



TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

JAAN PÄRNAT

VERERINGE JA HINGAMISSÜSTEEMI TALITLUS  
NING HAPPE-LEELISE TASAKAALU MUUTUSED  
KASVAVATE KOORMUSTE TINGIMUSTES

V ä i t e k i r i  
meditsiinikandidaadi teadusliku kraadi  
taotlemiseks

*Juhendajale siigava lugupidamisega.*

*vabruar, 1971.*

J u h e n d a j a :  
dots.,biol.-kand.  
ATKO VIRU

Tartu 1970

## SISUKORD.

lk.

### SISSEJUHATUS.

7

#### A. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.

I Energiavahetuse üldi-  
sed alused kehalisel  
tööl.

9

II Sportlikku saavutus-  
võimet määravad tegu-  
rid vastupidavusala-  
del.

1. Organismi aeroob-  
ne töövõime.

16

2. Organismi anaeroob-  
se töövõime näita-  
jad, nende määrami-  
ne.

25

3. Kehalise töövõime  
näitajad <sup>PWC</sup> 150 ja <sup>PWC</sup> 170.

35

III Organismi talitlus  
kasvavate koormuste  
tingimustes.

1. Südame-vereringe süsteemi talitlus.	39
2. Hingamisseüsteemi talitlus ja gaasivahetus kasvavate kooruste puhul.	50
3. Happe-leelise taaskaala näitajad kasvavate kooruste tingimustes.	55
PROBLEEMIST.	62

B. METOODIKA.

I <u>Vaatlusaluste iseloomustus.</u>	64
II <u>Vaatluste korraldus ja kasutatud aparaatid.</u>	65
III <u>Statistilise analüüsi meetodid.</u>	73
IV <u>Töös kasutatud sümbolid ja lühendid.</u>	74

C. VAATLUSTE TULEMUSED.

I. <u>Sportlaste rühm.</u>	
----------------------------	--

1. Hingamissüsteemi talitluse ja gaasivahetuse näitajad. 77
2. Südame-veresoonekonna talitluse näitajad. 81
3. Vere koostise näitajad 85
4. Lihaste anaeroobne võimsus. 88
5. Hapnikulae määramine kasvavate koormustega lõpuspurdi kasutamisel. 89
6. Näitajatevahelised korrelatiivsed seosed. 91
7. Faktoranalüüsi tulemused. 96

## II Spordiga mittetegelejate

### rühm.

1. Hingamissüsteemi talitluse ja gaasivahetuse näitajad. 100

2. Südame-veresoonekonna talitluse näitajad. 105
3. Vere koostise näitajad. 109
4. Lihaste anaeroobne võimsus. 111
5. Näitajatevahelised korrelatiivsed seosed. 112
6. Faktoranalüüsi tulemused 116

D. TULEMUSTE ANALÜÜS JA ARUTLUS.

I Kaheminutiliste kasvavate koormuste kasutamise organismi funktsionaalse seisundi hindamisel. 120

II Organismi funktsionaalse seisundi näitajad kasvavate koormuste tingimustes.

1. Südame-veresoonekonna talitluse näitajad. 124
2. Hingamissüsteemi talitluse ja gaasivahetuse näitajad. 133

3. Vere koostise näitajad.

140

III Aeroobse ja anaeroobse  
töövõime näitajad kasvavate koormuste puhul.

144

E. KOKKUVÕTE.

153

JÄRELDUSED.

162

KIRJANDUS.

165

TABELID.

## S I S S E J U H A T U S.

Treeninguprotsessi õigel juhtimisel osutub sageli vajalikuks sportlase kehalise ettevalmistuse hindamine ning sportlikku saavutusvõimet määravate põhiliste faktorite väljaselgitamine.

Olenevalt spordialast ja sooritatavast kehalisest pingutusest, omandab suurema osatähtsuse organismi ühe või teise organsüsteemi funktsionaalne seisund. Kui jõu- ja kiirusharjutustel on sportlik saavutusvõime suurel määral seoses liigutusaparaadi ja närvisüsteemi funktsionaalse seisundiga, siis vastupidavalaladel on tähtsamal kohal hingamise ja vereringe funktsionaalne seisund. Esimesel juhul vabaneb energia kehalisel tööl peamiselt aeroobsetest protsessidest, teisel juhul saavutab ülekaalu anaeroobne ainevahetus.

Organismi aeroobse ja anaeroobse töövõime hindamisel leiavad kaasaja spordimeditsiinis kasutamist mitmesugused funktsionaalsed proovid ja testid. Kui ühede uurimismeetodite abil hinnatakse kehalist töövõimet laboratooriumides, siis teised leiavad kasutamist loomuliku sportliku tegevuse tingimustes. Seejuures palju-

de funktsionaalsete proovide kasutamist igapäevases spordipraktikas takistab meetodite komplitseeritus ja uuringute liigne kestus.

