

Protokol

Stanovení energetického výdeje nepřímou kalorimetrií a výpočtem

Klíčová slova

Metabolismus a funkce sacharidů, tuků a bílkovin, odpad dusíkatých metabolitů, specifický dynamický efekt živin, přímá kalorimetrie, nepřímá kalorimetrie, energetický ekvivalent kyslíku pro různé živiny, odpad dusíku, fyziologické a fyzikální spalné teplo, bazální metabolismus, klidový metabolismus, katabolismus, anabolismus, energetická bilance, dusíková bilance

Stanovení energetického výdeje nepřímou kalorimetrií.

Potřeby

Kroghův respirometr s 5 l kyslíku, lehátko, Masterovy schůdky, metronom, náustek, nosní svorka, výukový systém PowerLab.

Postup práce

- **Aktuální energetický výdej v klidu:**
 - Vyšetřovaná osoba ulehne na vyšetřovací lůžko, vložte jí do úst náustek (s filtrem) a nasadte nosní svorku, tak aby mohla dýchat jen přes náustek.
 - Ventil respirometru nechte v pozici otevřeno – dýchání okolního vzduchu. Nechte vyšetřovanou osobu dýchat alespoň 5 minut.
 - Spustíte program BAZÁLNÍ METABOLISMUS dvojklikem na stejnojmennou ikonu na ploše.
 - Začněte nahrávání a vyzvěte vyšetřovanou osobu, aby vydechla a zadržela dech. Rychle otočte ventil o 180 stupňů – dýchání probíhá v uzavřeném systému Kroghova respirometru.
 - Zaznamenejte klidové dýchání v leže v délce 3 minuty. Poté nahrávání zastavte.
- **Aktuální energetický výdej v klidu:**
 - Požádejte, aby se vyšetřovaná osoba postavila. Zmáčkněte start nahrávání a zaznamenejte dýchání v délce 3 minuty u stejné vyšetřované osoby ve stoji. Poté nahrávání zastavte.
- **Aktuální energetický výdej po zátěži:**
 - Odpojte vyšetřovanou osobu od respirometru – nezapomeňte zavřít ventil. Vyšetřovaná osoba (po odpojení od respirometru) přechází po dobu 5 minut Masterovy schůdky. Rytmus pohybu určují údery metronomu nastaveného na frekvenci 80/min (jeden úder odpovídá jednomu kroku).
 - V průběhu zátěže požádejte asistenta o doplnění zásoby kyslíku do respirometru. Po vykonané zátěži vyšetřovaná osoba ulehne na lůžko. Co nejrychleji napojte vyšetřovanou osobu na vnitřní okruh respirometru.
 - Zapněte nahrávání a zaznamenejte dýchání do respirometru ihned po zátěži v délce 3 minuty.

- Uložte záznam pod názvem „bazální metabolismus“, kde XY odpovídá iniciálám vyšetřované osoby, typ souboru Data Chart File (*.adicht).

Hodnocení:

V každé situaci vyberte do bloku část záznamu lineárního poklesu objemu bez artefaktů, v mini okně *Average slope* se zobrazí průměrná hodnota spotřeby kyslíku v l/s. Naměřené hodnoty přepočtete na příslušný objem plynu v závislosti na barometrickém tlaku, napětí vodních par a teplotě v místnosti (Korekce je nutná, aby naměřené hodnoty byly standardizované a bylo, je možné srovnat, přes různé podmínky v místnosti při různých měřeních.). Z korigovaných hodnot spotřeby kyslíku vypočtete aktuální energetický výdej v jednotlivých situacích.

