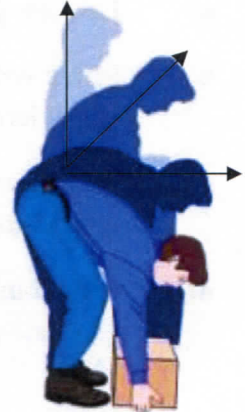


## ELT-61150 Ihmisen fysikaaliset ominaisuudet

Tentti 11.5.2017 / Juha Nousiainen

Oma laskin on sallittu.

1. Henkilö nostaa oheisen kuvan mukaisesti aluksi selkälihasten ja sitten jalan ojentajalihasten avulla selkä suorana painavaa taakkaa. Mallinnetaan koko ylävartaloa (torso, pää ja yläraajat) yhtenä jäykkänä kappaleena, jonka pituus on  $L=65$  cm. Koko ylävartalon massa on 50 kg, ja sen massakeskipiste sijaitsee 45 cm etäisyydellä ristiselän alimmasta nikamasta, jonka suhteen selkä kääntyy. Taakan massa on 20 kg, ja siihen vaikuttava maan vetovoima vaikuttaa vapaakappaleen yläpäähän etäisyydellä  $L=65$  cm ristiselästä. Oletetaan, että selän ojentajalihaksen voima  $M$  vaikuttaa ylävartalon massakeskipisteeseen, ja sen suunta muodostaa 10 asteen kulman suoran selkärangan kanssa. Ristiselkään vaikuttaa reaktiovoima  $R$ . (max. 20 p.)



Tarkastellaan kahta tilannetta, joissa selkäranka muodostaa kulman  $\Phi=90^\circ$  (vaakasuora) ja  $45^\circ$  (viisto) pysty akselin suhteen.

Poor lifting technique

- a) **Piirrä** vapaakappalekuva nostotilanteesta, siinä vaikuttavista voimista ja vääntömomenteista tilanteesta, jossa selkäranka muodostaa 45 asteen kulman yläviistoon.
- b) **Ratkaise ja esitä tulokset taulukkona**, kuinka suurina ovat lihasvoima  $M$  ja reaktiovoima  $R$  em. kahdella nostokulman arvolla (eli  $M$  ja  $R$  selän nostokulman funktiona).

**Päättele**, kuinka suurina lihasvoima  $M$  ja reaktiovoima  $R$  ovat nostettaessa selkä pystysuorassa.

2. **Vastaa lyhyesti** pääpiirteissään seuraaviin kysymyksiin (max. 20 p.):
- a) **Vertaile lyhyesti** kävelyn ja juoksun kinematiikkaa (liike).
- b) **Vertaile lyhyesti** luun ja jänteen mekaanisia ominaisuuksia liikunnan kannalta
- c) **Vertaile lyhyesti** konsentrista ja eksentristä lihasaktiivisuutta.
- d) Aineenvaihdunnan tuottama lämpö voi poistua kehosta monella tavalla. **Vertaile lyhyesti** kahdessa tilanteessa, juokseminen kesähelteessä ja uiminen viileässä vedessä, millä fysikaalisilla mekanismeilla lämpö poistuu kehosta ympäristöön ja mitkä tekijät siihen vaikuttavat.

**Tehtävät 3 ja 4 toisella sivulla**

3. **Verenkierto.** (vastaa lyhyesti muutamalla lauseella kuhunkin kohtaan) (max. 20 p.)
- Luettele ja selitä** tekijöitä, jotka vaikuttavat veren viskositeettiin.
  - Miten** voi arvioida verenvirtauksen pyörteisyyttä ja mikä merkitys pyörteisyydellä on verenkierrolle?
  - Selvitä, mitä tarkoittaa** valtimoiden komplianssi ja mikä sen merkitys on verenkierron fyysikaalisen toiminnan kannalta.
  - Selvitä mitä tarkoittaa** verisuonten virtausvastus ja mikä sen merkitys on verenkierron fyysikaalisen toiminnan kannalta.

