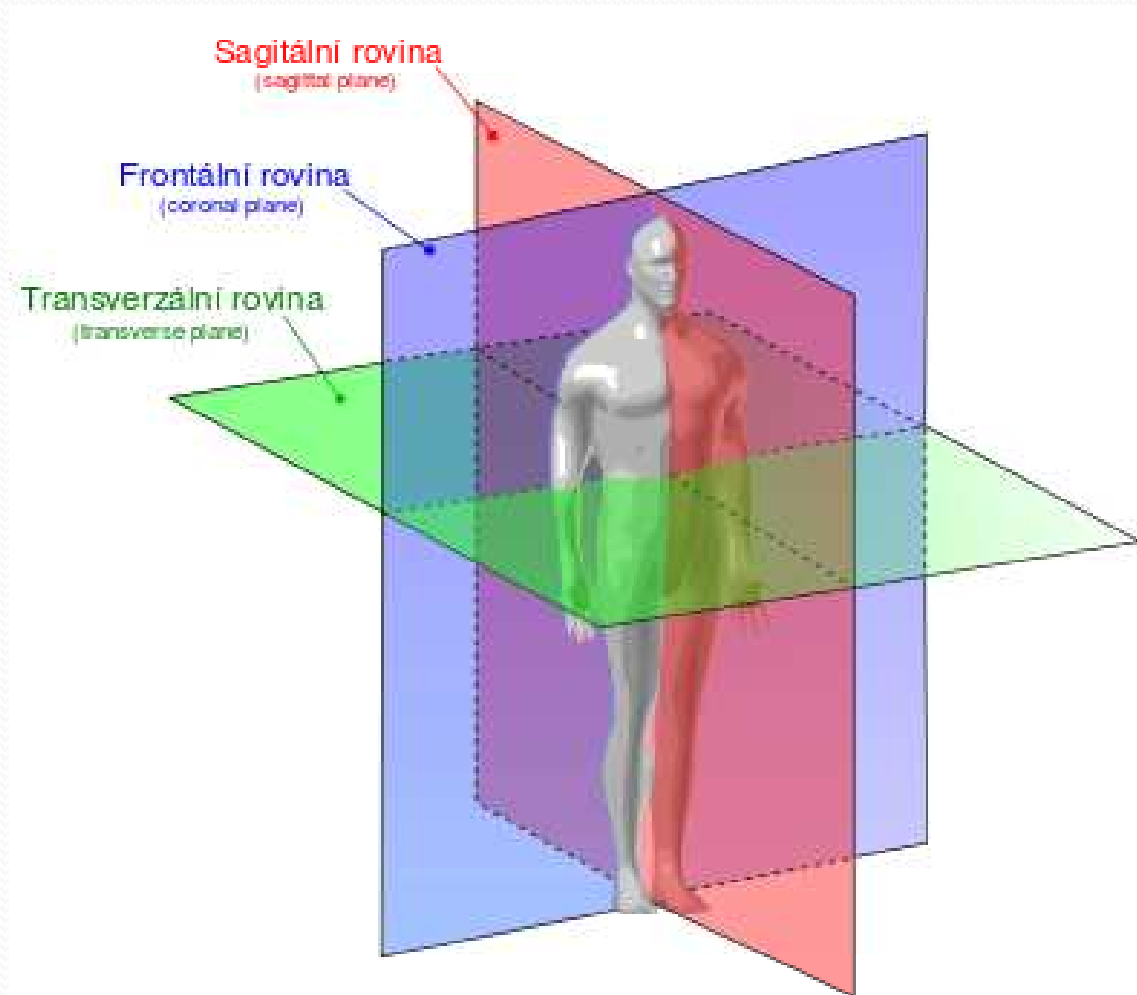


# Biologický základ biomechaniky

Geometrie lidského těla (anatomické roviny a směry, segmenty těla, hmotnost a těžiště segmentů, těžiště těla, moment setrvačnosti segmentů, kinematický řetězec)

