

# 1 TĚLESNÁ KOMPOZICE – ANTROPOMETRICKÉ VYŠETŘENÍ

## Klíčová slova

Strukturální a zásobní tuk, aktivní tělesná hmota, bioimpedance, metabolický syndrom, zdravý životní styl.

## Pracovní část

### Potřeby

Váha, centimetr, přístroj na měření výšky.

## Hodnocení a výsledky

Měřená osoba:	.....
---------------	-------

### 1. Výpočet ideální hmotnosti

Zaneste výsledky měření do tabulky.

	Vypočítaná ideální hmotnost
<b>tělesná výška v cm - 100</b>	

### 2. Výpočet míry obezity

Zaneste výsledky měření do tabulky.

	Vypočítaná obezita v %	Hodnocení míry obezity:
$\frac{\text{aktuální hmotnost}}{\text{ideální hmotnost}} \cdot 100$		

#### Tabulka pro hodnocení míry obezity

Stupeň obezity	% ideální hmotnosti
<b>Mírný</b>	115–129
<b>Střední</b>	130–149
<b>Těžký</b>	150–199
<b>Morbidní</b>	> 200

## 3. BSA

Zaneste výsledky měření do tabulky.

Rovnice	Výsledek
$[hmotnost (kg)]^{0,425} \times [výška (cm)]^{0,725} / 139,32$	

## 4. BMI

Zaneste výsledky měření do tabulky.

Rovnice	Výsledek	Hodnocení
$BMI = \frac{hmotnost (kg)}{výška (m)^2}$		

Tabulka pro hodnocení dle indexu tělesné hmotnosti BMI (kg.m<sup>-2</sup>)

Podváha	18,4 a méně
Norma	18,5 – 24,9
Nadváha	25,0 – 29,9
Obezita 1. stupně	30,0 – 34,9
Obezita 2. stupně (závažná)	35,0 – 39,9
Obezita 3. stupně (těžká)	40 a více

## 5. Obvod v pase

Zaneste výsledky měření do tabulky.

	Výsledek	Hodnocení
Stanovení obvodu v pase		

Tabulka doporučených hodnot obvodu v pase

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

## 6. WHR

Zaneste výsledky měření do tabulky.

	Hraniční hodnoty*	Výsledek měření	Hodnocení stavu
<b>Pro ženy</b>	> 0,85		Normální / nad normou
<b>Pro muže</b>	> 0,90		Normální / nad normou

\*WHR poměry dle WHO ([http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44583/1/9789241501491\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44583/1/9789241501491_eng.pdf))

## Závěr

---

# 2 TĚLESNÁ KOMPOZICE – MĚŘENÍ TĚLESNÉHO TUKU

---

## Klíčová slova

Periferní tuková tkáň, viscerální tuková tkáň.

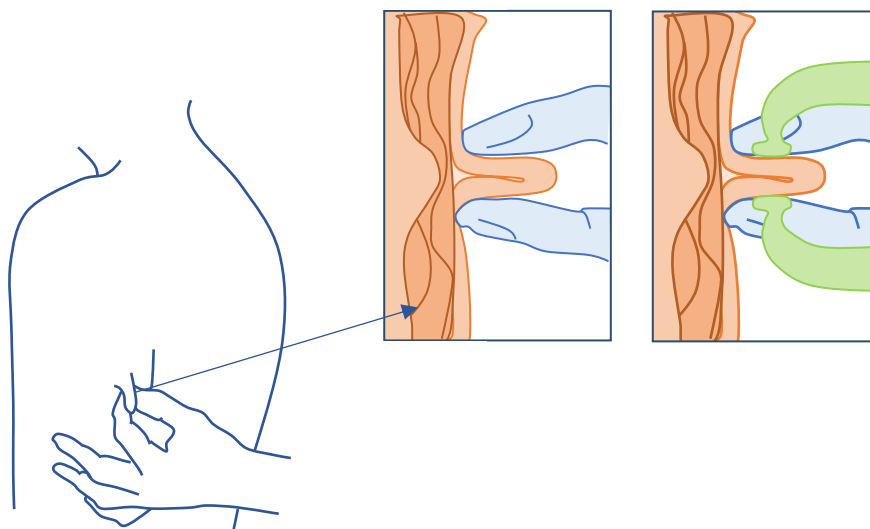
## Pracovní část

### Potřeby

Kaliper, ruční přístroje na měření procenta tělesného tuku, bioimpedanční váha.