Korekce spotřeby kyslíku v_r (l/s) na 0 °C a 101,325 kPa (760 mmHg) dle následujícího vzorce:

$$v_r = v_n \cdot \frac{273}{273 + t} \cdot \frac{B - e}{101,325} \quad [l/s]$$

* v_r – korigovaná spotřeba kyslíku v l/s

v_n - naměřená spotřeba kyslíku v l/s

t - teplota místnosti ve °C

B - barometrický tlak v kPa (1 torr = 1 mmHg = 0,133 kPa)

e - napětí vodních par v kPa při teplotě místnosti – viz **tabulka**

t (°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1,219	1,303	1,391	1,485	1,585	1,691	1,801	1,920	2,044	2,174
20	2,314	2,462	2,617	2,781	2,953	3,134	3,328	3,529	3,741	3,965
30	4,201	4,449	4,709	4,986	5,269	5,570	5,887	6,225	6,567	6,933

Výpočty **aktuálního energetického výdeje (AEE)** nepřímou kalorimetrií vycházejí z následujících vztahů: známe-li **hodnotu spotřebovaného kyslíku** v litrech za časovou jednotku (v_r), použijeme rovnici s koeficientem energetického ekvivalentu kyslíku (EE = 20,19 kJ/litr O₂):

$$\text{AEE (kJ/čas)} = 20,19 \cdot v_r \quad \text{chyba výpočtu je asi 8 \%}$$

Výsledky

Místo pro výpočet (bez výpočtu neodevzdávat):

Grafické znázornění situací (bez grafu neodevzdávat):

<i>KLID</i>		<i>STOJ</i>		<i>ZÁTĚŽ</i>	
V_n	V_r	V_n	V_r	V_n	V_r
.....l/s	.....l/s	.....l/s	.....l/s	.....l/s	.....l/s
AEE	AEE	AEE	AEE	AEE	AEE
.....kJ/s	.....kJ/den	.....kJ/s	.....kJ/den	.....kJ/s	.....kJ/den

Stanovení energetického výdeje výpočtem

Potřeby

váha, přístroj na měření výšky, tabulka pro výpočet aktuálního energetického výdeje (viz. níže).

Postup práce

Určení aktuálního energetického výdeje se rozpadá do několika kroků:

a) Výpočet bazálního energetického výdeje (BEE) v kcal/den:

Použijte Harris-Benedictovu rovnici pro výpočet BEE:

♂:	$BEE = 66.5 + (13.75 \cdot m + 5.003 \cdot h) - (6,775 \cdot r)$
♀:	$BEE = 655.1 + (9.563 \cdot m + 1.85 \cdot h) - (4.676 \cdot r) *$

* m = tělesná hmotnost v kg, h = výška v cm, r = věk v letech.

Výsledek převed'te na kJ/den (1 kcal = 4,18 kJ).

Místo pro výpočet: (bez výpočtu neodevzdávat)

b) Výpočet AEE:

$$AEE = BEE \times AF \times TF \times IF$$

kde přihlížíme k faktorům:

Aktivita – AF	ležící pacient	1,1	
	ležící, ale mobilní pacient	1,2	
	mobilní pacient	1,3	
	zdravý lehce pracující	1,55 ♀	1,60 ♂
	zdravý středně pracující	1,64 ♀	1,78 ♂
	zdravý těžce pracující	1,82 ♀	2,10 ♂
	tělesná teplota -TF	37 °C	1,0
	38 °C	1,1	
	39 °C	1,2	
	40 °C	1,3	
	41 °C	1,4	
poškození – IF	nekomplikovaný pacient	1,0	
	pooperační stav	1,1	
	fraktury	1,2	
	sepsy	1,3	
	peritonitida	1,4	
	mnohočetná poranění	1,5	
	mnohočetná poranění + sepsy	1,6	
	popáleniny 30–50 %	1,7	
	popáleniny 50–70 %	1,8	
	popáleniny 70–90 %	2,0	

Při výpočtu použijte (za předpokladu, že vyšetřovaná osoba je zdravá): **TF**: 37°C, dále **AF**: ležící, ale mobilní pacient (AEE v klidu), mobilní pacient (AEE ve stoje), zdravý lehce pracující (AEE po zátěži). (Tento postup je ilustrační a slouží pouze didaktickým účelům tohoto praktika.)