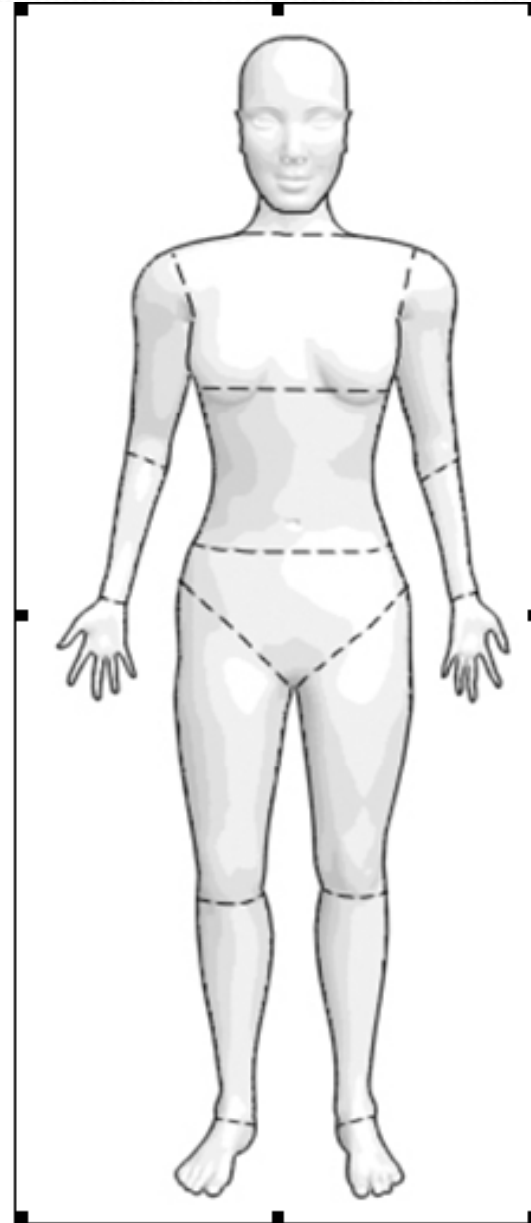
# Anatomické roviny



# Směry na těle

- Směry na trupu
- Směry kolmé na transverzální rovinu:
  - superior = horní, nahoře (proti směru gravitace)
  - inferior = dolní, dole (ve směru gravitace)
  - cranialis = nahoru směrem k hlavě
  - caudalis = dolů směrem od hlavy (směrem k ocasu - latinsky cauda = ocas)
- Směry kolmé na frontální rovinu:
  - anterior = přední, vpředu
  - posterior = zadní, vzadu
  - ventralis = přední, směrem k břišní straně
  - dorsalis = zadní, směrem k hřbetu (k zádům)
- Směry kolmé na mediánní rovinu:
  - medialis = vnitřní, směrem do středu, blíže mediánní rovině
  - lateralis = vnější, směrem od středu, dále od mediánní roviny
  - dexter = pravý
  - sinister = levý
- Směry na končetinách
  - proximalis = blíže k napojení končetiny na trup, směrem k trupu
  - distalis = dále od napojení končetiny na trup, směrem od trupu

# Segmentální struktura



# Hmotnost segmentů těla

| <b>Segment</b> | <b>Podíl segmentů z celkové hmotnosti člověka</b> |
|----------------|---|
| Hlava          | 7%  |
| Trup           | 46,4%   |
| Paže           | 2,7%  |
| Předloktí      | 1,4%  |
| Ruka           | 0,6%  |
| Stehno         | 13,4%   |
| Bérec          | 3,7%  |
| Noha           | 1,5%  |

Přesnější je metoda založená na výzkumu Zaciorského a Selujanova (1979), kteří na základě výzkumu 100 osob radioizotopickou metodou experimentálně stanovili koeficienty  $B_0$ ,  $B_1$  a  $B_2$  pro každý segment.