### Postup práce – kaliperace

Kožní řasu uchopíme palcem a ukazovákem levé ruky ve vzdálenosti asi 1 cm od místa měření její tloušťky a tahem oddělíme od svalové vrstvy ležící pod ní (Obrázek 2-1). Řasu držíme pevně po celou dobu měření. Dotykové plošky v pravé ruce rozevřeného kaliperu 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.



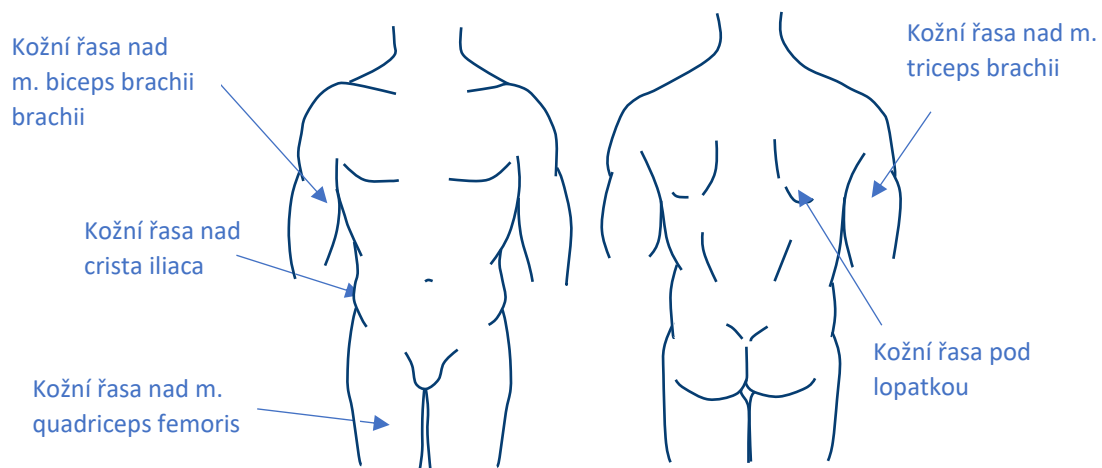
Obrázek 2-1 Správná technika úchopu kožní řasy.

**Komentář:** Vzhledem k tomu, že zejména u silnějších kožních řas (nad 20 mm) se plošky měřidla zanořují do měkké tkáně a tukové vazivo se vytlačuje do okolí, odečítáme hodnotu nejdéle 1 až 2 sekundy od okamžiku, kdy tlak začne působit. Později se odečítaná hodnota u silnějších řas výrazně zmenšuje.

1. Provedte měření na 5 standardních místech:

- Kožní řasa nad trojhlavým svaem paže (m. triceps brachii). Tloušťku řasy měříme na zadní straně paže volně spuštěné podél těla v úrovni zjišťování obvodu paže.

- Kožní řasa pod lopatkou (subscapulare). Vyšetřovaná osoba stojí otočena zády, její ramena jsou uvolněná, paže visí volně podél těla. Kožní řasa leží těsně pod dolním úhlem pravé lopatky, probíhá mírně šikmo dolů podle průběhu žeber, tj. směrem k okraji těla. Měříme těsně pod prsty, které svírají šikmo vytaženou řasu.
- Kožní řasa nad dvouhlavým svalem paže (m. biceps brachii). Kožní řasa leží na přední straně pravé paže přesně proti řase nad m. triceps brachii. Vyšetřovaná osoba je k měřiteli otočena čelem, paže volně visí podél těla, dlaň je orientována dopředu. Měříme v poloviční vzdálenosti mezi ramenem a hrotem lokte. Řasu vytahujeme svisle asi 1 cm nad úroveň, ve které budeme řasu měřit.
- Kožní řasa nad hřebenem kosti kyčelní (nad crista iliaca). Řasu vytahujeme šikmo asi 3 cm nad hřebenem pravé kosti kyčelní v průsečíku hřebene a čáry spuštěné z přední axilární řasy.
- Kožní řasa nad čtyřhlavým svalem stehenním (m. quadriceps femoris). Řasa probíhá svisle (rovnoběžně s podélnou osou stehna), měříme ji nad čtyřhlavým svalem stehenním v polovině vzdálenosti mezi rozkrokem a kolenem na uvolněné pravé dolní končetině. Místo je totožné s měřením obvodu stehna.



