

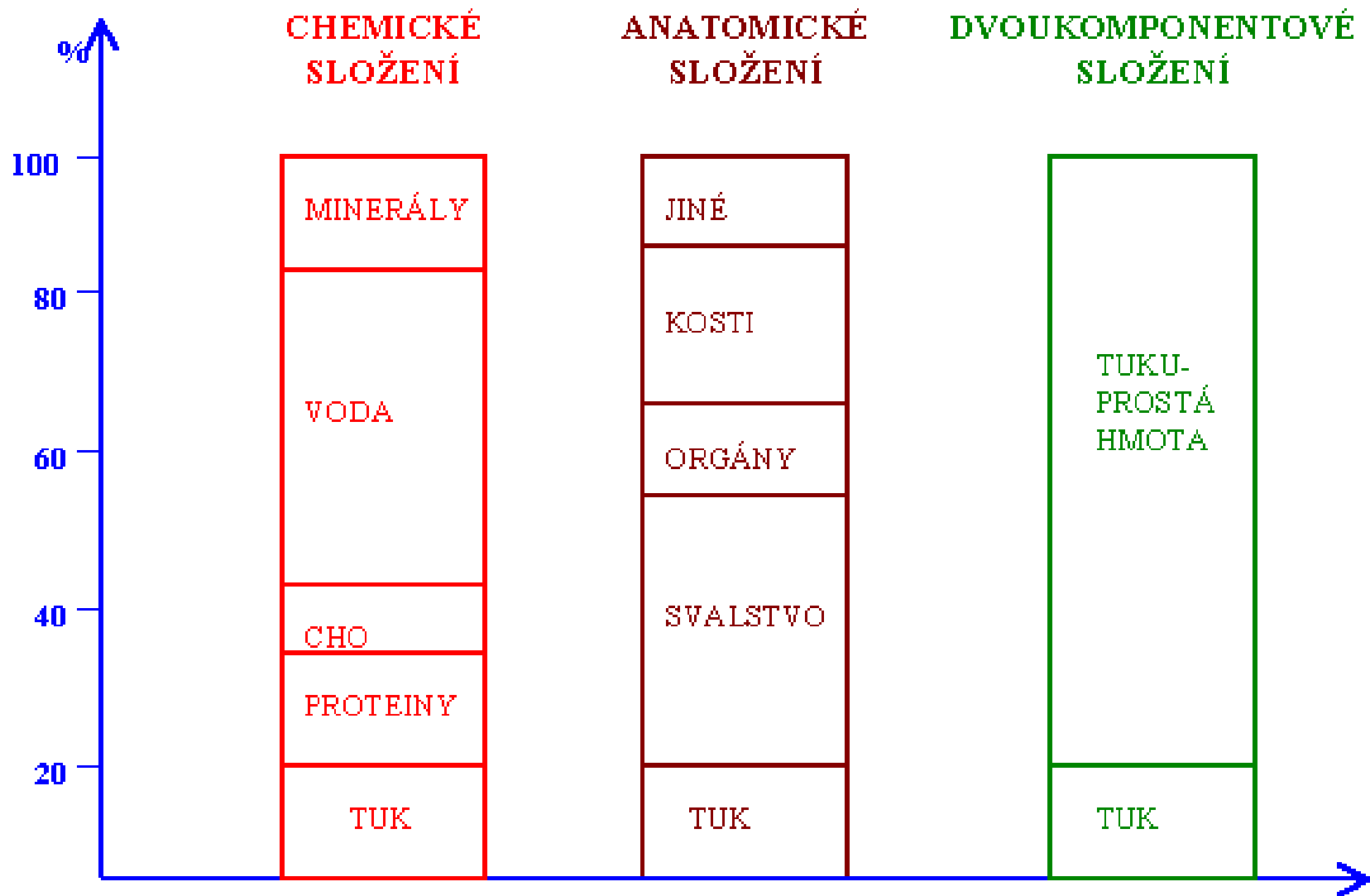
# **SLOŽENÍ LIDSKÉHO TĚLA**

# Osnova:

1. Modely složení lidského těla
2. Metody odhadu tělesného složení
3. Antropometrické metody
4. Biofyzikální metody stanovení tloušťky podkožního tuku