Üheks võimaluseks aeroobse ja anaeroobse töövõime hindamiseks suhteliselt lühikese ajakuluga on kasvavate koormuste kasutamine. Paljude autorite uuringud näitavad, et iga viie-kuue minuti järel suurendatavate koormuste meetodil saab määrata hapnikulage ning on võimalik hinnata organismi anaeroobset töövõimet. Seoses sellega tekib aga küsimus, kas suhteliselt lühiajalisi kasvavaid koormusi on samuti sobiv kasutada organismi funktsionaalse seisundi hindamisel?

Funktsionaalsetel uuringutel saadav informatsioon treenituse kohta sõltub oluliselt sellest, milliseid näitajaid kasutatakse. Seepärast on küllalt tähtis välja selgitada need füsioloogilised näitajad, mis oluliselt peegeldavad organismi funktsionaalset seisundit. Üheks võimaluseks treenituse näitajate selgitamisel ja nende füsioloogilise olemuse mõistmisel on korrelatsioon- ja faktoranalüüsi kasutamine. Käesolevas töös kasutataksegi neid matemaatilisi meetodeid võimalikult paljude kehalise töö näitajate analüüsil.

A. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

I. Energiavahetuse üldised  
alused kehalisel tööil.

Igasugune kehaline pingutus nõuab energia kulu, mis kaetakse ainevahetusprotsesside intensiivistumise teel. Lihaskontraktsioonideks vajalik keemiline energia saadakse toitainete - süsivesikute, rasvade ja valkude oksüdeerumisel. Vabaneva energia hulka peegeldab hapniku vajadus, mida iseloomustab tööaegne aeroobne energaetika ja töö järel kaetav hapniku võlg /87,130,176/.

Käesoleva sajandi algul oli üldtunnustatuks Hilli-Meyerhofi lihaskontraktsiooni teooria /127,128,129,192, 193,194/. Selle teooria alusel saadakse energiat lihaskontraktsioonideks glükogeeni lõhustumisel piimahappeks. Peale tööd esinev nõrgenenud hapnikutarbimine on autorite arvates seotud piimhappe osalise oksüdeerumisega ja glükogeeni resünteesiga. Lihaskontraktsiooni teooria sellise konseptsiooni aluseks olid O.Meyerhofi uurimused lihastöö energiaetika alal ja A.V.Hilli tööd lihaskontraktsiooni soojusbilansi selgitamisel.

Mõned aastad hiljem näitasid E.Lundsgardi jt.uurimused /61,173,174/, et lihaskontraktsioon võib toimuda ka sel juhul, kui takistatakse piimhappe teket lihases

monojood-atsetaadi abil. Nende uuringute alusel modifitseeritud lihaskontraktsiooni teooria järgi eelneb glükogeeni-piimahappe reaktsioonile energia vabanemine kreatiinfosforhapest /130,176/.

Kaasajal üldtunnustatud teooria järgi saadakse energist lihaskontraktsioonideks fosforühendite - adeno-siintrifosforhappe molekulide (ATP) - lõhustumisel /52, 55, 250, 251, 324, 327, 347/. Adenosiintrifosforhappe varude piiratuse tõttu peab lihastöö jätkamiseks toimuma adenosiintrifosforhappe resüntees ja ATP bilansi taastamine /95, 154, 353, 357/.

Adenosiintrifosforhappe varude taastamise üheks võimaluseks on kreatiinfosforhappe kasutamine. Kreatiinfosfaadi hulga langust lihastes kehalisel tööl on näidanud paljud autorid /37, 55, 178, 179, 213, 228, 353, 357/. Kreatiinfosforhappe lõhustumise reaktsioon kulgeb väga kiiresti. ATP resüntees kreatiinfosforhappe abil prevaleerub pingutuse algul ja lühiaegsetel intensiivsetel pingutustel /177, 178, 181, 186/.

Adenosiintrifosforhappe resüntees võib toimuda ka kahe adenosiidifosforhappe (ADP) molekuli vastastikusel mõjustamisel ferment müokinaasi vahendusel. Reaktsiooni tulemusena tekivad adenosiintrifosforhappe ja adosinmonofosforhappe (AMP). Adenosiintrifosforhappe resüntees müokinaasreaktsiooni abil on väiksema ökonoomsusega, sest

tekkinud AMP allub desamineerimisele. Müokinaasreaktsiooni kasutatakse näiteks kurnatuseseisundis ("avarimehhanism"), mil ATP resünteesi teised variandid on raskendatud /351,353/.

Adenosintrifosforhappe resünteesi üheks võimaluseks on glükogeeni anaeroobne lõhustumine. Anaeroobsel glükogenolüüsil tekib ühest glükoosi molekulist 2 ATP molekuli, ühest glükogeeni molekulist 3 ATP molekuli /75,77,131,351/. Eespool nimetatud ATP resünteesisemehhanismidega võrreldes võib glükolüütiline fosforüleerumine tänu süsivesikute varudele toimuda pikema aja kestel. ATP resünteesis anaeroobse glükogenolüüsi abil toimub suurel määral maksimaalse intensiivsusega kehalistel harjutustel. Nimetatud mehhanism on eriti tähtsal kohal submaksimaalse intensiivsusega töö puhul /30,299,353/.