Výsledky

Místo pro výpočet: (bez výpočtu neodevzdávat)

Vypočtené vlastní hodnoty BEE a AEE: (vyplňte všechno)

Vyplňte informace o vyšetřované osobě

Pohlaví..... Věk..... Výška.....(cm) Váha.....(kg)

BMI..... (kg/m²)

BEE.....(kJ/den)

SDÚ.....(kJ/den)

Fyzická aktivita.....(kJ/den)

Energetický výdej (BEE + SDÚ + aktivita)..... (kJ/den)

Energetická bilance (příjem – SDÚ – AEE).....(kJ/den)

Kuřák (ano/ne) množství(cigarety/den)

Alkohol (ano/ne) množství.....(l/den)

Závěr

Proč musí vyšetřovaná osoba dýchat na začátku 5 minut v klidu před započítáním vlastního měření?

.....

Od čeho závisí energetický výdej v klidu?

.....

.....

Jak se změnil energetický výdej ve stoji od klidového a proč?

.....

.....

Jak se změnil energetický výdej po zátěži od klidového a ve stoji. Vysvětlete.

.....

Protokol

Sestavení jídelního lístku

Zásady správné výživy

Metodika

Potřeby: www.nutridata.cz

Postup práce

Sestavte jídelníček včerejšího dne dle návodu a vytiskněte nebo vypište údaje živin, vitamínů a stopových prvků. Porovnejte svůj jídelníček s doporučenými hodnotami.

1. Vytvořte účet na www.nutridata.cz (pro 14 dní plného přístupu, po skončení lze registraci zrušit, účet je v každém případě nezaplatněn, pouze omezen). **Při registraci zadejte alespoň rok narození, váhu a aktivitu (na tomto základě bude vypočten pravděpodobný bazální metabolismus).**
2. Vytvořte denní jídelníček (doplňte i váhu), nezapomeňte na olej, sůl atd. pokud je přidáváte do jídla. Pokud berete vitamíny v tabletách, také je zadejte. Po dokončení jej uložte.
3. Po uložení se objeví stručný výpis, přepněte na analýzu, kde je i podrobný popis vitamínů a minerálů, tento jídelníček si vytiskněte a přineste do cvičení.
4. Dále prostudujte tabulky doporučených hodnot vitamínů a minerálů a jejich důsledky při nedostatku a přebytku těchto složek ve stravě. Pokud se nacházejí ve vaší stravě nějaké takovéto výchyly, zahrňte je do závěru i se zjištěním z těchto tabulek.

Závěr

Porovnejte energetický příjem a výdej, přijaté a doporučené denní dávky živin, minerálů a vitamínů a zhodnoťte. Posuďte míru optimálního složení přijímané stravy. Jakých chyb oproti doporučením správné výživy jste se dopustili? Jak je napravit?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Protokol

Hodnocení stavu výživy

Indexy vycházející z antropometrických ukazatelů

Potřeby: váha, centimetr, přístroj na měření výšky

Results

1) Brocův index (ideální hmotnost):

♂: výška v cm - 100 or $(\text{výška v m})^2 \times 23$

♀: $(\text{výška v cm} - 100) - 10\%$ or $(\text{výška v m})^2 \times 21$

Výsledky:.....

% ideální hmotnosti*:

$(\text{aktuální hmotnost/ideální hmotnost}) \cdot 100$

Výsledky:.....

Hodnocení

stupeň obezity	% ideální hmotnosti
mírný	115–129
střední	130–149
těžký	150–199
morbidní	> 200

2) Queteletův index nebo body mass index (BMI):

$$BMI = \frac{\text{hmotnost (kg)}}{\text{výška (m)}^2}$$

BMI:.....