# 1. Modely složení lidského těla

- Při hodnocení složení lidského těla zkoumáme **podíl jeho jednotlivých komponent** na celkové tělesné hmotnosti.
- Např.:  
**tři** základní modely složení lidského těla:
  - *Chemický model*
  - *Anatomický model*
  - *Dvoukomponentový model*



# Pětiúrovňový model tělesného složení lidského těla

dle Wang, Pierson a Heymsfield,

- **Anatomický model** – lidský organismus je tvořen chemickými prvky. 98 % lidského těla je tvořeno prvky kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápník a fosfor, a zbytek.

- **Molekulární model** - hlavními komponentami, které vycházejí ze současného pojetí molekulárního modelu, jsou **voda, lipidy, bílkoviny, minerály a glykogen**. V kostní tkáni **minerály** zaujímají až 65 % hmotnosti kosti. Z celkového množství je asi 82- 85 % minerálů vázáno v kostech. Z pohledu organické chemie můžeme **lipidy** v lidském organismu dělit do několika **různých kategorií**: jednoduché lipidy (např. triglyceridy, vosky), složité lipidy (např. fosfolipidy, sfingolipidy) a odvozené lipidy jako jsou např. steroidy, mastné kyseliny a terpeny.

- **Buněčný model** – molekuly se spojují v buňky. Rozdělujeme lidské tělo do tří základních prostorů: buňky, extracelulární tekutina a extracelulární pevné látky, neboli organické a anorganické látky. Díky velkému množství všech komponent je hmotnost těla dle buněčného modelu zjednodušeně rozdělena mezi tukové buňky, ostatní buňky, extracelulární tekutinu a extracelulární pevné látky.

- **Tkáňově – svalový model** - V lidském organismu rozlišujeme tkáně **kostní, tukovou a svalovou**, které zahrnují přibližně 75 % celkové tělesné hmotnosti. Dle tkání pak rozlišujeme **system** muskuloskeletální, kožní, nervový, respirační, oběhový, zažívací, vyměšovací, reprodukční a endokrinní system.



- **Celotělový model** - vychází z antropometrických měření, jejichž výsledky pak podrobně popisují tělesnou výšku, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové a obvodové rozměry, kožní řasy, objem těla a denzitu těla vypovídající o množství zastoupené aktivní hmotě a depotním tukem.

# Klinická a antropologická praxe:

Využívá modely dvou-, tří- a čtyř komponentové.

- **Dvoukomponentový model** - model rozděluje lidské tělo na dvě základní komponenty: **tuk** (fat mass, FM) a **tukuprostou** hmotu
- **Tříkomponentový model** - tříkomponentový model v praxi rozlišuje **tuk**, **svalstvo** a **kostní tkáň**.
- **Čtyřkomponentový model** - tento model rozděluje hmotnost lidského těla na **tuk**, **extracelulární tekutinu**, **buňky** a **minerály**.

## 2. Metody odhadu tělesného složení

- Odhad provádíme pomocí **laboratorních** nebo **terénních** technik.
- Laboratorní jsou současně i referenčními hodnotami (přesnější). Náročnější (vybavení, odborníci, organizace aj.)
- Současné **nejužívanější laboratorní**: denzitometrie, hydrostatické vážení a metoda DEXA.

### 3. Antropometrické metody:

***Matiegova metoda (1921)*** – metoda odhadu anatomického složení.

- Tato metoda pracuje s hodnotami:
  - **tělesné výšky, tělesné hmotnosti, tloušťky kožních řas, tělesných obvodů a šířek kostí,**
- na jejichž základě vypočítává **procentuální podíl** tuku, svalů, kostí a reziduálního zbytku na celkové tělesné hmotnosti.