Adenosintrifosforhappe resünteesi kõige ökonoomsena tee on oksüdatiivne fosforüleerumine /13,301,326,357/. Võrreldes anaeroobse glükogenolüüsiga on oksüdatiivne fosforüleerimine 13 korda efektiivsem. ATP resünteesis oksüdatiivse fosforüleerimise abil toimub peamiselt keskmise ja mõõduka intensiivsusega kehalistel pingutustel. Sõltuvalt töö intensiivsusest lähevad töö jätkamisel käiku anaeroobne glükogenolüüs ja oksüdatiivne fosforüleerimine. Energia vahetuse anaeroobne mehhanism ja oksüdatiivse fosforüleerimise vahetuse vahetamine peegeldab tööl tekkinud hapnikuvõla suhte hapnikuvajaduse /44,242/.

Adenosintrifosforhappe resünteesimehhanismide "kõivumaine" oleneb kehalise töö iseloomust, pingutuse intensiivsusest, kestusest jt. teguritest. Seoses vereringe ja hingamise mobiliseerimise hilinemisega vahetult töö algul, toimub sel ajal ATP resüntees peamiselt kreatiinfosforhappe arvel /98,186,188,189,335,355/. Samal ajal kasutatakse ära ka müoglobiiniga seotud hapniku tagavarad /19,60/.

Nagu näitavad R. Margaria kalkulatsioonid, võib adenosintrifosforhappe resüntees toimuda anaeroobsel glükolüüsil vabaneva energia arvel võimalikult suure intensiivsusega pingutusel kuni 40-50 sekundi kestel /186,189,190/.

Maksimaalse ja submaksimaalse intensiivsusega lihastööl prevaleerib ATP resüntees anaeroobsete mehhanismide abil, millega kaasneb ulatuslik piimhappe kuhjumine veres /3,114,120,161,180,181,297/. Sellisel tööl tekib hapnikuvajaduse ja hapniku tarbimise vahel mittevastavus, mille tulemusena lihastes hakkab kuhjuma redutseeritud nikotiinamiid-adeniin-dinukleotiid ( $\text{NAD} \cdot \text{H}_2$ ), /141,142,143/.

Mõõduka intensiivsusega kehalisel tööl toimub kudede varustamine hapnikuga vajalikul tasemel ja vegetatiivsete funktsioonide talitluses tekib püsiseisund (steady state). Selle tagajärjel normaliseerub suhe  $\text{NAD} \cdot \text{H}_2 / \text{NAD}$ , piimhappesisaldus kudedes ja veres on aga suhteliselt madal /26,77,220/. Mõõduka intensiivsusega tööl kasutatakse suurel määral vere glükooal- ja lihaste glükogeenivarusid /5,38,39,189,300,351/.

Kehalise töö lõppedes toimub tööaegsete biokeemiliste nihete kõrvaldamine. Pärast tööd jääb hapniku tarbimine lähtetasemest kõrgemaks, toimub tööl tekkinud hapnikuvõla likvideerimine /76,77,111,176,180,298/. Hapniku tarbimise langus on kõige kiirem vahetult töö lõppedes, edaspidine hapniku tarbimise langus on aeglase.

Hapniku tarbimise languse kiiret faasi vahetult peale tööd seostatakse Hilli-Meyerhofi teooria alusel laktaadi kõrvaldamisega kudedest, hapnikuvõla aeglast komponenti aga piimahappe eemaldamisega verest /127,128,192,193/. Lineaarsest seost hapnikuvõla tekke ja piimahappe kuhjumise vahel ei kinnitata aga paljude autorite töödes /6,7,8,9, 176,235/. Nii näiteks R. Margaria kaasaautoritega näitas, et hapnikuvõlg tekib juba kergel tööl, seevastu piimahappe kuhjumine algab alles peale rasket pingutust. Selgus, et hapnikuvõlg võib likvideeruda palju kiiremini kui toimub piimahappesisalduse taastumine pärast tööd /176,182,190/.

Kehalise pingutuse järel vere piimahappe hulga muutuste ja hapnikuvõla likvideerimise kiiruse iseloomustamiseks võeti kasutusele laktaate ja alaktaate hapnikuvõla mõiste /74,120,121,165,176/. Hapniku tarbimise languse kiiret komponenti (alaktaatne hapnikuvõlg) seostatakse energiarikaste fosforühendite ja organismi hapnikuvarude taastamisega /74,177,268/. Hapnikuvõla aeglane komponent e. laktaatne hapnikuvõlg on seoses piimahappe oksüdeerimise ja glükogeeni resünteerimisega /176,178,180,182,300,351/.

Peab rõhutama, et alaktaatse ja laktaatse hapnikuvõla mõiste võeti kasutusele matemaatilisest kalkulatsioonist lähtudes. Seepärast on hapnikuvõla laktaatses ja alaktaatses komponendi teoorias palju hüpoteetilist.