**Obrázek 2-2 Místa pro měření kožních řas pomocí kaliperu.**

2. Dosadíte výsledky měření do různých rovnic pro hodnocení tukové tkáně.

### Postup práce bioimpedance

Bioimpedanční měření nesmí podstupovat těhotné ženy a pacienti s implantovanými elektrickými zařízeními na podporu srdečního rytmu. Z důvodu elektrického proudu, který prochází celým tělem při měření.

1. Postupujte dle návodu bioimpedance. Na váhu vstupujte bez ponožek a páku s elektrodami držte v úrovni ramen.
2. Po změření si запиšte jednotlivé hodnoty a porovnejte s antropometricky naměřenými výsledky.

## Hodnocení a výsledky

Měřená osoba:	.....
---------------	-------

### 1. Hodnocení tuku kaliperem

Zaneste jednotlivá měření do tabulky a vypočítejte průměr jednotlivých měření.

	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
<b>Nad m. triceps brachii (mm)</b>				
<b>Pod lopatkou (mm)</b>				
<b>Nad m. biceps brachii (mm)</b>				
<b>Nad crista iliaca (mm)</b>				
<b>Nad m. quadriceps femoris (mm)</b>				

### 2. Odhad podílu tuku podle určení suprailiální řasy (nad crista iliaca).

Pro běžný základní odhad podílu tuku se používá kaliperace suprailiální řasy. Důvodem je odhad kardiovaskulárních rizik spojených s břišní obezitou. Vyhledejte v tabulce procentuální odhad dle pohlaví a věku.

Tělesný tuk v % pro ženy (suprailiální řasa v mm)

Žena	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	32-33	34-36
18-20	11,3	13,5	15,7	17,7	19,7	21,5	23,2	24,8	26,3	27,7	29,0	30,2	31,3	32,3	33,1	3,9	34,6
21-25	11,9	14,2	16,3	18,4	20,3	22,1	23,8	25,5	27,0	28,4	29,6	30,8	31,9	32,9	33,8	34,5	35,2
26-30	12,5	14,8	16,9	19,0	20,9	22,7	24,5	26,1	27,6	29,0	30,3	31,5	32,5	33,5	34,4	35,2	35,8
31-35	13,2	15,4	17,6	19,6	21,5	23,4	25,1	26,7	28,2	29,6	30,9	32,1	33,2	34,1	35,0	35,8	36,4
36-40	13,8	16,0	18,2	20,2	22,2	24,0	25,7	27,3	28,8	30,2	31,5	32,7	33,8	34,8	35,6	36,4	37,0
41-45	14,4	16,7	18,8	20,8	22,8	24,6	26,3	27,9	29,4	30,8	31,1	33,3	34,4	35,4	36,3	37,0	37,7
46-5	15,0	17,3	19,4	21,5	23,4	25,2	26,9	28,6	30,1	31,5	31,8	34,0	35,0	36,0	36,9	37,6	38,3
51-55	15,6	17,9	20,0	22,1	24,0	25,9	27,6	29,2	30,7	31,1	33,4	34,6	35,6	36,6	37,5	38,3	38,9
>56	16,3	18,5	20,7	22,7	24,6	26,5	28,2	29,8	31,3	32,7	34,0	35,2	36,3	37,2	38,1	38,9	39,5
	ŠTÍHLÝ						IDEÁLNÍ		PRŮMĚRNÝ				NAD PRŮMĚREM				

Věk

Tělesný tuk v % pro muže (suprailiacální řasa v mm)