# Výpočet tělesného složení Matiegovou metodou:

Vzorec:  $m = O + D + M + R$

m ..... celková tělesná hmotnost

O ..... hmotnost kostry

M ..... hmotnost svalstva

R ..... hmotnost zbytku (např. orgánů)

- Úpravou rovnice získáme hmotnost orgánů R.

$$R = m - (O + D + M)$$

# Výpočet hmotnosti kostry:

$$O = o^2 \cdot v \cdot k_1$$

kde:

$$o = (o_1 + o_2 + o_3 + o_4) / 4$$

$o_1$  ..... šířka epikondylu humeru

$o_2$  ..... šířka dolní epifýzy femuru

$o_3$  ..... šířka zápěstí

$o_4$  ..... šířka kotníku

$v$  ..... tělesná výška(cm)

$k_1$  ..... koeficient ( $k = 1,2$ )

## Výpočet hmotnosti kůže:

$$D = d \cdot S \cdot k_2$$

$$d = \frac{1}{2} \cdot \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6}{6}$$

$d_1$  ..... kožní řasa na bicepsu paže

$d_2$  ..... kožní řasa na předloktí

$d_3$  ..... kožní řasa na kvadriceps femoris

$d_4$  ..... kožní řasa na lýtku

$d_5$  ..... kožní řasa nahrudníku

$d_6$  ..... kožní řasa nabřiše

$k$  ..... koeficient ( $k_2 = 0,13$ )

**S = povrch těla v  $\text{cm}^3$**

(Meehův vzorec k výpočtu povrchu těla)  **$12,312 \cdot \sqrt[3]{m^2}$**

**m** .... váha těla (v  $\text{cm}^2$  nebo g)

# Výpočet hmotnosti svalstva:

$$M = r^2 \cdot v \cdot k_3$$

$$r = (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) / 4$$

$r_1 - r_4$  poloměry vypočtené z obvodů

$r_1$  ... obvod paže – kožní řasa na tricepsu – kožní řasa na **bicepsu**

$r_2$ ...obvod předloktí – kožní řasa na **předloktí**

$r_3$  ... střední obvod stehna – kožní řasa na stehně

$r_4$  ... maximální obvod lýtku – kožní řasa na lýtku

$v$  ... tělesná výška (cm)

$k$ ... koeficient ( $k_3 = 6,5$ )