Hapnikuvõla alaktaatne komponent taastub pärast pingutust kiiresti, 1/2 ajast moodustab 20-30 sek. /119,121, 190/. Laktaatses hapnikuvõla taastamine kestab aga kauem.

Kehalisel tööl tekkiva summaarse hapnikuvõla likvideerimise kiiruse iseloomustamiseks võeti kasutusele nn. "taastumise koefitsiendi" mõiste /44,242/. Nimetatud näitaja määramiseks leitakse tööaegse hapnikutarbimise liiga suhe taastumisperioodi hapnikuliiasse. Kudede adekvaatses hapnikuga varustamist tööl peegeldab ka hapnikuvõla koefitsient, s.o. hapnikuvõla suhe hapnikuvajadusse töö ajal /321/.

Kudede varustamist hapnikuga töö ajal iseloomustab ka hapniku defitsiit, mis näitab erinevust tegelikult tarbitud hapniku ja püsiseisundis tarbitava hapnikuhulga vahel /59/.

Paljud autorid ei täheldanud seost hapnikudefitsiidi ja hapnikuvõla vahel /8,9,13/. Võib arvata, et hapniku defitsiit on põhjustatud peamiselt vereringe ja hingamisüsteemi teatud inertsusast töö algul. L.Lukini ja J.Ralstoni /172/ arvates kasutatakse ainult osa hapnikust taastumisperioodil hapniku defitsiidi katmiseks.

Kudede hapnikuga varustamise hindamiseks võtsid W.E.Huckabee ja J.Sendroy /141,238/. kasutusele "excess lactate" mõiste. Autorite arvates on hapnikuvõlg seoses piimahappe hulga kasvuga ainult siis, kui laktaadi tase pole põhjustatud püruuvhappe muutustest. Autorite arvates peegeldab kudede oksü-redoksüprotsesse hästi "excess lactate" (XL), mis leitakse järgmiselt:

$$XL = (La_n - La_o) - (P_n - P_o) \frac{La_o}{P_o}, \text{ kus}$$

$La_o$  on piimahappesisaldus veres jõudeolekus;

$P_n$  on püruuvhappesisaldus veres pärast tööd;

$P_o$  on püruuvhappesisaldus veres jõudeolekus;

"Excess lactate" kasutatakse anaeroobse metabolismi iseloomustamiseks mitmetes uuringutes /53,83,132, 140,210,255,256/.

Paljude autorite hilisemad uuringud aga siiski W.E.Huckabee ja J.Sendroy andmeid ei kinnita /162,165,208, 268,270/. R.Margaria ja kaasautorite andmetel /180/ ei kaasu XL kasvule alati hapnikuvõla suurenemine töö ajal. N.R.Alperti /9/ arvates ei iseloomusta vereplasma laktaadi-püruvaadi suhe küllaldaselt vastava näitaja intratsellulaarseid nihkeid. J.Keuli ja kaasautorite töö /162/ näitab, et laktaadi-püruvaadi suhtarv annab samasugust informatsiooni kui XL.

II Sportlikku saavutusvõime  
met määravad tegurid vast  
tupidavusaladel.

1. Organismi aeroobne  
töövõime.

Sportlikud tulemused sõltuvad vastupidavusaladel suurel määral aeroobsest ja aneroobsest töövõimest, hingamis- ja vereringeorganite talitlusest ning organismi energia varudest /5,17,28,144,299,326,340/. Heade resultaatide saavutamine oleneb veel sportlase tehnilis-taktikalise ja psühholoogilisest ettevalmistusest.

Organismi aeroobset töövõimet iseloomustab kõige paremini hapniku tarbimise maksimum e. hapnikulagi /21, 23,127,219,284,285,302,303,340,341/.

Hapniku tarbimise suurimad maksimaalhulgad 5,5-6,2 l/min. on leitud parimatel sportlastel /21,25,218,219, 232,331,345/. Spordiga mittetegelejatel meestel loetakse hapnikulaeks keskmiselt 3,5-4,0 l/min., naistel 2,5-3,2 l/min. /7,20,21,43,49,146,219,267,319/.

Hapnikulae seost resultaadiga kestvaosaladel on näidatud paljudes töödes /23,59,65,342,303/. Seejuures aeroobse töövõime osatähtsus kasvab sooritatava pingutuse kestuse pikenedes /302,303/. Nii on stajeritel hapnikulagi üldiselt kõrgem kui lühimaajooksajatel /303/.

Maksimaalne hapniku tarbimine sõltub paljudest faktoritest (joonis 1). Hapniku tarbimine pingutaval lihastööl oleneb tööd sooritava lihasmassi suurusest /28,49/. Kätega töötamisel on hapnikulagi madalam, kui jalgadega töötamisel /16, 24/. Veloergomeetril töötamisel ei põhjustanud lisapingutus kätega hapniku tarbimise muutust /24/.

S. Israeli ja H. Brenke andmetel /148/ on hapniku tarbimine kõrgem kätega töötamisel sel juhul, kui sportlikus tegevuses on tähtis koht käte tööl (aerutajad).