Muž	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	32-33	34-36
18-20	2,0	3,9	6,2	8,5	10,5	12,5	14,3	16,0	17,5	18,9	20,2	21,3	22,3	23,1	23,8	24,3	24,9
21-25	2,5	4,9	7,3	9,5	11,6	13,6	15,4	17,0	18,6	20,0	21,2	22,3	23,3	24,2	24,9	25,4	25,8
26-30	3,5	6,0	8,4	10,6	12,7	14,6	16,4	18,1	19,6	21,0	22,3	23,4	24,4	25,2	25,9	26,5	26,9
31-35	4,5	7,1	9,4	11,7	13,7	15,7	17,5	19,2	20,7	22,1	23,4	24,5	25,5	26,3	27,0	27,5	28,0
36-40	5,6	8,1	10,5	12,7	14,8	16,8	18,6	20,2	21,8	23,2	24,4	25,6	26,5	27,4	28,1	28,6	29,0
41-45	6,7	9,2	11,5	13,8	15,9	17,8	19,6	21,3	22,8	24,7	25,5	26,6	27,6	28,4	29,1	29,7	30,1
46-5	7,7	10,2	12,6	14,8	16,9	18,9	20,7	22,4	23,9	25,3	26,6	27,7	28,7	29,5	30,2	30,7	31,2
51-55	8,8	11,3	13,7	15,9	18,0	20,0	21,8	23,4	25,0	26,4	27,7	28,7	29,7	30,6	31,2	31,8	32,2
>56	9,9	12,4	14,7	17,0	19,1	21,0	22,8	24,5	26,0	27,4	28,7	29,8	30,8	31,6	32,3	32,9	33,3
	ŠTÍHLÝ					IDEÁLNÍ			PRŮMĚRNÝ				NAD PRŮMĚREM				

Zaneste do tabulky výsledky měření a proveďte hodnocení.

	Výsledek	Hodnocení stavu
<b>Určení procenta tělesného tuku dle suprailiacální řasy.</b>	.....	.....

### 3. Odhad podílu tuku podle Durnina a Womersleyho

Procento tělesného tuku je odvozeno ze součtu čtyř kožních řas (nad bicepsem, tricepsem, crista iliaca a pod lopatkou). Vypočítejte denzitu tukové tkáně:

$$\text{Muži: } D = 1,1765 - 0,0744 \cdot \log (\sum \text{KŘ triceps, biceps, subscapular, suprailiaca})$$

$$\text{Ženy: } D = 1,1567 - 0,0717 \cdot \log (\sum \text{KŘ triceps, biceps, subscapular, suprailiaca})$$

**Denzita tukové tkáně:**

.....

Výsledky výpočtu denzity dosadte do rovnice pro určení procenta tuku dle Durnina a Womersleyho.

$$\text{Určení \% tuku} = \left( \frac{4,95}{D} - 4,5 \right) \cdot 100$$

**Procenta tukové tkáně:**

.....

### 4. Bioimpedanční měření

Zaneste do tabulky výsledky jak z bioimpedanční váhy, tak i výsledky měření kaliperace (odhad procenta tuku dle Durnina a Womersleyho). Proveďte hodnocení dle tabulky (Tabulka 2-1).

	% tuku	Hodnocení
<b>Výsledky z bioimpedance</b>	.....	Norma/ nad normou
<b>Hodnocení tuku kaliperem</b>	.....	Norma/ nad normou
<b>Shodují se výsledky odhadu tuku kaliperací a bioimpedanční metodou? Pokud ne jaké mohou být důvody?</b>		

Tabulka 2-1 Tabulka fyziologického zastoupení tělesného tuku (%).

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

Závěr



# 3 TĚLESNÁ KOMPOZICE – MĚŘENÍ SVALOVÉ HMOTY

## Klíčová slova

Malnutrice, nutriční stav, otok.

## Pracovní část

### Potřeby

Krejčovský centimetr.

## Hodnocení a výsledky

Měřená osoba:	.....
---------------	-------

### 1. Určení středního obvodu svalstva paže (SOSP)

1. Obvod svalstva paže se měří přes její největší obvod svalstva při volně visící HK. Změřenou hodnotu korigujte podle vzorce:

$$SOSP = OP - \pi \cdot KŘT$$

kde KŘT – kožní řasa nad m. triceps brachii (cm), OP – obvod paže (cm).

