

# Energetická bilance a metody kalkulace celkového energetického výdeje (příjmu)

# Energetická bilance



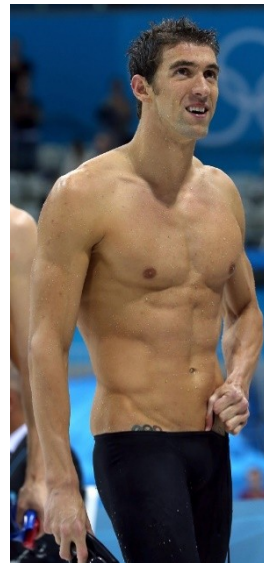
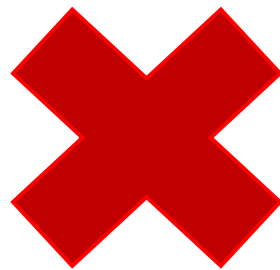
# Energetická bilance (EB)

- ▶ Správná kalkulace EB a následná aplikace do stravování jsou klíčovými předpoklady pro realizaci některých nutričních cílů. Například korekce hmotnosti je silně podmíněna EB.
- ▶ V komplexním přístupu k lidskému chování se zároveň jedná o důležitý nástroj v prevenci rozvoje nadváhy, obezity a přidružených komplikací (kardiovaskulární a metabolická onemocnění).
- ▶ U fyzicky aktivní populace EB může pomoci s tréninkovou adaptací, regenerací výkonností a zdravím manuálně pracujících či sportovců.



# Stanovení nutričních cílů

<b>Jídlo 1:</b>	10 bílků, 2 celá vejce, 1 bagel (pečivo), 1 šálek ovesných vloček, 1 šálek černého kafe, doplňky.
<b>Jídlo 2:</b>	284g hovězího, 2 šálky rýže, 1 šálek chřestu.
<b>Trénink:</b>	V objemovce trénuji 4x týdně, 1 až 1 a půl hodiny, plus 30 min. kardio.
<b>Jídlo 3:</b>	Gainer ihned po tréninku.
<b>Jídlo 4:</b>	284g hovězího, 2 šálky rýže, 1 šálek chřestu.
<b>Spánek:</b>	1 hodina.
<b>Jídlo 5:</b>	15 bílků, 1 šálek ovesných vloček, 3 rýžové koláčky (každý 15g sacharidů).
<b>Jídlo 6:</b>	doplňky.
<b>Spánek:</b>	1,5 - 3 hodiny.
<b>Jídlo 7:</b>	284g hovězího, 1 šálek chřestu.
<b>Jídlo 8:</b>	Suši 3-4 rolky (krab, tuňák, krevety...).
<b>Jídlo 9:</b>	10 bílků, 2 celá vejce, 1 šálek ovesných vloček.
<b>Spánek:</b>	2 hodiny.
<b>Jídlo 10:</b>	doplňek, 5-6 ovesných koláčků.
<b>Spánek:</b>	2,5 hodiny.
<b>Jídlo 11:</b>	284g hovězího, 1 šálek ovesných vloček, doplňky.
<b>poznámka:</b>	Ke každému jídlu vypije 1,3-2l vody s Tangem (sugarfree).



Celková denní spotřeba: 10 000 kcal

## Snídaně

tři sendviče se smaženými vejci, sýrem, rajčaty, hlávkovým salátem, smaženou cibulí a majonézou

tři lívance s čokoládovou polevou

omeleta z pěti vajec

tři pocukrované francouzské topinky

miska ovesné kaše s otrubami

dva hrnky kávy

## Oběd

půl kila těstovin

dva velké sendviče z bílého pečiva se sýrem, šunkou a majonézou

energetické nápoje

## Večeře

půl kila těstovin, obvykle se smetanovou omáčkou carbonara

obrovská pizza

energetické nápoje


Celková denní spotřeba: 10 000 kcal

# Michael Phelps

## Vývoj ve stravování

Před OH v Londýně 2012

### Breakfast **The Michael Phelps' Typical 12000 Kcal Diet**




- 3 Fried Egg Sandwiches with Cheese and Veggies
- Omelet made of 3-6 Eggs
- 1 Bowl of Maize Breakfast Cereal
- French-Toasts with Powdered Sugar
- 3 Chocolate Chip Pancakes
- 2 Cups of Coffee