Hapniku tarbimine maksimaalse pingutuse sooritamisel sõltub ka vaatlusaluse kehaasendist. Seliliasendis töötades on hapnikulagi madalamal võrreldes töötamisega istudes või püstiasendis /28,246/. Autorid seostavad seda südame väiksema minutimahuga horisontaalasendis. Sellele seisukohale väidavad vastu uuringud, mille alusel südame minutimaht on lamamisasendis töötades suurem kui istudes /40,41,56,135/.

Paljude autorite arvates pole hapnikulage määramiseks vaja sooritada teatud spordialale spetsiifilist tegevust /24,29,286,341/. Paigaljooksul oli hapnikulagi sama jooksjatel, ujujatel, suusatajatel ja sõudjatel /310/. Küllalt lähedased on hapnikulage väärtused töö sooritamisel veloergomeetril, jooksu- ja ujumisel ja suusatamisel

Maksimaalset hapniku tarbimist mõjustavad faktorid .



Joonis 1

/24/. Vastupidiselt nimetatule sai E.H.Christensen kaasautoritega /59/ kõrgema hapnikulae suusatamisel, veloergomeetril töötamise ja tredmillil jooksmisega võrreldes C.H.Wyndhami ja kaasautorite /277/ andmetel saadakse tredmillil jooksmisel üldiselt kõrgema hapnikulagi, kui veloergomeetril töötades. Et veloergomeetril töötamiseks pole vaja erilist vilumust, soovitatakse sellel hapnikulage määrata nii spordiga mittetegelejatel, kui ka sportlastel /29,278/.

Hapniku tarbimise maksimum saavutatakse tööl seda kiiremini, mida suurem on sooritatava töö võimsus /25,28/. Soojendusharjutuste mõjul saabub "lagi" lühema aja jooksul /205,253/. Kirjanduse andmetel peaks kehalise töö kestus hapnikulae määraiseks ulatama 2-8 minutini.

Organismi aeroobne töövõime on suurel määral seoses vereringe ja hingamissüsteemi funktsionaalse seisundiga (230,233,341/. A.Holmgren /139/ jaotab hapnikulage mõjustavad faktorid dimensiooniga suurusteks ja funktsionaalseteks näitajateks. Dimensiooniga faktorite hulka kuuluvad autorite järgi südamemaht, veresoonte mahtuvus, hemoglobiini hulk, kopsude mahtuvus ja vere hulk. A.Holmgreni arvates on hapnikulae erinevused indiviidide vahel põhjustatud nii dimensiooniga näitajatest, kui ka funktsionaalsetest faktoritest. Hapniku tarbimise maksimumi muutused ühel isikul küllalt lühikese aja kestel on aga tingitud just funktsionaalset laadi teguritest.

Hapniku tarbimine raskel kehalisel tööil on limiteeritud eelkõige vereringe poolt. Südame minutimahu seost maksimaalse hapniku tarbimisega on näidatud paljudes töödes /196,221,230/.

Üheks hapnikulage mõjustavaks faktoriks on vere hapniku arterio-venoosne diferents /186,196/. Hapniku arterio-venoosse diferentsi tõus kehalisel tööil on tingitud peamiselt hapnikuhulga muutustest venoosses veres. kuna hapnikusisalduse muutused arteriaalses veres on küllalt väikesed /34,80,81/. E.B.Kossovskaja /323/ arvates saab hapniku arterio-venooset diferentsi iseloomustada hapniku kasutamisprotsendi abil. Autori andmetel on hapniku kasutamisprotsent madalaim töö lõpul, mis vastab hapniku arterio-venoosse diferentsi suurimale väärtusele kehalisel tööil.

Aeroobne töövõime sõltub oluliselt ka südame minuti ja löögimahust. See seos on aluseks minutimahu kaudseks määramiseks /230/. Pingutaval lihastööil kasvab südame minutimaht peamiselt löögisageduse arvel /41,139,230/. B.Saltini andmetel /230/ ei kasva südame löögimaht nimetamisväärselt, kui hapniku tarbimine moodustab "laest" 40 %. Hapnikulae ja hapnikupulsi vaheliseks korrelatsioonikordajaks on leitud  $r = 0.980$  / 327,328/.

Südame löögisageduse ja hapniku tarbimise lineaarne seos kasvava koormusega töö sooritamisel on aluseks hapnikulae kaudseks hindamiseks /22,183,254,279,280,316/.

Vedeliku liigsel lahkuisel organismi aeroobne võimsus langeb. L.B.Rowelli ja kaasautorite andmetel /226/ põhjustab vereplasma langus 14 % ulatuses hapnikulae languse 4 % võrra. Vastupidiselt sellele ei mõjutanud B.Saltini uuringus /230/ vereplasma mahu langus 20 % ulatuses oluliselt aeroobset töövõimet.

Aeroobne töövõime sõltub ka vere hapnikumahutavusest. Seost hapnikulae ja hemoglobiini hulga vahel on kirjeldatud mitmetes töödes /84,245/.

