8	Normal
ECW (ℓ)	21,4					16,4 - 20,1	
Protein (kg)	15,7					11,6 - 14,2	Normal
Mineral (kg)	5,60	non-osseous: 0,9 osseous: 4,65				4,00 - 4,89	Normal
BFM (kg)	11,4					9,2 - 18,5	Normal

▶ Mineral is estimated.



▪TBW: Total Body Water ▪SLM: Soft Lean Mass ▪FFM: Fat Free Mass

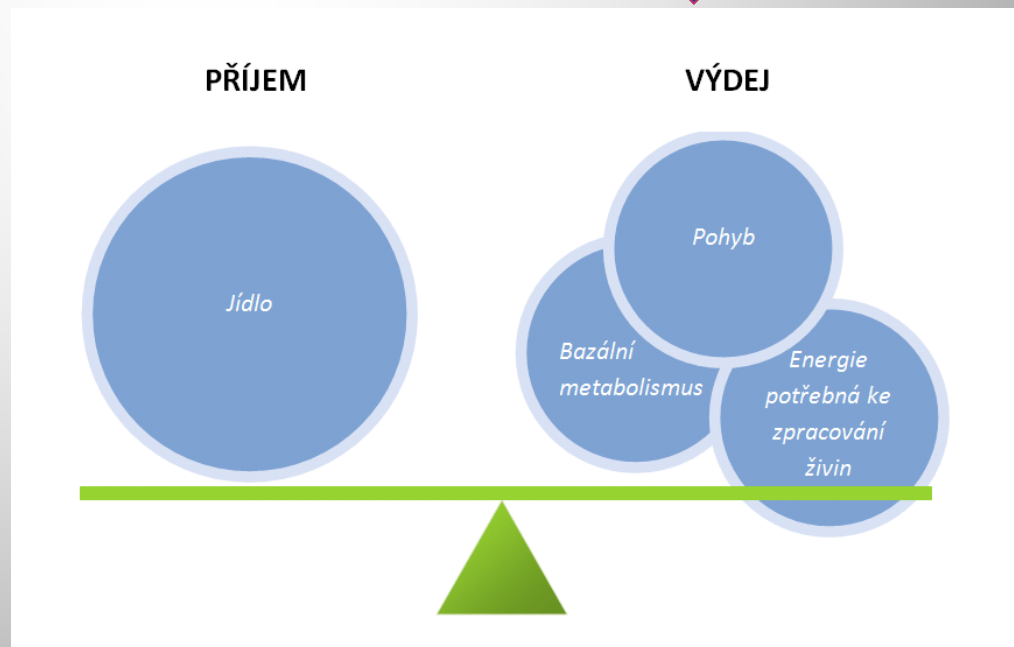


Standard
Body Composition Ratio

Body Composition Ratio

Příjem versus výdej energie

- **Pozitivní energetická bilance** = příjem  než výdej
→ přibývání na váze
- **Negativní energetická bilance** = příjem  než výdej
→ ubývání na váze