Ztráta svalové hmoty	Normální osvalení	Střední úbytek	Těžký úbytek	Výsledek	Hodnocení
Žena	> 23,2 cm	14–21 cm	<14 cm		
Muž	> 25,3 cm	15–23 cm	<15 cm		

### 2. Korigovaná plocha svalstva paže (kPSP)

Přestože obvod svalstva paže obsahuje korekci na podkožní tkáň, neobsahuje korekci kosti pažní. Z těchto důvodů se udává tzv. korigovaná plocha svalstva paže. Podle níže uvedeného vzorce vypočtete korigovanou plochu svalstva paže:

Ztráta svalové hmoty		Výsledek	Hodnocení
Žena	$kPSP = \frac{(OP - \pi \cdot K\check{R}T)^2}{4 \cdot \pi} - 6,5$		
Muž	$kPSP = \frac{(OP - \pi \cdot K\check{R}T)^2}{4 \cdot \pi} - 10$		
Tabulka referenčních hodnot			
Deficit	Norma (cm <sup>2</sup> )	Střední úbytek (cm <sup>2</sup> )	Těžký úbytek (cm <sup>2</sup> )
Žena	32	25-22	<22
Muž	54	42-35	<35

## Závěr

Zhodnoťte tělesnou kompozici měřené osoby. Pokuste se vyjádřit výhody a nevýhody jednotlivých měření.

---

# 4 STANOVENÍ ENERGETICKÉHO VÝDEJE NEPŘÍMOU KALORIMETRIÍ

---

## Klíčová slova

Nepřímá kalorimetrie, přímá kalorimetrie, bazální metabolismus, klidový metabolismus, katabolismus, anabolismus, energetická bilance, dusíková bilance, energetický ekvivalent kyslíku.

## Pracovní část

### Potřeby

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

### Pracovní část

- I. Aktuální energetický výdej v klidu:
  1. Vyšetřovaná osoba ulehne na vyšetřovací lůžko, v klidové poloze zůstane 5-10 minut
  2. Pak jí vložte do úst náustek Kroghova respirometru a nasadte nosní svorku.
  3. Ventil respirometru nechte v pozici otevřeno – dýchání okolního vzduchu. Po 1-2 minutách ventil otočte o 180 stupňů – dýchání probíhá v uzavřeném systému Kroghova respirometru.
  4. Spustíte program *BAZÁLNÍ METABOLISMUS* dvojklikem na stejnojmennou ikonu na ploše.
  5. Zznamenejte klidové dýchání vleže v délce 3 minut.
  6. Otočte zpět ventilem do pozice otevřeno
  7. Osobu odpojte od spirometru
- II. Aktuální energetický výdej ve stoje:
  1. Zznamenejte dýchání v délce 3 minut u stejné vyšetřované osoby ve stoje s použitím stejného postupu připojení k respirometru – viz výše.
- III. Aktuální energetický výdej po zátěži:
  1. Vyšetřovaná osoba (po odpojení od respirometru) přechází po dobu 5 minut Masterovy schůdky. Rytmus pohybu určují úder metronomu nastaveného na frekvenci 80/min (jeden úder odpovídá jednomu kroku).
  2. V průběhu zátěže požádejte laborantku o doplnění zásoby kyslíku do respirometru. Po vykonané zátěži vyšetřovaná osoba ulehne na lůžko. Co nejrychleji napojte vyšetřovanou osobu na vnitřní okruh respirometru. Zznamenejte dýchání do respirometru ihned po zátěži opět v délce 3 minut.
  3. Uložte záznam pod názvem „bazální metabolismusXY“, kde XY odpovídá iniciálám vyšetřované osoby, typ souboru Data Chart File (\*.adicht).

## Hodnocení a výsledky

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 litrech za sekundu. Naměřené hodnoty přepočtete na příslušný objem plynu v závislosti na barometrickém tlaku, napětí vodních par a teplotě v místnosti. Z korigovaných hodnot spotřeby kyslíku vypočtete aktuální energetický výdej v jednotlivých situacích.