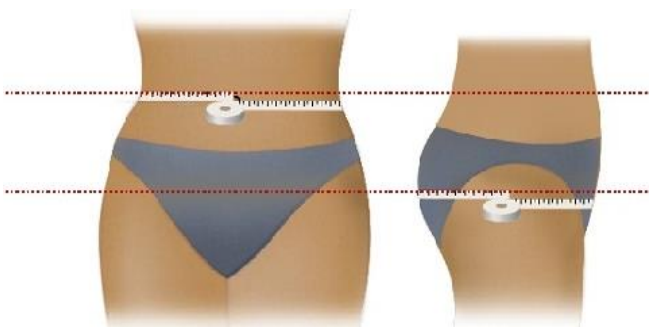
Hodnocení BMI

BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)		
kategorie	muži	ženy
podváha	< 20	< 19
norma	20–24,9	19–23,9
nadváha	25–29,9	24–28,9
obezita	30–39,9	29–38,9
těžká obezita	> 40	> 39

3) Stanovení obvodu v pase

Obvod pasu měříme vestoje, v nejužším místě v pase (mírně nad pupkem)

Boky měříme v místě největšího rozvoje hýžd'ového svalstva.



Hodnocení

Obvod v pase (cm)

Kategorie	Muži	Ženy
Doporučené rozmezí	≤ 94	≤ 80
Nutné snížit hmotnost	95–102	81–90
Snížení hmotnosti vyžaduje lékařskou pomoc	> 102	> 90

4) Stanovení indexu pas/boky (z anglického Waist/Hip Ratio = **WHR**).

Tento poměr se doporučuje pro ženy < 0,80
pro muže < 1,00

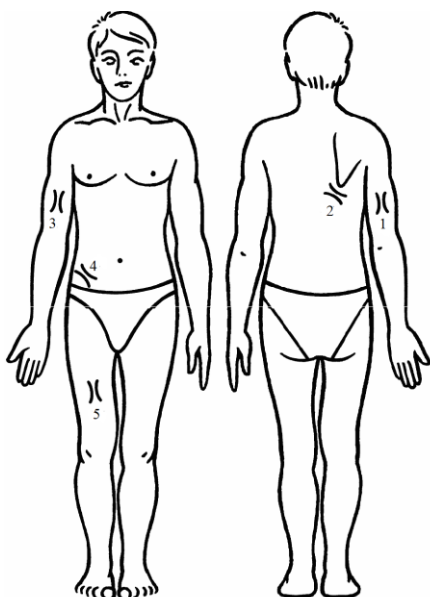
pas.....cm

boky.....cm

pas/boky.....

Měření tělesného tuku kaliperem

Vrstva podkožního tuku vypovídá o energetické bilanci organismu, nedokáže ale postihnout možné rozdíly v distribuci podkožního a viscerálního tuku. Nejjednodušší metoda rozšířená v klinické praxi je metoda měření kožní řasy kaliperem nad musculus triceps brachii. Pro účely tohoto praktika budeme měřit kožní řasu nad tricipsem a pod lopatkou (pozice 1 a 2 v obrázku níže).



Potřeby: kaliper

Postup

Měření provádíme v sedě (pro triceps) nebo ve stoji (pro lopatku). Končetiny musí být ve svislé poloze a zůstat uvolněné. Pro měření použijeme nedominantní končetinu, tedy pro praváky levou a opačně. Kožní řasu uchopíme palcem a ukazovákem levé ruky a tahem oddělíme od svalové vrstvy ležící pod ní. Dotykové plošky rozevřeného kaliperu (který ovládáme pravou rukou) přiložíme ke kožní řase ve vzdálenosti asi 1 cm od prstů svírajících vytaženou řasu tak, aby se měřila kožní řasa stlačená kaliperem a nikoliv prsty. Poté prsty uvolníme, abychom tlačili na

řasu konstantním tlakem a pouze kaliperem. Tloušťku je potřeba odečíst do 2 sekund od puštění prstů. Měly bychom udělat minimálně 3 měření a z nich vypočítat aritmetický průměr, abychom zajistili dostatečnou přesnost.