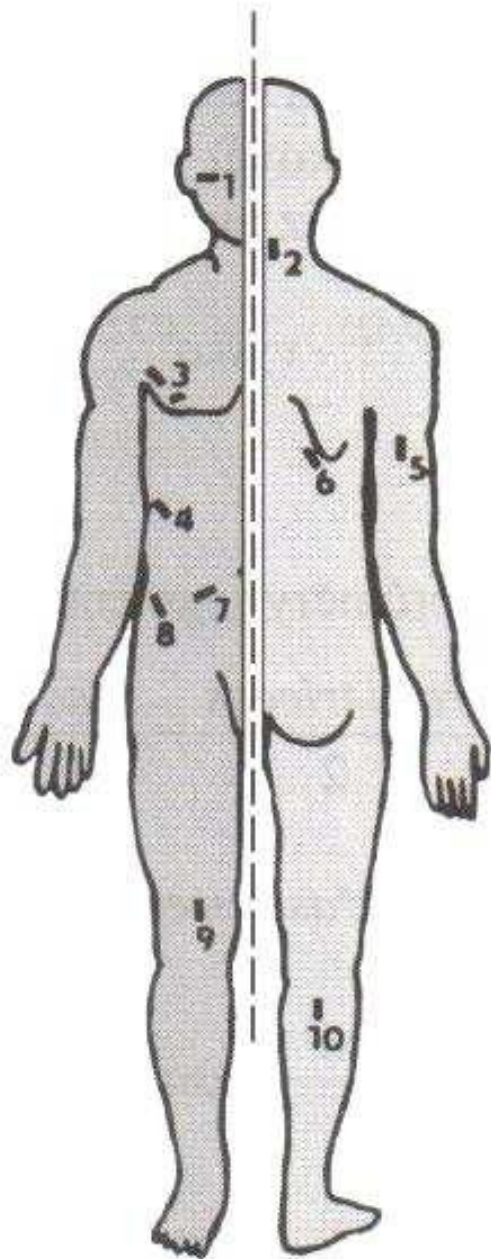


## **Metoda Pařízkové (1962) -**

Měření 10 kožních řas a následná logaritnizace

### **Kožní řasy:**

- **Tvář** - pod spánkem na spojnici tragion-alare
- **Brada** - nad jazylkou
- **Hrudník I** - na předním ohraničení axilární jámy nad okrajem m. pectoralis major
- **Paže** - nad m. triceps brachii v polovině vzdálenosti mezi akromiale a radiale
- **Záda** - pod dolním úhlem lopatky
- **Břicho** - v 1/3 vzdálenosti mezi omphalion a iliospinale anterior blíže k omphalion anterior
- **Hrudník II** - v přední axilární čáře ve výši 10. žebra
- **Bok** - nad hřebenem kosti kyčelní v průsečíku s přední axilární čarou
- **Stehno** - nad patelou
- **Lýtko** – cca 5 cm pod fossa poplitea



- |           |                  |   |
|-----------|------------------|---|
| <b>1</b>  | <b>TVÁŘ</b>      | – pod spánkem, ve výši tragu                              |
| <b>2</b>  | <b>KRK</b>       | – pod bradou, nad jazyčkou                                |
| <b>3</b>  | <b>HRUDNÍK 1</b> | – v přední axilární čáře nad m. pectoralis major          |
| <b>4</b>  | <b>HRUDNÍK 2</b> | – ve výši X. žebra, v přední axil. čáře                   |
| <b>5</b>  | <b>PAŽE</b>      | – nad tricepsem, v polovině vzdál. acromion–olecranon     |
| <b>6</b>  | <b>ZÁDA</b>      | – pod dolním úhlem lopatky                                |
| <b>7</b>  | <b>BŘICHO</b>    | – v mediální 1/3 spojnice pupek– iliospinale ant. sup.    |
| <b>8</b>  | <b>BOK</b>       | – nad hřebenem kosti kyčelní v prodloužení př. axil. čáry |
| <b>9</b>  | <b>STEHNO</b>    | – nad patelou   |
| <b>10</b> | <b>LÝTKO</b>     | – 5 cm pod fossa poplitea                                 |

Procento tělesného tuku se pak vypočítá podle následujících vztahů (x je součet 10 kožních řas):

<b>věk</b>	<b>pohlaví</b>	<b>rovnice</b>
17 - 45	muži	$%T = 28,96 \cdot \log x - 41,27$
	ženy	$%T = 35,572 \cdot \log x - 61,25$

### **Kategorie:**

Nízký  $x - 21\%$

Normální  $21\% - 27\%$

Vysoký  $27\% - x$

## 4. Biofyzikální metody stanovení tloušťky podkožního tuku

- **Radiografie** - na rtg. snímku je možné změřit průřez svalstva a kosti (využití je omezeno z důvodu nežádoucí expozice).
- **Ultrazvuk** – využívá vysokofrekvenční ultrazvukové vlny, které se odráží na hranicích mezi tkáněmi.
- **Infračervená interakce** - tato metoda je založena na absorpci a odrazu infračerveného světla. Měřená optická denzita odrážených vln je ovlivňována absorpčními vlastnostmi zkoumaných tkání.

# 5. Denzitometrie

- Denzitometrie vychází ze skutečnosti, že hodnota denzity (**hustoty**) **tukové (0,9g/cm<sup>3</sup> )** a tukuprosté, **aktivní**, resp. esenciální (**1,1g/cm<sup>3</sup>**) frakce je relativně konstantní.
- Otázka konstantní denzity netukové hmoty je přehodnocovaná, protože denzita **u dětí, starších** jedinců, příslušníků různých **ras** je **odlišná**.
- Podstatou denzitometrie je vztah:  
**hmotnost = denzita . objem.**
- Objem těla je zjišťován různými způsoby, nejčastěji využitím Archimedova zákona.

# Metody denzitometrie:

- ***Hydrostatické vážení*** - objem těla je určen na základě zvažení pod vodou s korekcí na denzitu a teplotu vody, od výsledku ještě odečítáme tzv. reziduální objem plic, který tělo samozřejmě nadnáší.
- ***Voluminometrie*** - objem těla zjišťujeme za pomoci Archimedova zákona (objem vody, která je tělem vytlačena).