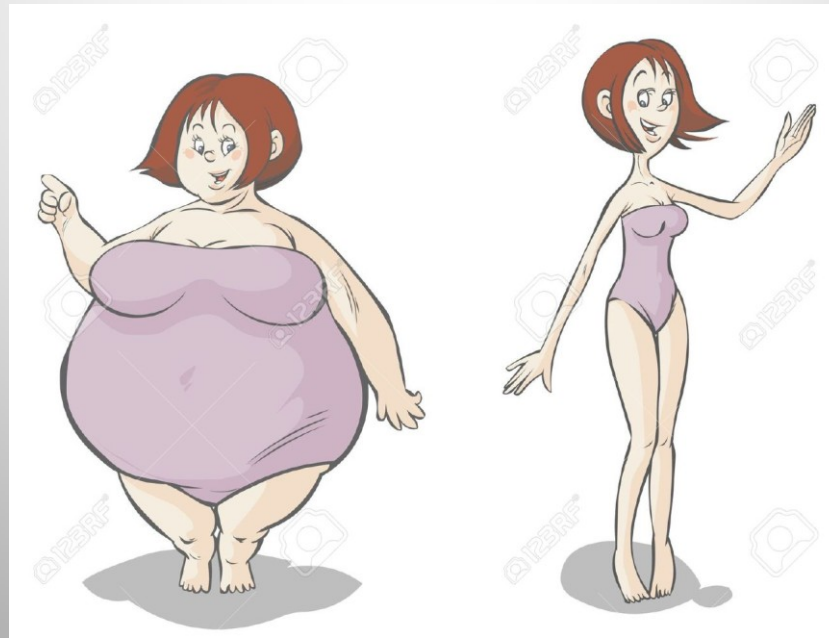


Cílené hubnutí

Energetický výdej vyšší o 1000 – 2000 kJ než energetický příjem



Hubnutí cca 1,5 - 2 kg / měsíc



Fyzická aktivita

- **Pro vývoj svalového aparátu**

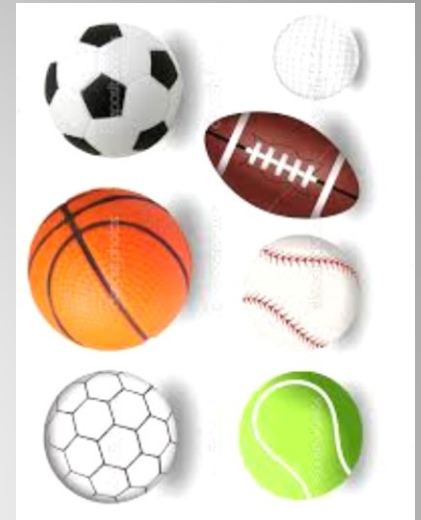
- utvoření tzv. svalového korzetu (držení těla)
- správnou funkci svalstva (pohyb těla)

- **Pro odpovídající složení těla**

- redukce nadváhy aj.

- **Pro podporu dalších funkcí organismu v průběhu života**

- správná funkce oběhového systému
- regulace krevního tlaku
- zlepšení lipoproteinového profilu (cholesterol)
- zvýšení glukózové tolerance (diabetes)
- prevence osteoporózy
- zlepšení psychického stavu



Druhy fyzické aktivity



Rozdělení

- Silový
- Vytrvalostní
- Rychlostní

- Letní
- Zimní

- Rekreační
- Vrcholový



Cíle pohybové aktivity

- Výkonnostní sport → osobní úspěch
↓
výkonově orientovaná zdatnost
- Rekreační sport → aktivní odpočinek
- Zdravotně orientované
 - relaxační a kompenzační
 - preventivní
 - rehabilitační aj.↓
zdravotně orientovaná zdatnost

Spotřeba energie při sportu

- Závisí na: výšce, hmotnosti a složení těla, růstu, snaze shodit či přibrat, druhu a četnosti fyzické aktivity, mužů a žen
- Průměrně sportovci spotřebují 12 500-21 000 kJ, ženy o 20- 30% méně vají denně



Výdej energie za 1 hodinu

Množství energie
400 kJ
400 – 800 kJ
800 – 1000 kJ
1000 – 1500 kJ
1500 – 1900 kJ
1900 – 2100 kJ
2100 – 2500 kJ
2500 – 2900 kJ



Výdej energie za 1 hodinu

Množství energie	Pohybová aktivita
400 kJ	Čtení, psaní, sledování televize
400 – 800 kJ	Žehlení , řízení auta, lehké zahradnické práce
800 – 1000 kJ	Zametání a vytírání podlahy, chůze rychlostí 4 km/h
1000 – 1500 kJ	Luxování , aerobic, rekreační badminton, chůze 6 km/h
1500 – 1900 kJ	Intenzivní aerobic, bruslení , skákání přes švihadlo, běh 8 km/h
1900 – 2100 kJ	Cyklistika (20 km/h), sjezdové lyžování, tenis, kraul
2100 – 2500 kJ	Běh na lyžích, hokej , rychlé plavání, atletika, veslování
2500 – 2900 kJ	Házená, soutěžní aerobic, běh 1km/3 min, horolezectví

Rozdělení

Aerobní



Anaerobní

- Dostatečné množství kyslíku
- Bezproblémové dýchání, schopnost mluvení
- Aerobní zdatnost individuální

- Nedostatečné zásobení svalů kyslíkem
- Kyslíkový dluh
- Hromadění laktátu → omezení svalové činnosti

Aerobní zdatnost

- Cílem je dostatečný přenos kyslíku, prevence oslabení oběhového systému a svalová vytrvalost.

Minimální prevence oslabení oběhového systému:

- U DOSPĚLÝCH: intenzivní chůze nejméně 30 minut denně (např. 2x15 min.)
- U DĚTÍ: opakované intenzivnější zatížení okolo 5 minut (i více), v součtu alespoň 1 hod. denně - přirozené pohyby

Vysoké anaerobní zatížení by u netrénovaných osob nemělo překročit dobu trvání 15–20 sek.