### Lunch

- 0.5 Kg of Pasta in Tomato Sauce
- 2 Ham and Cheese Sandwiches
- Energy Drinks

### Dinner

- 0.5 Kg of Pasta in Tomato Sauce
- Large Meat Pizza
- Energy Drinks



Zdroj: <http://swimindia.in/olympic-legend-michael-phelps-a-peek-into-his-holistic-training>

Před OH v Riu 2016

### Michael Phelps, Swimmer

Diet Type: Tons of calories


#### Breakfast

- Fruit
- Coffee
- Large bowl of oatmeal
- Big ham and cheese omelet




#### Lunch

- Meatball sub



#### Dinner

- Whole grains
- Lean meats
- Veggies



SOURCE: Men's Health  
TECH INSIDER

Zdroj: <http://www.businessinsider.com/michael-phelps-diet-for-the-rio-olympics-2016-8>



# Cíle výživy - vytrvalost

- ▶ **Vyhnout se poklesu výkonnosti** v průběhu zatížení (rozvoji akutní aerobní únavy).
  - ▶ Adekvátní příjem sacharidů **před zatížením a během** něj (zejména výkony trvající >60 min).
- ▶ **Podpořit adaptační procesy** (*superkompenzace a hypertrofie*).
  - ▶ Adekvátní příjem sacharidů a bílkovin po zatížení (období 2 hod po skončení - časná fáze regenerace). **Doplnění a navýšení zásob glykogenu a adaptace svalové tkáně.**
- ▶ **Vyhnout se dehydrataci >2 %** během zatížení a správně doplnit tekutiny po skončení.

Sacharidy a  
tekutiny  
během

Sacharidy a  
tekutiny  
před

Tekutiny,  
sacharidy a  
bílkoviny po



# Dlouhodobé cíle výživy - vytrvalost

- ▶ Vytrvalostní trénink je velmi náročný svou **spotřebou energie** a často menším prostorem pro regeneraci. Sportovec by se proto měl snažit zajistit zejména:
  1. Vyváženou energetickou bilanci.
  2. Adekvátní **energetickou dostupnost** (viz dále v prezentaci).
  3. Adekvátní **sacharidovou dostupnost** před, během a po zatížení.
  4. Dostatečný a **pravidelný příjem bílkovin** během celého dne a zejména po zatížení.
  5. Optimální hydrataci a pečlivě hlídat rehydratační období.



## Cíle výživy - silově- rychlostní výkony

- ▶ Zajistit **dostatek zásobních energetických substrátů** (glykogen) pro regeneraci ATP během zatížení a kreatinfosfátových zásob v intervalech odpočinku.
  - ▶ Adekvátní příjem sacharidů před zatížením.
- ▶ **Podpořit adaptační procesy** (*superkompenzace a hypertrofie*).
  - ▶ Adekvátní příjem sacharidů a bílkovin po zatížení (období 2 hod po skončení - časná fáze regenerace). **Doplnění a navýšení zásob glykogenu a adaptace svalové tkáně.**
- ▶ Doplnky stravy pro navýšení množství kreatinfosfátu (kreatin) ve svalech či pufrální kapacity organismu (např. bikarbonát sodný).