4. Tarkastellaan jättiläismustekalan hermosolua, jossa on mitattu lämpötilassa  $T=6\text{ }^{\circ}\text{C}$  solun lepotilan aikana seuraavat solun sisäiset ja ulkoiset ionikonsentraatiot (mM) sekä solukalvon suhteelliset ioniläpäisevyydet eri ioneille (max. 25 p.):

Ioni	Sisäpuoli	Ulkopuoli	Läpäisevyys
$\text{Na}^+$	50	440	0,04
$\text{K}^+$	400	20	1

- Ratkaise**  $\text{Na}^+$ - ja  $\text{K}^+$ -ionin *Nernstin jännite* sekä *solukalvon kalvojännite*.
- Ratkaise**, kuinka suuri on likimain solun sisäisen nesteen  $\text{Cl}^-$  -pitoisuus, kun solun ulkopuolisen nesteen Cl-ionipitoisuus on 560 mM ja solukalvo läpäisee hyvin Cl-ioneja.
- Kuvaile** (esim. nuolien suunnan ja paksuuden avulla), millainen sähkökemiallinen nettovoima (gradientti) vaikuttaa kuhunkin ioniin (Na, K, ja Cl) solun lepotilan aikana.
- Selitä lyhyesti**, mitä tarkoittaa käsite *aksonin karakteristinen pituus* ja mitä merkitystä sillä on hermosolun toiminnan kannalta.

Kaavakokoelma

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad E_k = \frac{1}{2}mv^2; E_p = mgh \quad \Delta x = v_i t + \frac{1}{2}at^2$$

$$GSI = a^{2,5} t_{coll}; a = \frac{\Delta v}{t_{coll}} = \frac{1+e}{t_{coll}} v_i \quad S = \frac{1}{2}at^2 \quad H = \frac{v_{T0}^2}{2g}$$

$$v_f = v_i + at$$

$$\tau = \vec{r} \times \vec{F}; \tau_z = rF \sin \Theta$$

$$F = -kx, \frac{F_{applied}}{A} = \frac{kL_0 L - L_0}{A L_0} \quad \sigma = F/A \quad Y = \frac{kL_0}{A} \quad PE = \frac{1}{2}k(L - L_0)^2$$

$$\sigma = Y\epsilon \quad \epsilon = \frac{L - L_0}{L_0}$$

$$\Delta U = Q_{met} + Q_{loss} - W. \quad Q = Q_{met} + Q_{loss}:$$

$$\frac{1}{A} \frac{dQ}{dt} = -K \frac{dT}{dx} \sim -K \frac{\Delta T}{\Delta x}. \quad \Delta T = \frac{Q}{mc} \quad BMR = cm_b^{3/4} \quad 1 \text{ kcal} = 4.2 \text{ kJ}$$

$$R = \epsilon \sigma T^4 \quad -\left(\frac{dQ}{dt}\right)_{loss} = RA = \epsilon_{skin} \sigma T_{skin}^4 A_{skin} \quad -\frac{1}{A} \left(\frac{dQ}{dt}\right)_c = h_c(T_{skin} - T_{air})$$

$$\Delta P = \frac{T}{R} \quad \text{or} \quad T = R(\Delta P) \quad \Delta P = \frac{2w\sigma}{R} = \frac{2T}{R} \quad Re = \frac{\rho u^2}{\eta u/d} = \frac{\rho u d}{\eta} = \frac{ud}{\nu}$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho u_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho u_2^2 + \rho g y_2$$

$$W = \int_{L_i}^{L_f} F dL = \int_{L_i}^{L_f} (F/A)(A dL) = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

$$R_{flow} = \frac{\Delta P}{Q} \quad C_{flow} = \frac{\Delta V}{\Delta P} \quad P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\eta L} (P_1 - P_2) \quad V(P) = V_d + C_{flow} P. \quad P_{sa}(t) = P_{systole} e^{-t/\tau} \quad \tau = RC$$

$$Z = \rho v_s \quad R_{refl} = \frac{I_r}{I_i} = \frac{P_r^2/2Z_1}{P_i^2/2Z_1} = \frac{P_r^2}{P_i^2}$$

$$n_1 \theta_1 = n_2 \theta_2$$

$$= \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2}\right)^2 = \left(\frac{1 - Z_2/Z_1}{1 + Z_2/Z_1}\right)^2$$

$$f = \frac{n_j}{\sum_{i=1 \text{ to } j-1} P_{i,i+1}}$$

$$V_i = -\frac{kT}{q} \ln \frac{[C]_i}{[C]_o} \quad k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$q = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$I_i = g_i (V_m - V_i) \quad V_m = \frac{\sum g_i V_i}{\sum g_i}$$

$$V_m = -\frac{kT}{q} \ln \frac{p_K [K^+]_i + p_{Na} [Na^+]_i + p_{Cl} [Cl^-]_o}{p_K [K^+]_o + p_{Na} [Na^+]_o + p_{Cl} [Cl^-]_i}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{r_m}{r_i + r_o}} \approx \sqrt{\frac{r_m}{r_i}} \quad I_j = \frac{\Delta V_{th}}{R_m (1 - e^{-t/\tau})}$$