Tepová frekvence při PA



Věk	Orientační TFmax (tepů/min)	Orientační TF při nízké intenzitě	Orientační TF při střední intenzitě	Orientační TF při vysoké intenzitě
10	210	< 130	130 - 170	> 170
30	190	< 115	115 - 150	> 150
50	170	< 100	100 - 130	> 130

Výpočet maximální tepové frekvence

220 tepů/min. - věk člověka

- Výpočet v závislosti na hmotnosti:

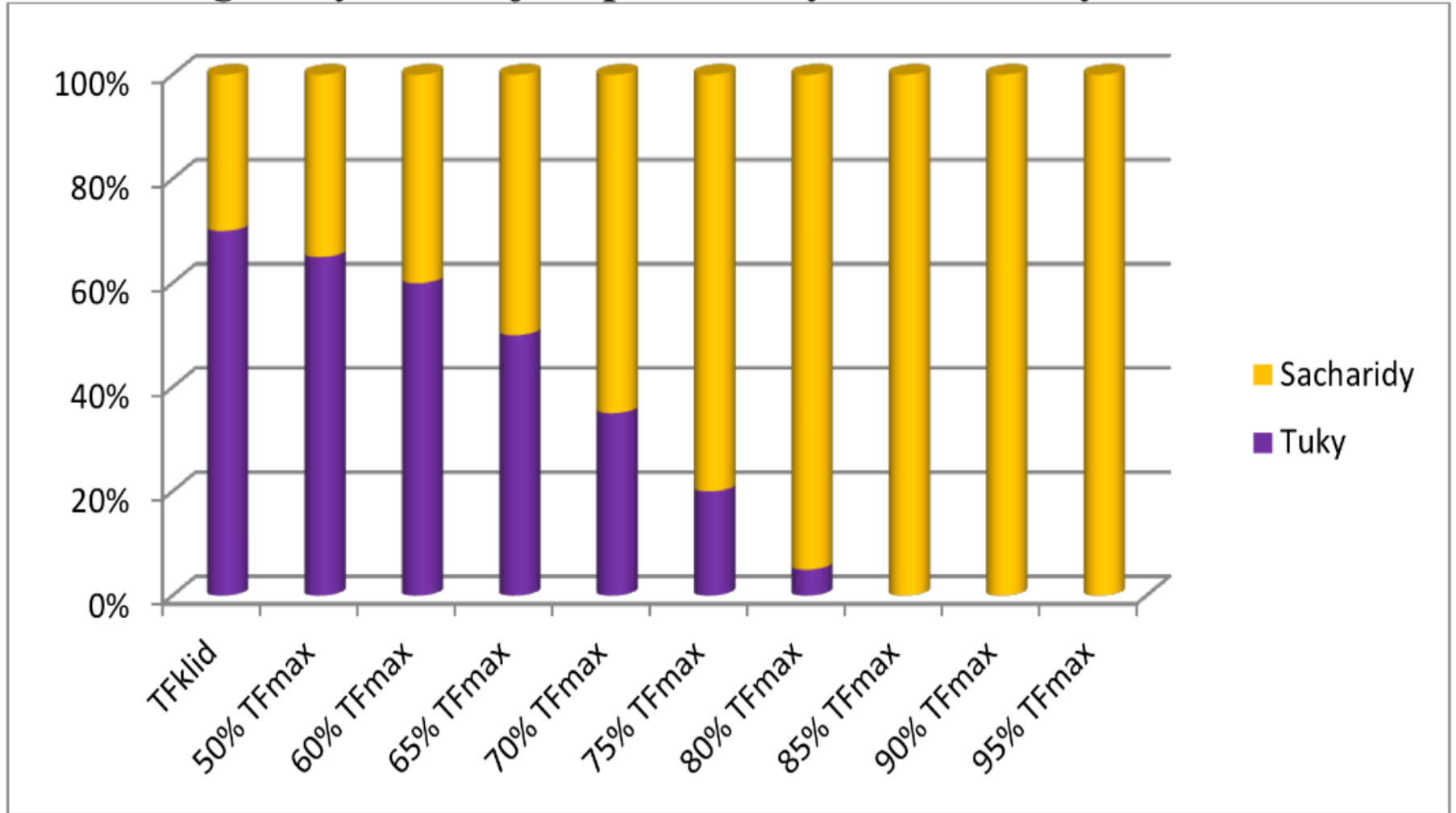
$$TF_{\max} = 210 - 1/2 \text{ věku} - 0,05 \text{ hmotnosti}$$