Hapniku tarbimise maksimumi mõjustavad väliskekkonna tegurid, nagu niiskus, temperatuur ja kõrgus /28,64,109,163,214,226/. B.Saltini uurimus /231/ näitas, et hapnikulagi võib langeda 2300 m kõrgusel merepinnast kuni 14 % võrra. V.S.Parfel kaasautoritega /343/ sai hapnikulae languse keskajastiku tingimustes sõltuvalt spordialast 10-19 %. B.F.Groveri ja J.T.Reevesi andmetel langes hapnikulagi 3100 m kõrgusel merepinnast 26 % võrra /109/.

Peale esialgset aeroobse töövõime langust mägedesse saabumisel hakkab hapnikulagi aklimatiseerumise tulemusena kasvama /163/. Mägedest allatulekul võib aeroobne töövõime lühikese aja kestel isegi ületada lähteandmed /50,97,163/.

L.B.Rowelli ja kaasautorite andmetel /226/ võib hapnikulagi langeda 5 - 6 % ka sel juhul, kui toatemperatuur tõuseb mõeldukalt.

Hapniku tarbimise maksimum on samuti seoses ealiste ja sooliste iseärasustega /20,23,85/. Aeroobne töövõime kasvab 20.-30. eluaastani, millest alates hapnikulagi hakkab langema /20,23/. Kõrget hapnikulage (5,0-5,7 l/min on leitud ka 17-18 aastastel sportlastel /341/. I.Åstrandil andmetel /18/ moodustas 65-aastase mehe hapnikulagi 25-aastase mehe omast keskmiselt 65-70 %. Aeroobse töövõime soolised iseärasused hakkavad ilanema põhiliselt puberteedieast alates. Naistel on aeroobne töövõime meeste omast madalam moodustades sellest 75-90 % /18,20/.

Aeroobne tootlikkus sõltub suurel määral kehalisest tegevusest ja treenitusest. Treeningu mõju hapnikulage kasvule on näidatud paljudes töödes /21,219,230,261,314,325/. K.L.Anderseni andmetel /11/ võivad terved inimesed aeroobset töövõimet tõsta 5-10 % ulatuses juba mõnenädalase kehalise tööga. C.Allardi ja C.Coulet/6/ järgi võib hapnikulagi kasvada 10-15 % võrra isegi 6-8 tunnise kehalise töö tegemisel nädalas. B.Ekblomi ja kaasautorite andmetel /91/ tõusis kolmenädalase treeningu mõjul hapnikulagi keskmiselt 15-16 %. C.A.Knehr /164/ sai kuuekuulise treeningu tulemusel aeroobse töövõime tõusu ainult 6-7 % ulatuses. Esitatud andmed iseloomustavad hapnikulage muutusi treeningute algperioodil. Edaspidised muutused on hoopis väiksemad. Parimatel sportlastel ei ületa hapnikulage muutused aastas 10-12 % /29/.

G.Cunning ja kaasautorid näitasid, et maksimaalne hapniku tarbimine ei muutu oluliselt treeningu akuutse mõju tulemusel. Autorid said ühesuguse hapnikulae noortel (13-16 a.) uuritavaal nii hommikul kui ka õhtul. /67/

Kehalise aktiivsuse vähenemine langetab aeroobset võimsust küllalt kiiresti /28/. B.Saltini ja kaasautorite uuring /233/ näitas, et kolmenädalane voodipuhkus langetas aeroobset töövõimet 3,3 l/min. kuni 2,4 l/min. Edaspidine keheline treening aga tõstis hapnikulage küllalt kiiresti. Kirjanduse alusel on treeningu mõju aeroobsele töövõimele tingitud hapniku arterio-venoosse diferentsi kasvust /91,233/, südame minutimahu tõusust /233/, südame mahu ja jõudluse suurenemisest /91,137/, lihaste kapillaaristiku tihenemisest /196/ ning ferment-süsteemide aktiivsuse kasvust /233/.

Hapniku maksimaalse tarbimise määramisel kasutatakse mitmesuguseid koormusi veloergomeetril /24,42,45,46, 99,303/, tredmillil /99,124,219,253,267/, sooritatakse töö astumistestina /183,156,157,273/ või kasutatakse vastavale spordialale spetsiifilist tegevust. /59,314,315/

Paljud autorid kasutavad hapniku määramisel kasvavaid koormusi kas puhkepausidega või pideva tööna. P.-O.Åstrand ja B.Saltini järgi /25/ kasutatakse eelnevalt 5-10 minutist submaksimaalset koormust soojendusena, mille järel tõstetakse koormust iga viie minuti kaupa

kuni suutlikkuse piirini. Üksikkoormuste vahel on puhkepausid kestusega 4-5 minutit. Teiste autorite /42,45/ järgi tõstetakse koormust iga 2-5 minuti järel ilma puhkepause kasutamata. R.E.Motõljanskaja järgi /327/ on koormuse tõstmine ühesuguse pedaalipöörete arvu puhul sobiv vastupidavuse hindamiseks. Kiirusliku vastupidavuse selgitamiseks soovitab autor tõsta koormust pedaalipöörete arvu tõstmisega püsivate koormustakistuste tingimustes.