Pro vyjádření hmotnosti daného segmentu pak platí jednoduchá rovnice

$$m_i = B_{0i} + B_{1i} \cdot m + B_{2i} \cdot v \quad \text{kde}$$

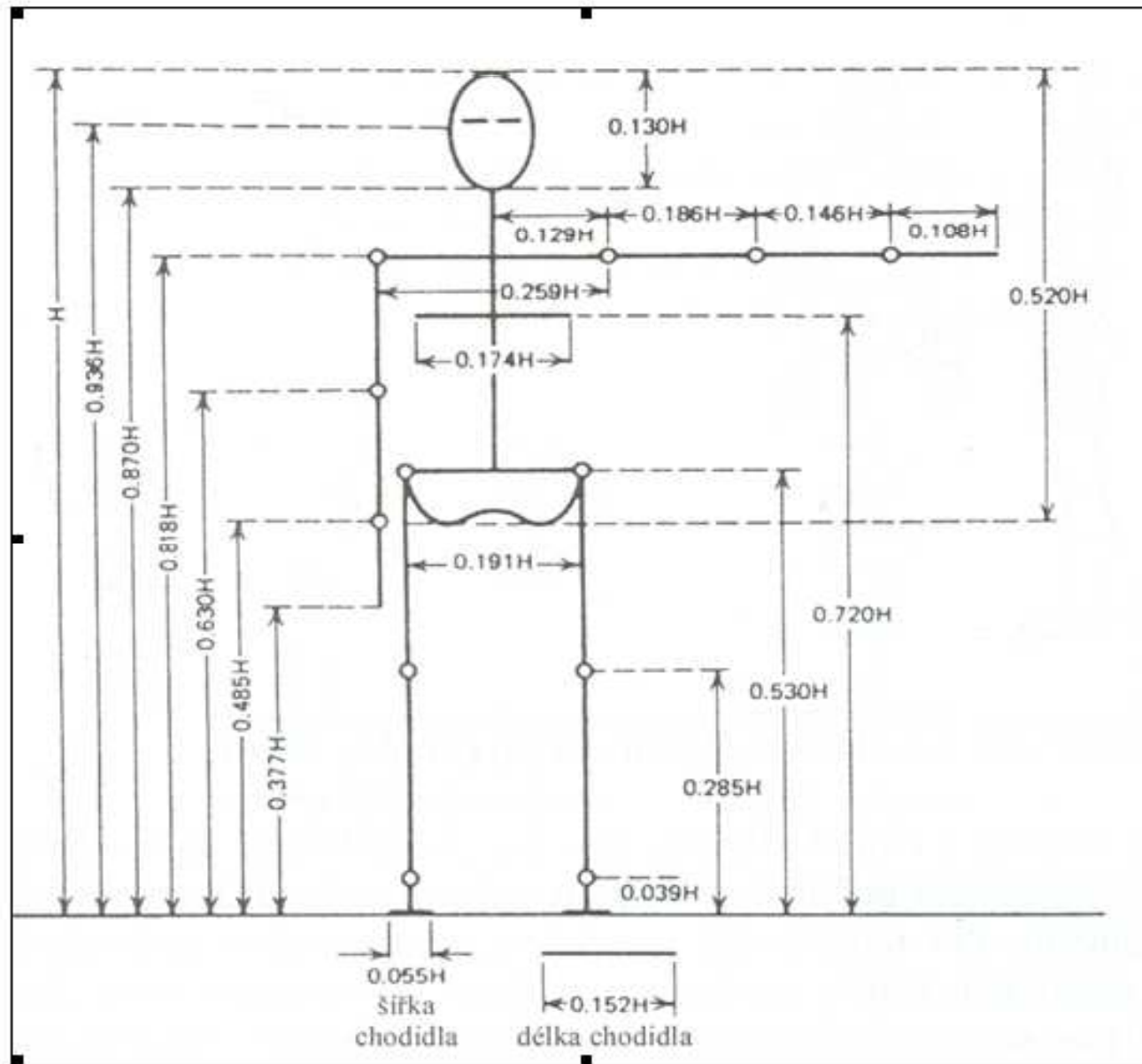
$m$  (kg) je celková hmotnost

$v$  (cm!) je výška pokusné osoby.

Segmentů uvažují autoři 10, protože trup kvůli jeho výrazné nehomogenitě dělí na tři části – horní, střední a dolní.