- Doporučené zatížení 60–80 % maxima TF

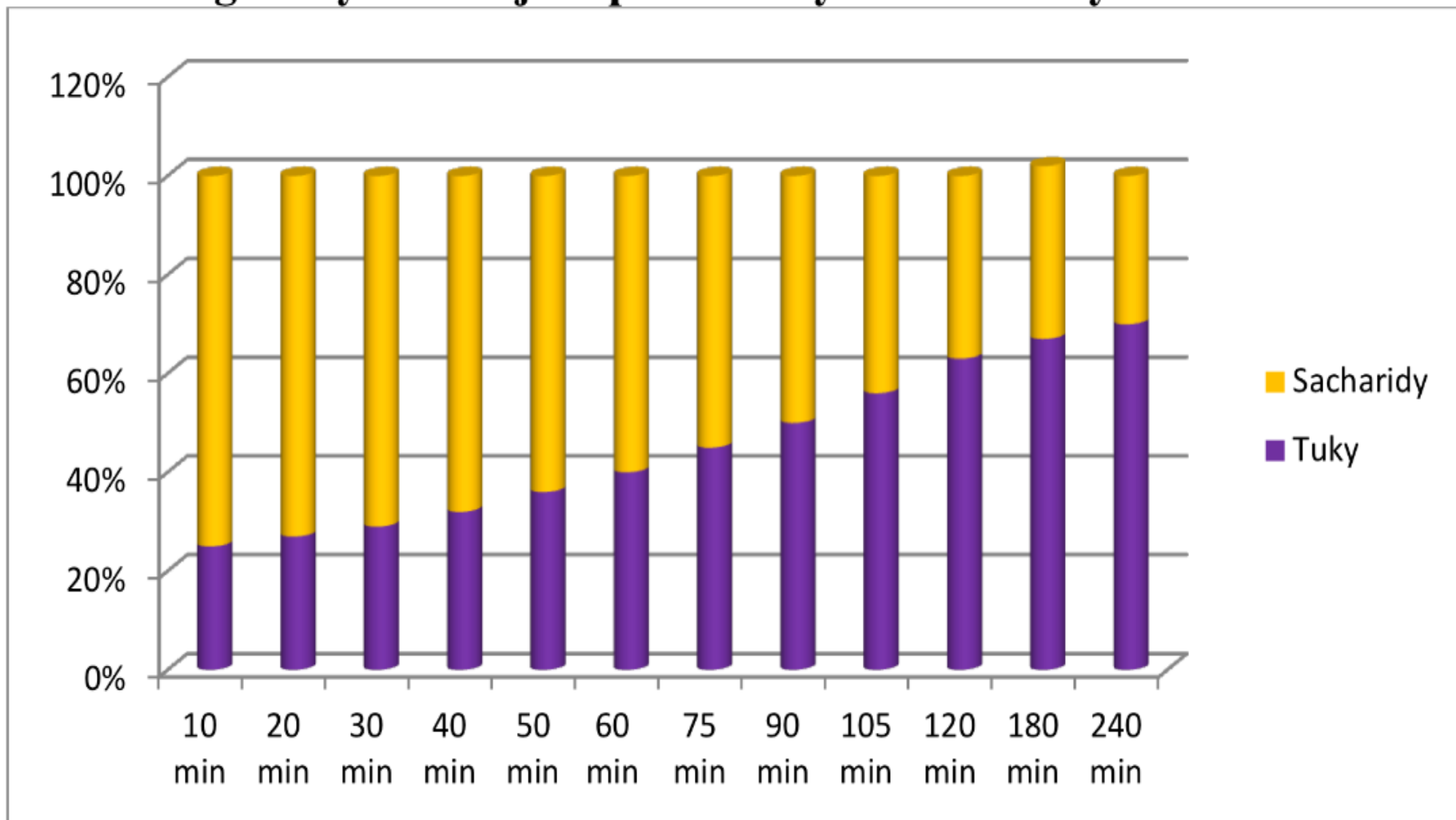
Využití energie při zátěži

- **Hlavní díl energie pochází ze sacharidů a tuků.** Bílkoviny tvoří do 5% E u výkonu trvajících 2-3 hodiny.
- **Do 50% TFmax** tvoří T přes 50% E, zbytek tvoří Glc ze svalového glykogenu a Glc z krve (1:1)
- **60-65% TFmax** je poměr zdroje energie z T a S přibližně stejný
- **Od 70-75% TFmax** kryjí energii především S (anaerobní pásmo)

Podíl energetických zdrojů v průběhu fyzické aktivity – hledisko intenzity



Podíl energetických zdrojů v průběhu fyzické aktivity – hledisko času



VO₂max

- = **maximální aerobní kapacita** - vyjadřuje objem kyslíku, jenž je člověk při maximálním výkonu schopen zpracovat k tvorbě energie
- Všeobecně se považuje za měřítko zdatnosti, schopnosti podávat dlouhodobý fyzický výkon
- Měří se v litrech za minutu
- Označuje výkonnost celého transportního systému organismu pro kyslík, tj. schopnost dýchacího a oběhového ústrojí zásobit pracující svaly kyslíkem ze vzduchu