Z hodnot kožních řas (v mm) na paži (m. triceps brachii) a na zádech (pod lopatkou) určete i procento zastoupení tuku v organismu (orientační hodnota) – viz nomogram.

Další místa pro měření kožní řasy:

- 3 - kožní řasa nad bicipsem
- 4 - kožní řasa nad crista iliaca
- 5 - kožní řasa na stehně

Hodnocení

Odhad podílu tukové složky (určený na základě dvou kožních řas, podle Slaughtera)

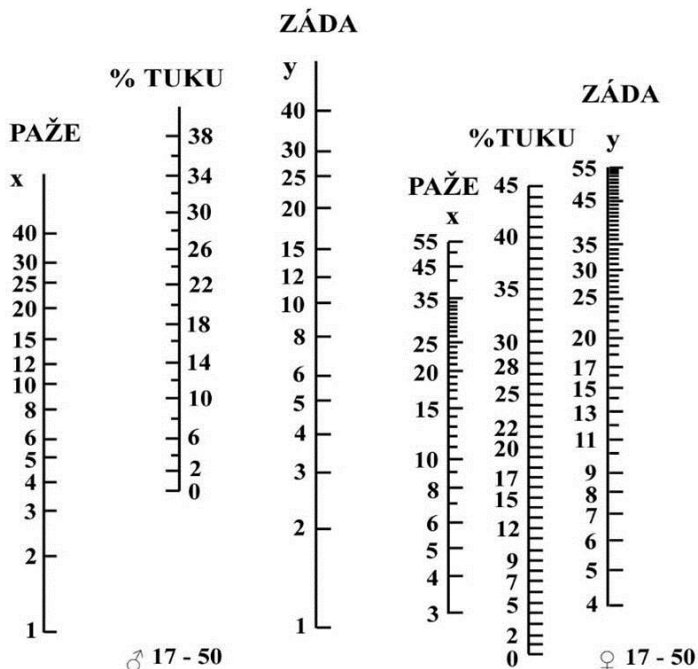
♂: % tuku = 0,735 · [nad lopatkou (mm)+ nad tricipsem (mm)] + 1,0

♀: % tuku = 0,610 · [nad lopatkou (mm)+ nad tricipsem (mm)] + 5,1

Výsledky

	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
nad tricipsem (mm)				
pod lopatkou (mm)				

Nomogram: spojnice mezi naměřenými hodnotami kožních řas (mm) protíná osu % tuku.



% tuku podle Slaughtera..... %

% tuku podle nomogramu.....%

Měření zastoupení tuku v organismu bioelektrickou impedanční metodou

Potřeby: ruční přístroje na měření procenta tělesného tuku a bioimpedanční váha

Postup

Přístroj OMRON TBF-551:

1. Do paměti přístroje zadejte vstupní data vyšetřované osoby: stiskem tlačítka SET potvrďte volbu jednotlivých parametrů, které se zobrazují v dolní části displeje formou postaviček – dospělý/dítě/ sportovec, muž/žena, a v číselné formě – výška měřené osoby.
2. Po vynulování přístroje se vyšetřovaná osoba bosými nohama postaví opatrně na váhu. Po určité době se na displeji zobrazí hmotnost měřené osoby v kg a procento tělesného tuku. Měřicí plochu přístroje pak lehce otřete desinfekčním roztokem.