Sacharidy  
tekutiny  
doplňky  
strav před

Sacharidy  
tekutiny a  
bílkoviny



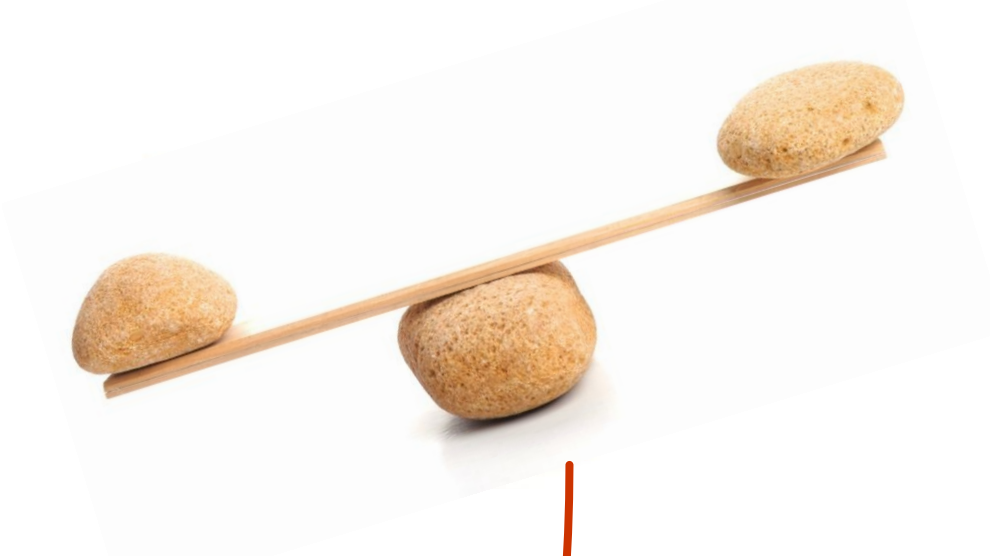


# Dlouhodobé cíle výživy - silově-rychlostní disciplíny (sprint, vzpírání, kolektivní s., úpolové sporty atp.)

- ▶ Silově-rychlostní sporty **nejsou tolik náročné na energetický příjem** (výjimkou může být objemové období silových sportovců - zvyšování hmotnosti). Tyto disciplíny vyžadují pozornost sportovce zejména před a po zatížení, kde by se sportovec měl snažit zajistit zejména:
  1. Nastavení energetické bilance podle potřeb ve vztahu k hmotnosti (snižování/udržování/navyšování).
  2. Adekvátní **energetickou dostupnost** (viz dále v prezentaci).
  3. Adekvátní **sacharidovou dostupnost** před, během a po zatížení.
  4. Dostatečný a **pravidelný příjem bílkovin** během celého dne a ze
  5. Optimální hydrataci.



# Energetická bilance (EB)



- ▶ Energie - kcal/kJ

1 kcal	4,2 kJ
1kJ	0,24 kcal

- ▶ Energetický příjem = Energetický výdej
  - ▶ Výživová kontrola - kalorické tabulky
  - ▶ Pohybová kontrola - záznam tepové frekvence
- ▶ Pozitivní energetická bilance
- ▶ Negativní energetická bilance

Dlouhodobá energetická dysbalance zpravidla vede ke změnám hmotnosti. Pozitivní EB, neboli energetický příjem (EP) převyšující energetický výdej (EV), způsobuje nárůst hmotnosti. Zatímco negativní EB (EV převyšující EP) způsobuje pokles hmotnosti.

# Energetický výdej (EV)

## ▶ 3 základní komponenty:

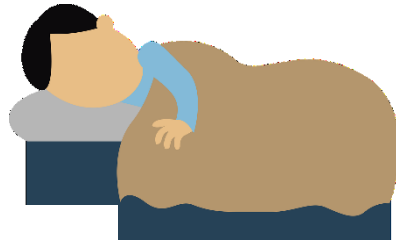
1. Bazální metabolismus - BM
  - ▶ Faktory ovlivňující BM
  - ▶ Zjišťujeme pomocí kalorimetrie nebo prediktivních rovnic
2. Fyzická aktivita
3. Termický vliv stravy - Dietou indukovaná termogeneze
  - ▶ Přibližně 10 % E z BM





# Energetický výdej (EV)

1. Bazální metabolismus



Klidový energetický výdej (KEV)