Hapnikulae määramisel tõstetakse koormust kas töötempo või takistuse suurendamise abil. H.L.Taylori ja kaasautorite andmetel /253/ saabub hapnikulagi kiiremini sel juhul, kui tredmüllil tõstetakse kaldenurka, kuid jooksump tempo jääb endiseks.

Hapnikulae määramisel soovitatakse kasutada optimaalset tempot, liialt kõrge töötempo korral saadakse madalam hapnikulagi. A.Viru andmetel /260/ võib maksimaalse tempo puhul üheminutilistel töödel hapniku tarbimine mõnedel vaatlusalustel hakata langema alates 30.-40. sekundist pärast töö algust. Aeroobse töövõime hindamisel veloergomeetrial loetakse sobivaks pedaalipöörete arvuks 60 - 80 pööret minutis /33,124,155/. Astumistesti puhul soovitada astuda sagedusega 20-30 korda minutis /157, 183,239/. Võib arvata, et liialt kõrge tempo puhul tekib kergemini diskoordinatsioon siseelundite, eriti aga hing-

missüsteemi talitluse ja liigutusaparaadi talitluse vahel. Selline olukord tekib sagedamini just mittetreenitud.

Kõrvuti suutlikkuse ni kasvavate koormuste kasutamise ni hinnatakse aeroobset töövõimet ka submaksimaalsete koormuste abil. Hapnikulae leidmiseks kasutatakse sel puhul intra- või ekstrapoleerimist /22,90,105,125,183, 191,273/.

P.-O.Åstrand ja I.Ryhmingi /22/ järgi leitakse hapnikulagi ühe submaksimaalse koormuse abil pulsisageduse alusel vastavalt nomogrammilt. J.S.Maritz kaasautorite ni /191/ kasutab hapnikulae kaudsel määramisel nelja submaksimaalset koormust. R.Margaria /183/ soovib kasutada kahte erinevat töökoormust. Hapnikulagi kalkuleeritakse jällegi pulsisageduse alusel. V.L.Karpmeni ja kaasautorite /316/ järgi leitakse hapnikulagi  $PWC_{170}$  alusel. Respiratoorse koefitsiendi alusel hindavad aeroobset töövõimet B. Issekutz ja kaasautorid /149/. J.Shephard /240/ eelistab hapnikulage määrata kaudsel teel ventilatsioon ni väärtuste järgi mitmel submaksimaalsel koormusel.

Hapniku tarbimise maksimumi määramisel kaudsete meetodite abil tekib viga 5-15 % ulatuses, mille tõttu sportlastel tuleks hapnikulagi määrata otsestel meetoditel. Hapnikulae erinevus "tõelisest" tulemusest on

seoses pulsisageduse individuaalsete kõikumistega sportlastel. Seejuures paljud nomogrammide on äga tehtud spordiga mittetegelejate uurimise alusel /22,183/. Sportlaste funktsionaalsete võimete selgitamiseks tuleb kasutada siiski otseseid koormusi, viga on tihti suurem, kui hapnikuläve muutuste ulatus erinevatel treeninguperioodidel /67/. Kaudseid meetodeid kasutatakse enamikul juhtudel haigete ja vanemate inimeste puhul /20,240/.

Hapniku tarbimise maksimumi saabumise kriteeriumiks loetakse vere piimhappet üle 100 mg % /21,219/ ja pulsisagedust töö ajal üle 180-190 löögi/min. /23,219/. Respiratoorne koefitsient on hapnikuläve saabumisel sageli üle 1,0 /21,149/. Koormuse edasisel suurendamisel äga hapniku tarbimine enam ei kasva oluliselt, tekib platoo /21,23/.

## 2. Organismi anaeroobse töövõime näitajad, nende määramine.

Organismi anaeroobne töövõime iseloomustab lihaskontraktsiooni energiaallika - adenosintrifosforhappe taastumist ilma hapniku osavõtuta, s.o. anaeroobsetes tingimustes. Organismi anaeroobset tootlikkust iseloomus-

tatakse tööil kuhjunud maksimaalse piimahappesisaldusega veres /21,23,160,219,297/, töö sooritamisel tekkinud hapnikuvõla suurusega /130,176,219,303/, respiratoorse koefitsiendi kasvuga /21,23,149,150, 219,231/ ja vere pH ja bikarbonaatide langusega /269/. Anaeroobse ainevahetuse "käivitumist" iseloomustab ka süsihappegaasi "liia" teke /149,201/. See näitaja arvutatakse järgiselt:

$$\text{Exc. CO}_2 = \dot{V}_{\text{CO}_2} - \dot{V}_{\text{O}_2} \cdot RQ$$

kus

Exc. CO<sub>2</sub> on süsihappegaasi liig;

$\dot{V}_{\text{CO}_2}$  on süsihappegaasi eritus töö ajal;

RQ on respiratoorne koefitsient jõudeolekus;

$\dot{V}_{\text{O}_2}$  on hapniku tarbimine tööil.