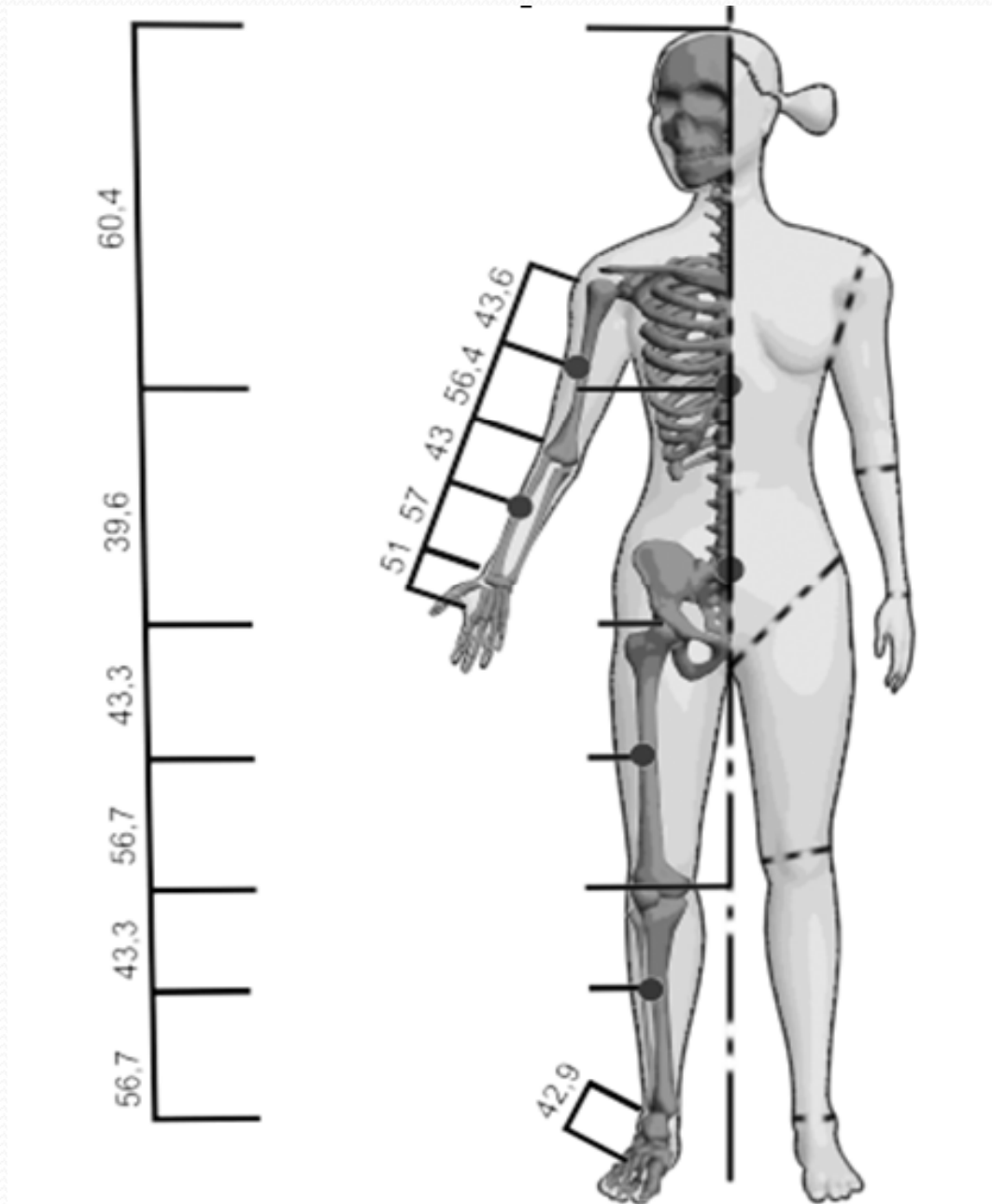
| název segmentu      | $B_0$ (kg) | $B_1$   | $B_2$ (kg.cm <sup>-1</sup> ) |
|---------------------|------------|---------|------------------------------|
| hlava               | 1,296      | 0,0171  | 0,0143                       |
| trup - horní část   | 8,2144     | 0,1862  | -0,0584                      |
| trup - střední část | 7,181      | 0,2234  | -0,0663                      |
| trup - dolní část   | -7,498     | 0,0976  | 0,04896                      |
| stehno              | -2,649     | 0,1463  | 0,0137                       |
| bérec               | -1,592     | 0,03616 | 0,0121                       |
| noha                | -0,829     | 0,0077  | 0,0073                       |
| nadloktí            | 0,25       | 0,03013 | -0,0027                      |
| předloktí           | 0,3185     | 0,01445 | -0,00114                     |
| ruka                | -0,1165    | 0,0036  | 0,00175                      |

# Rozměry segmentů těla



Obr. 3 Relativní hodnoty segmentů (Winter, 1990 in Janura, 2003),  $H$  = výška těla