2. Trávení potravy

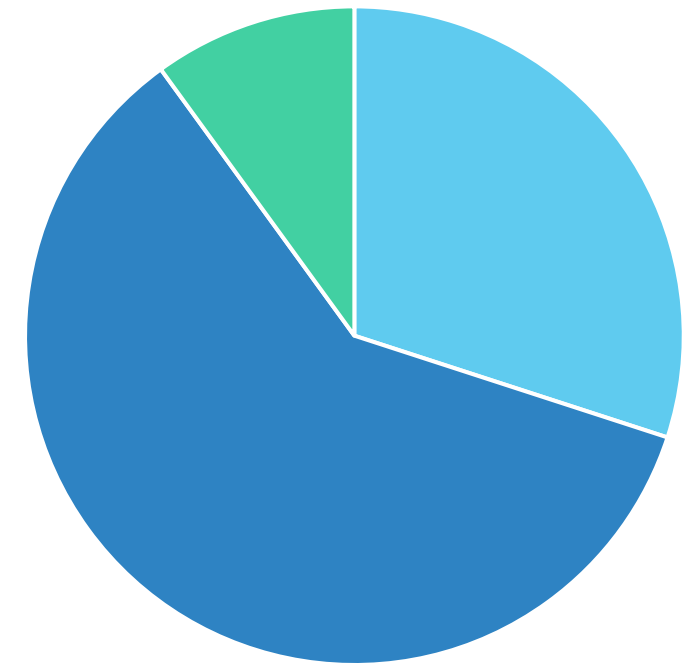


Aktivní populace

3. Fyzická aktivita



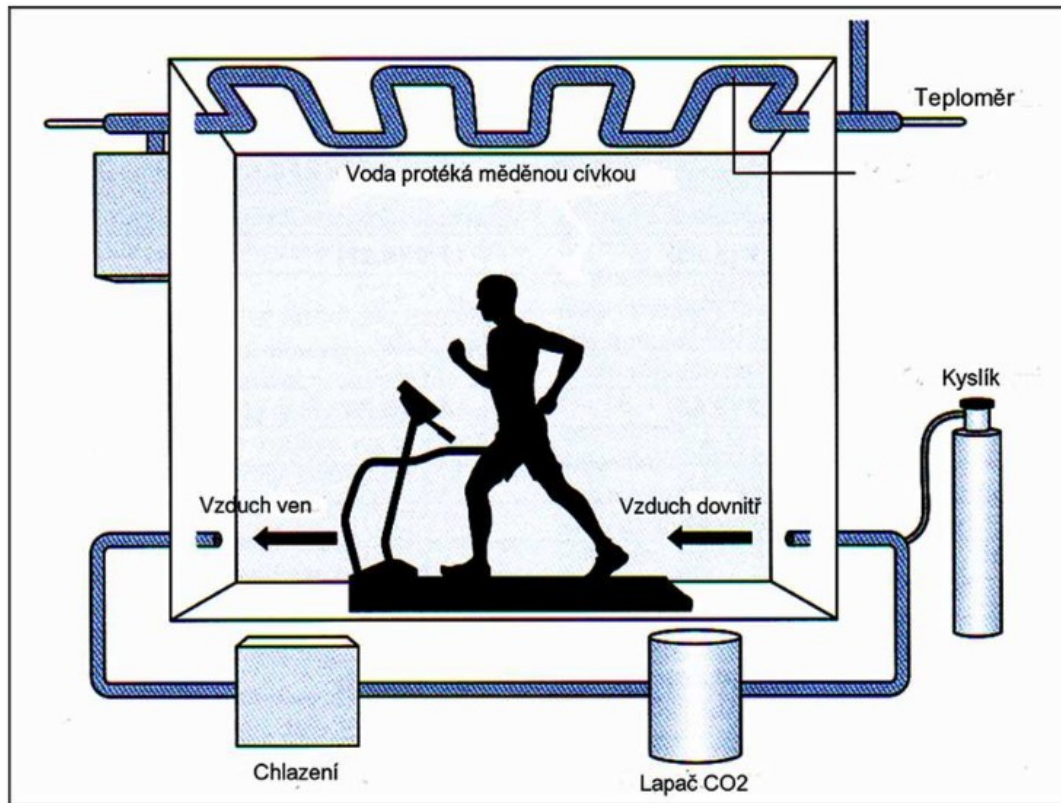
Energetický výdej



■ BM ■ PA ■ DIT

# Bazální metabolismus - BM

- ▶ Přímá kalorimetrie
  - ▶ Kalorimetrická komora



# Klidový energetický výdej - KEV

- ▶ Nepřímá kalorimetrie
- ▶ Respirační koeficient - RQ
- ▶  $RQ = VCO_2 / VO_2$
- ▶ **Respirační koeficient je poměr mezi vydaným  $CO_2$  a spotřebovaným  $O_2$ .** Jeho hodnoty závisejí mimo jiné na proporciální oxidaci jednotlivých nutričních substrátů. Hlavně změny trendu hodnot při změnách složení výživy mohou vést k interpretaci změn v **utilizaci jednotlivých substrátů - termický vliv stravy.** RQ pro běžné jídlo se pohybuje okolo 0,85.