Přístroj OMRON BF300:

1. Po zapnutí přístroje zmáčknutím ON/OFF. Prvních pár sekund probíhá test displeje, teprve pak se zobrazí nulové hodnoty. Pokračujte stiskem tlačítek:
 - a. HGT: zadejte výšku měřené osoby pomocí numerické klávesnice v cm (v případě chybného zadání stiskem tlačítka HGT postup zopakujte)
 - b. WT: zadejte hmotnost v kg
 - c. AGE: zadejte věk (interval je 10 – 80)
 - d. M/F: zadejte pohlaví (v případě chybného zadání, můžete znova stisknout toto tlačítko)
2. Poté, co jste zadali všechny údaje, zmáčkněte SET. Po krátkém zvukovém signálu s nápisem READY je přístroj připraven k měření.
3. Uchopte přístroj oběma rukami v předpažení a stiskněte START pravým palcem. Po ukončení měření přístroj vydá krátký zvukový signál a výsledek měření se zobrazí na displeji.

Hodnocení

Věk (roky)	< 30	> 30
Žena	17–24 %	20–27 %
Muž	14–20 %	17–23 %

Výsledky

měření pomocí ručního typu přístroje: % tuku

měření pomocí bioimpedanční váhy: % tuku

Měření svalové hmoty

Potřeby: krejčovský metr

Postup

Stanovujeme obvod svalstva paže (OSP) - měří se obvod paže (OP) přes největší obvod svalstva při uvolněné visící nedominantní horní končetině. Změřenou hodnotu korigujeme na podkožní tkáň:

$$\text{OSP} = \text{OP} - 3,14 \cdot \text{kožní řasa nad tricepsem v cm}$$

Hodnocení

ztráta svalové hmoty	nepřítomná	střední	těžká
žena	> 23,2 cm	14–21 cm	< 14 cm
muž	> 25,3 cm	15–23 cm	< 15 cm

Korigovaná plocha svalstva paže (k-PSP)

Hodnota OSP musí být ještě korigována na kost pažní (humerus). Z těchto důvodů se udává tzv. korigovaná plocha svalstva paže. Podle níže uvedeného vzorce vypočtete korigovanou plochu svalstva paže (v cm²):

$$\text{Pro ženy: } k - \text{PSP} = \frac{(\text{OSP} - \pi \cdot \text{kožní řasa nad tricepsem})^2}{4 \cdot \pi} - 6,5$$

$$\text{for men: } k - \text{PSP} = \frac{(\text{OSP} - \pi \cdot \text{kožní řasa nad tricepsem})^2}{4 \cdot \pi} - 10$$

Hodnocení

deficit	nepřítomný	mírný	střední	těžký
žena	> 36,3	29,1–36,3	25,5–29,0	< 25,4
muž	> 40,9	32,8–40,8	28,7–32,7	< 28,6

Výsledky

Místo pro výpočet: (bez výpočtu neodevzdávat)

CAM =

c-SAM =

Diskuze a Závěr

- pohlaví: muž/žena
- věkroky
- výška..... cm
- váhakg
- Brocův index.....
- % ideální tělesné hmotnosti:..... (stupeň obezity: mírný/střední/těžký/morbidní)
- BMI:.....kg/m² (podváha/normální/nadváha/obezita/morbidní obezita)
 - pas:.....cm (doporučené rozmezí/nutné snížit hmotnost/snížení hmotnosti vyžaduje lékařskou pomoc)
- Hip:..... cm
- WHR:..... (normální/zvýšený)
- % tuku podle Slaughtera.....% (snížený/normální/zvýšený)
- % tuku podle nomogramu.....% (snížený/normální/zvýšený)
- % tuku (ruční přístroj).....% (snížený/normální/zvýšený)
- % tuku (váhy).....% (snížený/normální/zvýšený)
- OSP..... (nepřítomná/střední/těžká)
- k-PSP (nepřítomný/mírný/střední/těžký)

Zhodnoťte stav výživy vyšetřované osoby na základě všech parametrů

.....

.....

.....

Doporučili byste jí spíš zhubnout/přibrat na váze, nabrat svalovou hmotu nebo kombinaci?

Uveďte důvody.

.....

.....

Liší se výsledky vašeho vyšetřování u různých metod/parametrů? Zkuste uvést důvody tím, že vyplníte tabulku výhod/nevýhod jednotlivých metod.

.....

.....

.....