# Těžiště – segmentální x centrální

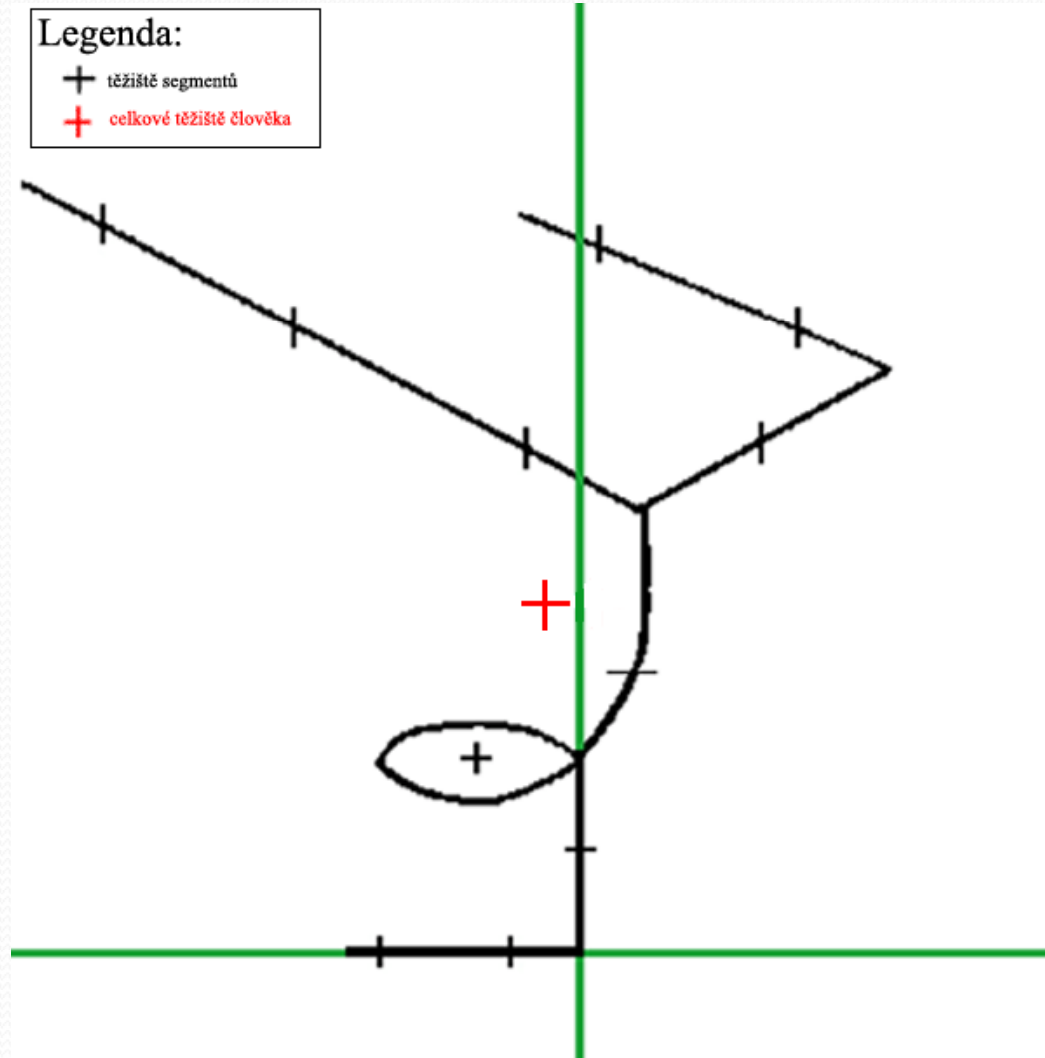




$$x_T = \frac{\sum_{i=1}^n x_{Ti} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$y_T = \frac{\sum_{i=1}^n y_{Ti} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$z_T = \frac{\sum_{i=1}^n z_{Ti} \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$



## Výpočet momentů setrvačnosti segmentů těla dle Zaciorského a Selujanova, 1979

frontální rovina

| segment            | $B_0$ [kg.cm <sup>2</sup> ] | $B_1$ [kg.cm <sup>2</sup> ] | $B_2$ [kg.cm] |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|
| noha               | -100                        | 0,48                        | 0,626         |
| bérec              | -1105                       | 4,59                        | 6,63          |
| stehno             | -3557                       | 31,7                        | 18,61         |
| ruka               | -19,5                       | 0,17                        | 0,116         |
| předloktí          | -64                         | 0,95                        | 0,34          |
| nadloktí           | -250,7                      | 1,56                        | 1,512         |
| hlava              | 78                          | 1,171                       | 1,519         |
| vrchní část trupu  | 81,2                        | 36,73                       | -5,97         |
| střední část trupu | 18,5                        | 39,8                        | -12,87        |
| spodní část trupu  | 1568                        | 12                          | 7,741         |

$$J_3 = B_0 + B_1 m + B_2 v \quad (\text{kg.cm}^2)$$

kde  $m$  (kg) je celková hmotnost  
a  $v$  (cm!) je výška pokusné osoby.

# Tělo jako soustava těles

- Kinematická dvojice – pohyblivé spojení dvou sousedních segmentů
- Kinematický řetězec – tři a více segmentů
  - Jednoduchý – každý segment je členem jedné nebo dvou kinematických dvojic
  - Složený – některý ze segmentů je členem více než dvou kinematických dvojic
  - Otevřený – netvoří smyčku – některé členy řetězce jsou připojeny pouze jednou kinematickou dvojicí
  - Uzavřený – tvoří smyčku – každý člen připojený nejméně dvěma kinematickými dvojicemi
- Biomechanismus – uzavřený kinematický řetězec, jehož členem je „rám“

# Tělo jako soustava těles

- Kinematická dvojice
- Kinematický řetězec
- Biomechanismus