# Klidový energetický výdej - KEV

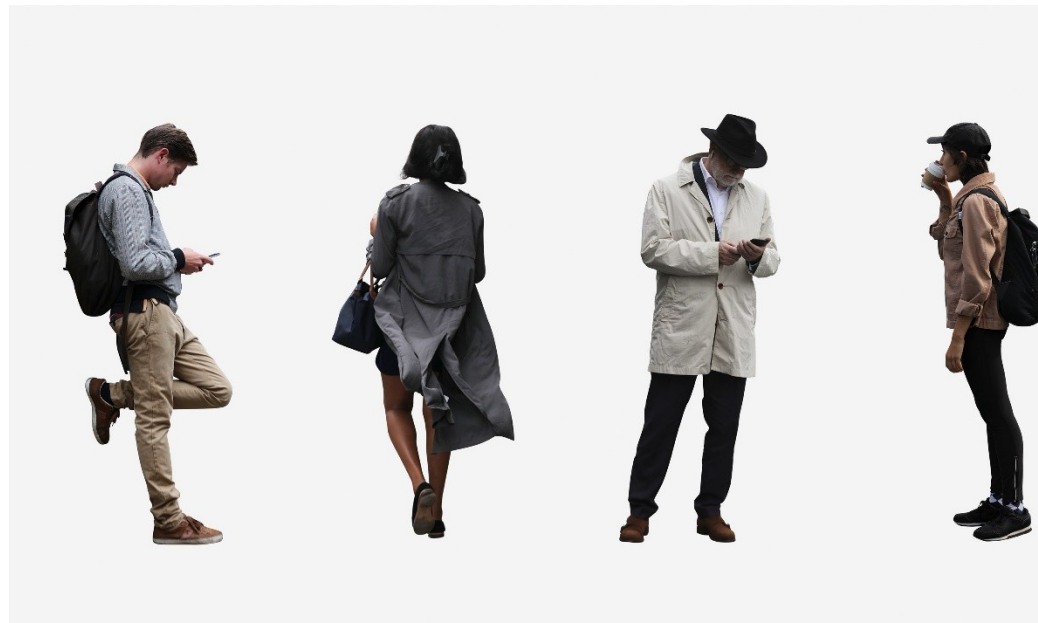
- ▶ Nejčastěji užívanou rovnicí je **Harris-Benedictova** - výpočet RMR v kcal

Muži	$66,5 + 13,8 * H + 5 * V - 6,8 * R$
------	-------------------------------------

Ženy	$655 + 9,6 * H + 1,8 * V - 4,7 * R$
------	-------------------------------------

- ▶ H - hmotnost (kg)
- ▶ V - výška (cm)
- ▶ R - věk

H-B rovnice je vhodná pro osoby s normálním BMI a % podílem tukové tkáně. Protože nezohledňuje morfologické složení, může KEV u obézních osob nadhodnocovat.



# Klidový energetický výdej - KEV

- ▶ Cunninghamovu rovnici je možné využít pro sportovce - pracuje s beztukovou tkání (kg), neboli *fat-free mass* (FFM).
  - ▶  $BMR = 500 + (22 * FFM)$
- ▶ Podobně jako rovnice dle Katch-McArdle, na kterou je navázána i rovnice pro výpočet FFM (Boerova formule).
  - ▶  $BMR = 370 + (21,6 * FFM)$
  - ▶  $FFM \text{ pro muže} = [0,407 * \text{hmotnost (kg)}] + [0,267 * \text{výška (cm)}] - 19,2$
  - ▶  $FFM \text{ pro ženy} = [0,252 * \text{hmotnost (kg)}] + [0,473 * \text{výška (cm)}] - 48,3$



Tyto rovnice přesněji hodnotí KEV z pohledu tělesného složení. Reflektují aktivní tělesnou hmotu, respektive metabolicky neaktivní FFM.

# Klidový energetický výdej - KEV

- ▶ Faustova rovnice je zjednodušenou rovnicí.
  - ▶ **M: Hmotnost \* 24**
  - ▶ **Ž: Hmotnost \* 23**



Faustova rovnice je rovněž obecně platná rovnice i přes svou jednoduchost. Opět ale nezohledňuje FFM a vypovídající je spíše pro populaci s normální hmotností.





# Fyzická aktivita

- ▶ Které faktory ovlivňují EV při fyzické aktivitě?
- ▶ Jak je zjišťovat?

