

$$V\text{-mom} \quad r'is = 0$$

$$\Sigma T_x = 0 = R_x - M \cos(\alpha - \alpha)$$

ELT-61150 Ihmiskehon fysikaaliset ominaisuudet

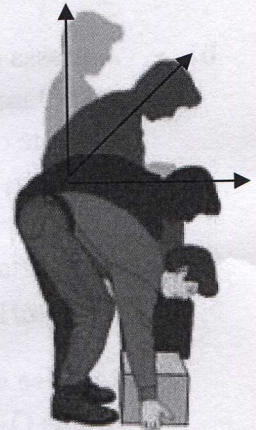
Tentti 21.5.2015 / Juha Nousiainen

M =

$$\Sigma F_y = R_y - G_m - G_T - M \cos(\gamma - \alpha)$$

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 yläpään 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 .



Poor lifting technique

Tarkastellaan kolmea tilannetta, joissa selkäranka muodostaa kulman $\Phi=90^\circ$ (vaaka-), 45° (viisto-) ja 0° (pystyasento) pysty akselin suhteen.

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

Tulkitse tuloksia turvallisuuden kannalta.

- 2.a) **Selvitä**, kuinka yhdensuuntaiset ja sulkamaiset lihakset eroavat toisistaan voiman ja liikkeen kehittämisen suhteen.

- b) **Selvitä**, kuinka konsentrinen ja eksentrinen lihastyö eroavat toisistaan.

- c) **Selvitä**, kuinka luun ja jänteen biomekaaniset ominaisuudet eroavat toisistaan. *työntävä / vetävä* elast, voiman absorptio,

- d) **Selvitä**, kuinka kehon tuottaman hukkalämmön poisto eroaa lepotilan ja fyysisen rasituksen, esim. pyöräilyn aikana. *nopea paljon, hikoilu 80% , sormet kuumat heng 5*

normi

hikoilu 5%

heng 10%

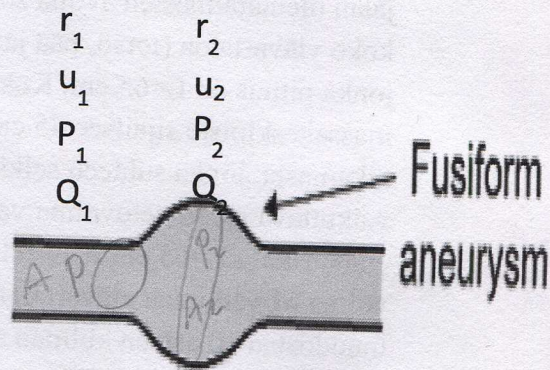
sormet kylmät

Tehtävät 3 ja 4 toisella sivulla

3.a) **Selvitä**, miten voit biofysikaalisesti kuvata verenpaineen muutoksen valtimoista laskimoihin systeemissä verenkierrossa.

b) Aortassa on oheisen kuvan mukainen sukkulamainen laajentuma, jossa valtimon sisäsäde on kasvanut terveen suonen normaalista arvosta $r_1 = 1,25$ cm sairaan suonen arvoon $r_2 = 1,3r_1$. Terveessä suonessa on mitattu olevan verenvirtausnopeus $u_1 = 0,4$ m/s ja verenpaine $P_1 = 100$ mmHg. Veren tiheys $\rho = 1,060$ kg/m³.

Bernoulli



Ratkaise valtimolaajentuman kohdalla oleva veren virtaus Q_2 , veren virtausnopeus u_2 , ja verenpaine P_2 , sekä kuinka suuri vetojännitys T_2 kohdistuu suonen seinämään.

c) **Selvitä**, millainen on verenkierron Windkessel-malli.



4. Tarkastellaan jättiläismustekalan hermosolua, jossa on mitattu lämpötilassa $T=6$ °C solun lepotilan aikana seuraavat solun sisäiset ja ulkoiset ionikonsentraatiot (mM) sekä solukalvon suhteelliset ioniläpäisevyydet eri ioneille:

Ioni	Sisäpuoli	Ulkopuoli	Läpäisevyys
Na^+	50	440	0,04
K^+	400	20	1
Cl^-	52	560	0,45

a) **Ratkaise** kunkin ionin tasapainojännite sekä solukalvon kalvojännite.

Nernst

Goldman

b) **Kuvaile**, millainen sähkökemiallinen voima (gradientti) vaikuttaa kuhunkin ioniin sekä millainen ionivirta solukalvon läpi kustakin ionista muodostuu.

$\text{Na} \rightarrow \text{den pol} \rightarrow -$
 $\text{K} \rightarrow \text{re pol} \rightarrow +$

c) Hermosolu ärsyyntyvyysherkkyttä tutkitaan siten, että sitä ärsytetään sähkövirralla, jonka voimakkuutta ja kestoja muutetaan. **Kuvaa** ja **selvitä**, kuinka (kuvaaja) ja miksi (peruste) kynnysjännitteen saavuttamiseksi tarvittava ärsytysvirran voimakkuus riippuu ärsytysvirran syötön kestosta.