

ELT-61150 Ihmiskehon fysikaaliset ominaisuudet

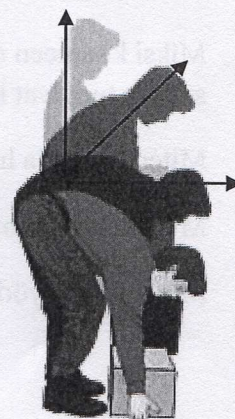
Tentti 14.5.2014 / Juha Nousiainen

Oma laskin on sallittu.

1. Henkilö nostaa oheisen kuvan mukaisesti selkälihasten 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 .

Tarkastellaan kolmea tilannetta, joissa selkäranka muodostaa kulman $\Phi=90^\circ$, 45° ja 0° pysty akselin suhteen.

- a) **Piirrä** vapaakappalekuva nostotilanteesta, siinä vaikuttavista voimista ja vääntömomenteista tilanteessa, jossa selkäranka muodostaa 45 asteen kulman yläviistoon.
- b) **Ratkaise ja esitä tulokset taulukkona**, kuinka monikertaisia lihasvoima M ja reaktiovoima R ovat nostettavaan kokonaiskuormaan (eli ylävartalon paino + taakan paino) verrattuna em. kolmella nostokulman arvolla (eli M ja R selän nostokulman funktiona).



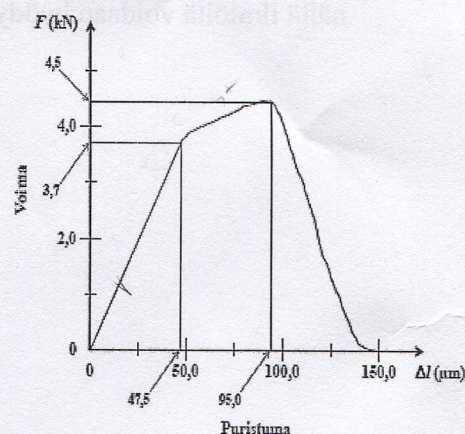
Poor lifting technique

Tulkitse tuloksia turvallisuuden kannalta.

2. Luunäytettä on koestettu puristamalla sitä kasvavalla voimalla F ja mittaamalla puristuma Δl . Testin tulokset on esitetty viereisessä kuvassa. Sylinterimäisen luunäytteen pituus oli 20 mm ja halkaisija 10 mm.

- a) **Määritä** oheisen kuvan avulla kyseisen luunäytteen

- elastinen alue,
- plastinen alue,
- kimmokerroin (Young's modulus),
- myötölujuus (yield stress, YS),
- murtolujuus (ultimate tensile stress, UTS)
- maksimaalinen venymä (ultimate percent elongation, UPE)



- b) **Sovella** em. testituloksia juoksevaan henkilöön, jonka sääriluuhun kohdistuu maksimissaan 6000 N voima. Sääriluun pienin poikkipinta-ala on 3 cm^2 . **Kuinka paljon** sääriluu enintään lyhenee kantakontaktin aikana, kun sen lepopituus on 50 cm.

3. Ajatellaan, että ihmisen fyysistä suorituskykyä voidaan kuvata niin, että suoritetaan mekaanista työtä mahdollisimman voimakkaasti ja nopeasti. **Tarkastele** tuki- ja liikuntaelimestön (luusto ja lihakset) toimintaa ja suorituskykyä sellaisten biofysikaalisten ja fysiologisten tekijöiden avulla, jotka vaikuttavat siihen, että voidaan tehdä mekaanista työtä mahdollisimman tehokkaasti. **Jaottele** tekijöitä eri ryhmiin ja **luettele** yksittäisiä tekijöitä listana allekkain, ja **kerro lyhyesti**, miten ne vaikuttavat suorituskykyyn.
4. **Vastaa muutamalla lauseella** (kuhunkin) seuraaviin kysymyksiin:
- a) Miksi tuulisella säällä tuntuu kylmemmältä kuin tuulettomalla säällä, ja miksi ilman suhteellisen kosteuden ollessa korkeampi tuntuu kuumemmalta, vaikka ilman lämpötilan olisikin sama?
 - b) Miksi kuumeen noustessa tuntuu, että paleltaa ja kuumeen noustessa, että hikoiluttaa, ja miksi sormet tuntuvat kylmiltä viileässä ja lämpöisiltä lämpimässä ilmassa?
 - c) Miten rasvat ja hiilihydraatit eroavat toisistaan kehon energianlähteinä?
 - d) Mitä tarkoittaa metabolinen ekvivalentti (MET)?
 - e) Miten keho hyödyntää fyysisen rasituksen aikana kehon erilaisia energiavarastoja?
- 5.
- a) Miten ultraääniäalto käyttäytyy fysikaalisesti kudoksissa ja miten näitä ilmiöitä voidaan hyödyntää lääketieteellisissä tutkimuksissa?
 - b) Miten kehon ulkopuolelta kehoon syötetty sähkövirta kulkee kehon kudosten läpi ja miten näitä ilmiöitä voidaan hyödyntää lääketieteellisissä tutkimuksissa?

ELT-61150 Ihmiskehon fysikaaliset ominaisuudet
Kaavakokoelma 2014

$$v_f = v_i + at \quad \Delta x = v_i t + \frac{1}{2}at^2 \quad e = -\frac{v'_1 - v'_2}{v_1 - v_2} \text{ GSI} = \left(\frac{\Delta v}{gt_{\text{coll}}}\right)^{2.5} t_{\text{coll}}$$

$$\frac{F_{\text{applied}}}{A} = \frac{kL_0}{A} \frac{L - L_0}{L_0} \quad \sigma = Y\epsilon$$

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

$$\Delta T = \frac{Q}{mc} \quad \frac{1}{A} \frac{dQ}{dt} = -K \frac{dT}{dx} \sim -K \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad \frac{dR}{dt} = \frac{d(\text{ME})}{dt} - \frac{dQ_{\text{met}}}{dt}$$

$$I(\lambda, T) d\lambda = \frac{2hc^2\epsilon/\lambda^5}{\exp(hc/\lambda k_B T) - 1} d\lambda \quad R = \epsilon\sigma T^4$$

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

$$-\frac{1}{A} \left(\frac{dQ}{dt}\right)_{\text{total}} = -\frac{1}{A} \left(\frac{dQ}{dt}\right)_r - \frac{1}{A} \left(\frac{dQ}{dt}\right)_c \quad -\frac{1}{A} \left(\frac{dQ}{dt}\right) = K \frac{dT}{dx} \sim K \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$Z = \rho v_s \quad R_{\text{refl}} = \frac{I_r}{I_i} = \frac{P_r^2/2Z_1}{P_i^2/2Z_1} = \frac{P_r^2}{P_i^2} \\ = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2}\right)^2 = \left(\frac{1 - Z_2/Z_1}{1 + Z_2/Z_1}\right)^2$$

$$\omega_L = \gamma B_0 \quad I_x = I_0 e^{-\mu x} = I_0 e^{-\frac{\mu}{\rho} x \rho}$$

$$\text{SAR} = \frac{\sigma E}{\rho} = \frac{J^2}{\sigma \rho}$$