# Celkový energetický výdej

- ▶ Využití koeficientů intenzity fyzické aktivity pro výpočet celkového energetického výdeje (CEV), neboli *Total energy expenditure* (TEE).



Pozor na kalkulaci CEV u fyzicky aktivní populace. Hodnocení pomocí koeficientů nemusí být úplně objektivní. Pro sportovce používáme speciální rovnice nebo měřící techniku, která je přesnější.

# Celkový energetický výdej



- ▶ U výkonnostních sportovců je vhodnější využívat sledování EV pohybových aktivit na základě tepové frekvence nebo kalkulaci EV s využitím MET násobků a následně hodnotit CEV.
- ▶ **Pozor u vytrvalostních aktivit!**
  - ▶ Délka zatížení vs Bazální metabolismus
  - ▶ Například u ultra závodů, etapových závodů atp.



# Celkový energetický výdej

▶ Základní 3 možnosti výpočtu CEV (TEE):

1.  $KEV \times PAL$                       Vhodné pro běžnou populaci

+Jednoduché použití

+U běžné populace relativně přesné

2.  $(KEV \times PAL) + EV_{pa}$                       Vhodné pro sportovce v délce

3.  $[((KEV \times PAL)/24) \times (t_{den} - t_{PA})] + EV_{pa}$                       Vhodné pro sp

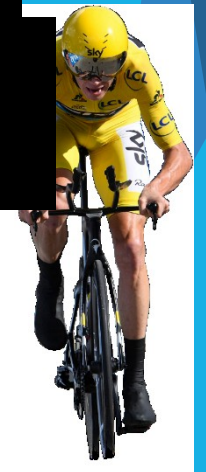
+Velmi přesné výsledky

+Výhodné při sestavování nutričních protokolů

*Výpočet č. 2 zahrnuje bazální metabolismus, běžné denní aktivity a energetický výdej v průběhu pohybové aktivity. Bazální potřebu energie organismu během takto krátkých výkonů zanedbáváme. Výpočet č. 3 zohledňuje zvlášť bazální metabolismus, běžné denní aktivity pouze v čase mimo pohybovou aktivitu. Energetický výdej během pohybové aktivity je dopočítáván zvlášť, tak abychom nepočítali s bazálním metabolismem dvakrát.*

-Náročné na zpracování

-Potřeba sporttesteru



# Celkový energetický výdej

## ▶ Cyklista

- ▶ Muž, 180 cm, 29 let, 75 kg (FFM 67,5 kg)
- ▶ Náročný tréninkový den - dvě fáze
  - ▶  $EV_{pa}$  1 ... 120 min ... 1.250 kcal
  - ▶  $EV_{pa}$  2 ... 60 min ... 550 kcal

1. Spočítejte KEV
2. Spočítejte CEV pomocí PAL
3. Spočítejte CEV pomocí PAL (1,3) a  $EV_{pa}$
4. Spočítejte CEV pomocí PAL (1,3), kalkulujte pro čas mimo tréninkovou aktivitu a  $EV_{pa}$

Špatná kalkulace CEV může způsobit špatné nastavení EB a tím pádem stagnaci v plnění stanovených cílů. Rozdíl 300 kcal v tomto případě může limitovat nastavení kalorického deficitu či nadbytku pro potřeby manipulovat s hmotností.