- **U silových a rychlostních sportovců** - mají svaly vysoce vyvinutou kapacitu pro anaerobní produkci energie
- **U vytrvalců** – vysoká kapacita pro aerobní metabolismus. Mají výrazně vyšší $VO_2\text{max}$
- **Čím vyšší číslo, tím více** kyslíku se dostane do svalů a **tím rychleji a déle** dokážeme např. běžet nebo provádět jinou fyzickou aktivitu
- Trénovanější jedinci mají vyšší $VO_2\text{max}$

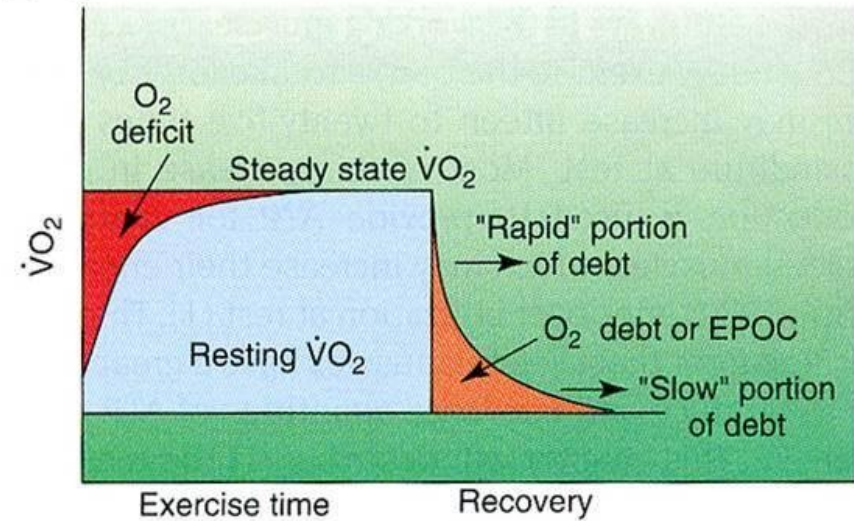
EPOC

(excess postexercise oxygen consumption)

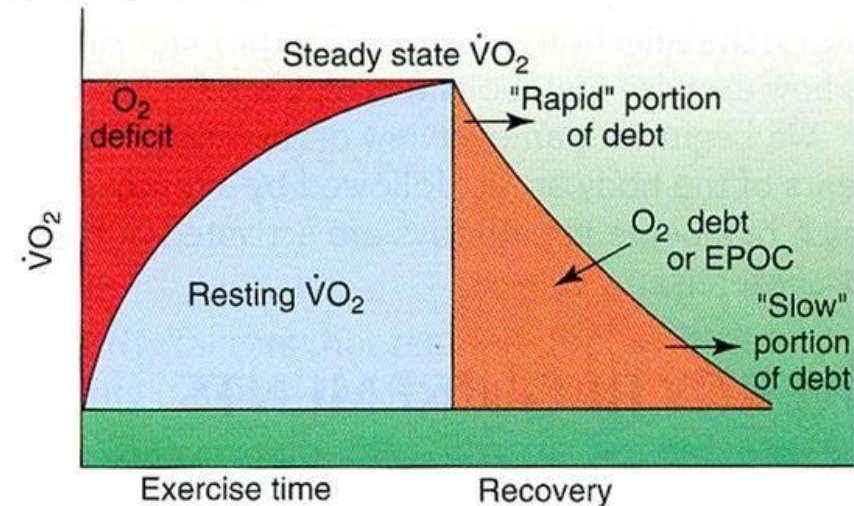
- = zvýšená spotřeba kyslíku po cvičení (tzn. i zvýšená spotřeba energie)
- Po ukončení fyzické aktivity → postupný návrat fyziolog. fcí ke klidovému stavu (přetrvávající zvýšená těl. teplota, intenzivní činnost KVS a RS,..) → ještě několik hodin vyšší metabolismus
- Čím delší a intenzivnější zátěž, tím je třeba pro regeneraci více energie
- Ztráty energie po cvičení významnější než ztráty při samotném tréninku!

- Čím vyšší intenzita
→ tím vyšší EPOC
- Krátkodobý vysoce intenzivní trénink
→ vyšší EPOC
= vyšší množství spotřebované E (vhodnější pro hubnutí než dlouhodobější méně intenzivní zátěž??)

(a) Light exercise



(b) Heavy exercise



Závěrečná křížovka



Děkujeme za pozornost