# 6. Hydrometrie

- Hydrometrie se zakládá na poznatku, že voda není obsažena v rezervním tuku, ale tvoří relativně fixní frakci tukuprosté hmoty. Celková tělesná hydratace tvoří **73 %**.
  - ***Izotopy vodíku*** - se stanovují pomocí **diluční izotopové metody**, kdy se izotopy rovnoměrně rozptýlí v obsahu vody v organismu a jsou tak měřitelné.
  - ***Bioelektrická impedance (BIA)*** - tato metoda využívá rozdíl šíření **elektrického proudu** nízké intenzity v různých biologických strukturách.
  - ***Celková tělesná vodivost*** – je založena na **elektrické vodivosti** a dielektrických vlastnostech aktivní tělesné hmoty a tukové tkáni.

– ***Magnetická rezonance*** – využívá vlastností atomových jader (konkrétně **vodíku**), která se chovají jako magnety. Pokud se ocitnou pod vlivem silného vnějšího magnetického pole, dochází k orientaci atomového jádra ve směru siločar vnějšího magnetického pole.



# 7. Biofyzikální metody:

(nutné využití celotělových počítačů)

- ***Celkový tělesný draslík*** – metoda vychází z poznatku, že draslík je v těle uložen především intracelulárně a jeho množství v aktivní tělesné hmotě je konstantní.
- ***Celkový tělesný vápník*** – metoda se využívá ke kvantitativnímu hodnocení celkových kostních minerálů.
- ***Celkový tělesný dusík*** – tato metoda umožňuje odhad svalové hmoty na základě obsahu proteinů.

- ***DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry)*** – duální rentgenová absorpciometrie – měří diferenciální ztenčení dvou rtg paprsků, které procházejí organismem, rozlišuje kostní minerály od měkkých tkání, a ty rozděljuje na tuk a tukuprostou hmotu.

- **Bioelektrická impedence:**

**Multifrekvenční bioimpedanční technologie (MF-BIA) InBody** - segmentální analýzu tělesného složení, odděleně tak měří hrudník a končetiny, a je schopna měřit tekutiny mimo i uvnitř buňky.

Bipolární přístroje, tertapolární přístroje, i pro domácí použití ...

## **InBody: the world's first 4 electrodes 8-point touch type electrode method! Precise measurement and complete BIA through birth of InBody.**

In 1996, Biospace developed independent technology that could accurately calculate the water content inside and outside cells through measurement of the body trunk, arms, and legs using multi-frequency technology.

Biospace introduced the "body composition analysis" concept when the idea of "body fat" was not familiar to people. Now, many people can have a body composition test with the 'InBody.' It also spread to the domestic medical industry which was not familiar with BIA and acknowledged it for its high sensitivity. The InBody has helped enable the growth of obesity clinics and kidney internal medicine and is currently being utilized in a diverse range of medical tests.

**The InBody has been recognized for its technology  
and is being used by scholars worldwide.**



## 8. Biochemické metody:

- ***Kreatininurie*** - kreatinin je odpadní produkt metabolismu, jehož prekursorem je kreatin nacházející se především ve svalech. Je vylučován ledvinami.  
(1,2 - 1,7g / 24hod), jeho množství odpovídá množství svalstva.
- ***Celkový plasmatický kreatinin*** - vychází ze stejného předpokladu jako kreatininurie, jeho množství zjišťujeme přímo v krevní plazmě.  
(1mg kreatininu odpovídá 0,88-0,98 kg svalové hmoty).

Doporučené procentuelní zastoupení  
tělesného tuku u mužů a žen (upraveno dle  
[http://www.sport-fitness-  
advisor.com/bodyfatpercentage.html](http://www.sport-fitness-advisor.com/bodyfatpercentage.html))

Věk (roky)	< 30	30 - 50	> 50
<b>ženy</b>	14 - 21 %	15 - 23 %	16 - 25 %
<b>muži</b>	9 - 15 %	11 - 17 %	12 - 19 %

## **Tukuprostá tkáň :**

- 60% svalovina
  - 25% opěrná a pojivová tkáň
  - 15% vnitřní orgány
- 
- Odkaz na magisterskou práci, která posuzuje vybrané metody navzájem u seniorů:

<http://theses.cz/id/zxftp3/53300-314869984.doc>