$$1. KEV = 1.985 \text{ kcal}$$

$$2. CEV_{PAL\ 2,1} = 4.168,5 \text{ kcal}$$

*X*

$$3. CEV_{PAL\ 1,3 + EVPA} = 4.380,5 \text{ kcal}$$

*X*

$$4. CEV_{PAL(21\ hod) + EVPA} = 4.058 \text{ kcal}$$

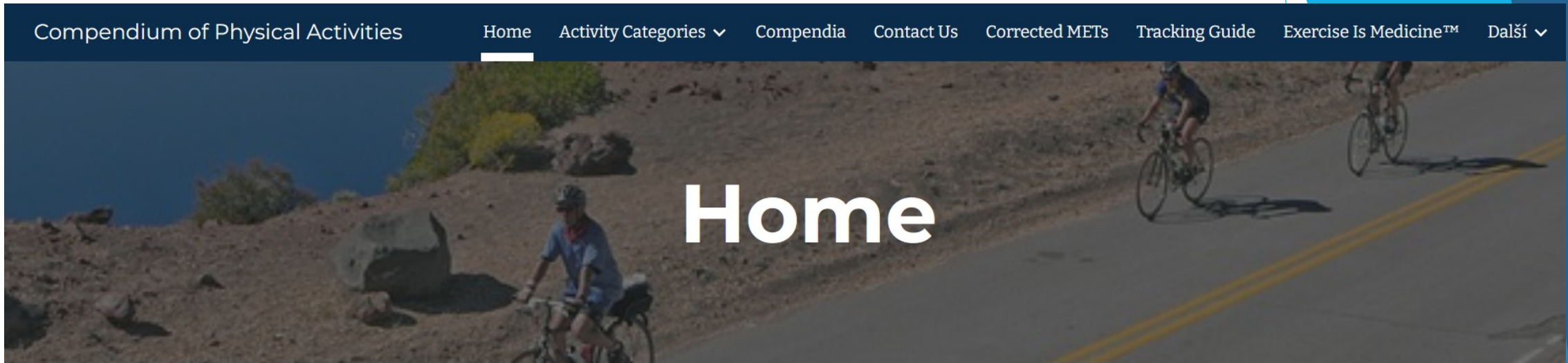
*Výpočet č. 2 pomocí PAL se liší od výpočtu č. 4 s využitím PAL pro běžné denní činnosti mimo trénink a hodnoty pro trénink využívající hodnoty zjištěné analýzou srdeční frekvence.*

# Kalkulace EVpa s využitím MET

- ▶ Podobně jako je možné predikovat CEV s využitím PAL koeficientů, kde hodnotíme celodenní míru aktivity, kalkulovat můžeme výrazně individuálněji jednotlivé denní aktivity.
- ▶ Pro takové hodnocení využíváme např. MET (*metabolic equivalent of task*, **metabolický ekvivalent práce**), který je definován jako násobek množství kyslíku spotřebovaného ( $VO_2$ ) v klidu za 1 minutu na 1 kg hmotnosti. Jednotkou je tak kcal/kg/hod, respektive kcal/kg/min.
- ▶ Klidová hodnota  $VO_2$  typicky odpovídá množství 3,5 ml/kg/min (1 MET).
- ▶ Fyzická aktivita je tak **násobkem klidové spotřeby kyslíku** dle intenzity pohybu (souvisí se srdeční frekvencí, dechovou frekvencí, respektive metabolickou aktivitou a tedy spotřebou energie).



# Compendium of Physical Activities



## Purpose of this Website

This site is designed to provide the updated 2011 Adult Compendium of Physical Activities and additional resources. The 2011 update identifies and updates MET codes that have published evidence to support the values. In addition, new codes have been added to reflect the growing body of knowledge and popular activities.

**Foreign Language Translations:** Foreign language translations of the 2011 Compendium can be found under the '[Compendia](#)' tab at the top of the page. The Compendium is currently available in 8 languages:

## Definition of Terms used in the Adult Compendium

**MET (Metabolic Equivalent):** The ratio of the work metabolic rate to the resting metabolic rate. One MET is defined as 1 kcal/kg/hour and is roughly equivalent to the energy cost of sitting quietly. A MET also is defined as oxygen uptake in ml/kg/min with one MET equal to the oxygen cost of sitting quietly, equivalent to 3.5 ml/kg/min.

$$1 \text{ MET} = 1 \text{ kcal/kg/h}$$

# METs Calculator

## Calories Burned / METs Calculator

Weight:

70 kg

Activity Time:

60 min

Activity:

Walking

Description:

Walking the dog

Calculate

Total Calories Burned:

210 kcals

Activity Selected: Walking the dog

METs: 3.00



Osoba 70 kg

Venčení psa

60 min

# Shrnutí

- ▶ Příštím tématem je: *Energetická dostupnost. Jak správně nastavit energetický příjem v kontextu nutričních cílů? Energetická bilance a dostupnost jako diagnostický nástroj a současně nástroj pro realizaci nutričních cílů.*
- ▶ Projít si materiály, zopakovat nové pojmy, udělat si poznámky na příště a **diskutovat** v diskuzním fóru předmětu:
  - ▶ [Prezenční studium](#)
  - ▶ [Dálkové studium](#)
- ▶ Vyplnit **Odpovědník** k tomuto semináři.
- ▶ Začít vytvářet **anamnézu** „klienta“.