### Korigovaná spotřeba kyslíku $v_r$ (l/s)

Hodnoty spotřeby kyslíku (l/s) v jednotlivých situacích (klid, stoj, zátěž) zkorigujte na teplotu 0 °C a atmosférický tlak 101,325 kPa (760 mmHg) dle následujícího vzorce:

$$v_r = v_n \cdot \frac{273}{273+t} \cdot \frac{B-e}{101,325}$$

$v_n$  – naměřená spotřeba kyslíku přepočítaná na l/s

$t$  – teplota místnosti [°C]

$B$  – barometrický tlak [kPa]

$e$  – napětí vodních par [kPa] při dané teplotě v místnosti, viz Tabulka 4-1.

Tabulka 4-1 Napětí vodních par (kPa) při různé teplotě v místnosti.

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 pomocí metody nepřímé kalorimetrie vycházejí z následujících vztahů. Známe-li hodnotu spotřebovaného kyslíku v litrech za časovou jednotku ( $v_n$ , resp. korigovaná hodnota  $v_r$ ), použijeme rovnici s koeficientem středního energetického ekvivalentu kyslíku ( $EE = 20,19$  kJ/litr  $O_2$ ):

$$AEE = 20,19 \cdot v_r$$

přičemž chyba výpočtu činí asi 8 %.

Aktuální energetický výdej

Proveďte výpočet aktuálního energetického výdeje a zanepte do tabulky.

Místo pro výpočet:

Klid		Stoj		Zátěž	
$V_n$	$V_r$	$V_n$	$V_r$	$V_n$	$V_r$
.....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

## Závěr

Výsledky měření a výpočty přehledně zpracujte. Hodnoty AEE v každé situaci vyjádřete v kJ/s a v kJ/den.

---

# 5 STANOVENÍ ENERGETICKÉHO VÝDEJE VÝPOČTEM

---

## Klíčová slova

Bazální metabolismus, klidový metabolismus, katabolismus, anabolismus, energetická bilance, dusíková bilance.

## Pracovní část

### Potřeby

Váha, přístroj na měření výšky, tabulka pro výpočet aktuálního energetického výdeje.

### Pracovní část

Určení aktuálního energetického výdeje se rozpadá do několika kroků:

I. Výpočet bazálního energetického výdeje (BEE):

1. Postup při výpočtu BEE pomocí Harris-Benedictovy rovnice:

**Tabulka 5-1 Podoba rovnice v závislosti na pohlaví, přičemž:  $w$  – tělesná hmotnost v kilogramech,**

**$h$  – tělesná výška v centimetrech,  $r$  – věk v letech.**

Pohlaví	Podoba rovnice
♂	$BEE_m(kcal/den) = 66,5 + (13,75 \cdot w) + (5 \cdot h) - (6,76 \cdot r)$
♀	$BEE_z(kcal/den) = 655 + (9,56 \cdot w) + (1,85 \cdot h) - (4,68 \cdot r)$

2. Výsledek v jednotkách kcal/den převedte na kJ/den (1 kcal = 4,18 kJ, 1 kJ = 0,2388 kcal).
3. Místo pro výpočet:

II. Výpočet aktuálního energetického výdeje (AEE) vychází z následujícího vztahu

Pohlaví	Podoba rovnice
♂, ♀	$AEE = BEE \cdot AF \cdot TF \cdot IF$

Je zřejmé, že hodnota AEE vychází z BEE, který je modulovaný různými faktory uvedenými v

Tabulka 5-2. Při výpočtu ve cvičení použijte pouze faktor aktivity s výběrem možnosti „zdravý

Aktivita – AF	ležící imobilní pacient	1,1
	ležící 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 organismu – 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

lehce pracující“.

Aktivita – AF	ležící imobilní pacient	1,1
	ležící 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 organismu – 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

Tabulka 5-2 Pozn.: Při výpočtu AEE v našem cvičení použijte pouze faktor aktivity: zdravý lehce pracující.

Místo pro výpočet:



## Hodnocení a výsledky

Vypočítané vlastní hodnoty BEE a AEE vyjádřete v kJ/den.

Měřená osoba:	.....
<b>BEE</b>	<b>AEE</b>
.....kJ/d en	.....kJ/d en

Závěr