Anaeroobne töövõime sõltub suurel määral rakusisestest fermentisüsteemidest /77,357/, energiaressurssidest /144,145,188,190/ ja organismi kompensatoorsetest mehhanismidest, mis kindlustavad sisekeskkonna homeostaasi töö ajal /48,253,354,357/. Tähtsal kohal on samuti kudede adapteerumisvõime kasv sisekeskkonna muutuste suhtes /283,303/.

Anaeroobne töövõime on seoses resultaadiga just maksimaalse ja submaksimaalse intensiivsusega lihastööil /302,304,342/. Distanti pikenedes kasvab aeroobse töövõime osatähtsus /2,146,302,303/.

Kehalise pingutuse algul saavutab ATF resünteesi alaktaatne mehhanism täie võimsuse juba mõne sekundiga /188,189/. Sõltuvalt töö intensiivsusest saavutab edaspidi suurema tähtsuse kas anaeroobne glükogenolüüs või oksüdatiivne fosforüleerimine.

Täiskasvanud inimene suudab alaktaatselt vabaneva energia arvel arendada võimsust 1,5-2,0 kgm/kg sek. Vabaneva energia hulk oleks sel juhul võrdne 45-50 kcal/kg tunni kohta, e. lo - 13 kcal/kg sekundis /57,184/.

R.Margaria andmetel on alaktaatsel mehhanismi maksimaalne mahutavus 100 cal/kg /185,186/.

Seoses kehalise treeninguga on alaktaatne võimsus sportlastel suurem spordiga mittetegelejatega võrreldes /186,188/. Organismi alaktaatne võimsus langeb vanadusega. R.Margaria /185/ P.Cerretelli kaasautoritega /57/ toovad anaeroobse töövõime suuruseks 55-60 aastastel meestel 25 kcal/kg t.

Lihaste alaktaatsel võimsuse hindamiseks soovivad R.Margaria jt. /186,187/ määrata maksimaalse kiirusega trepist üles jooksmisel kiiruse vertikaalne komponent, mis näitabki võimsust ( m/sek. = kgm/kg sek.). Autorid leidsid alaktaatsel võimsuse tervetel inimestel olevat keskmiselt 1.3 - 1.6 kgm/kg sek. Kõrgeim väärtus ( 2,8 kgm/kg sek.) leiti olümpiamängudest osavõtjal sprinteril.

Töö lõppedes algab lihastööl tekkinud hapnikuvõla likvideerimine. R. Margaria ja kaasautorite järgi moodustab alaktaatne komponent summaarsest hapnikuvõlast kuni  $1/3$  /184,186/. Vastupidiselt ülaltoodule sai N. I. Volkov /297/ 300 m jooksumiseks alaktaatseks hapnikuvõlaks kuni 51 % summaarsest hapnikuvõlast.

Hapnikuvõla alaktaatse komponendi maksimaalseks väärtuseks loetakse 50-80 ml/kg, mis on leitud sportlastel /186,189,302,304,326/. Jõudu ja kiirust arendavate harjutuste kasutamisel on alaktaatne hapnikuvõlg suurem suhteliselt, alaktaatse hapnikuvõla likvideerimine toimub aeglasemalt /262,304/. Seevastu staaeridistantsidel on alaktaatne hapnikuvõlg väiksem ja võla alaktaatse komponendi likvideerumine kiirem. N. I. Volkovi ja kaasautorite andmetel /302/ pikeneb treenituse tõusul alaktaatse hapnikuvõla likvideerumise aeg. Autorid seostavad seda makroergiliste fosforühendite ulatuslikuma kasutamisega lihastes. Alaktaatse võla likvideerumise aja seost treenitusega ei täheldanud oma uuringus J. C. De Moor /74/. Hapnikuvõla alaktaatse komponendi järgi soovivad N. I. Volkov jt. /304/ hinnata sprinteri kiiruslikke omadusi, jõudu ja vastupidavust. Alaktaatne hapnikuvõlg saavutab N. I. Volkovi jt. andmetel maksimumi meestel 25. eluaastal /304/.

Anaeroobsel glükogenolüüsil vabaneva energia koguseks loetakse täiskasvanuil 20-22 kcal/kg tunnis, e. 7-8 cal/kg sek. Energiavahetuse laktaatse mehhanismi mahutavus oleks sel juhul 240-250 cal/kg / 184,189/.

Vanemaelistel on laktaatse energieetika võimsus ja maht väiksem kui noortel. 60-70 aastastel meestel loetakse kirjanduse alusel anaeroobse võimsuse keskmiseks väärtuseks 2,8 kcal/kg tunnis, energieetika mahuks aga 35 cal/kg /57,185/. Summaarsest hapnikuvõlast moodustab laktaadne komponent kuni 2/3 /120,179/, selle likvideerimine võib kesta tunde /121,179/.

Spordiga mittetegelejatel loetakse keskmiseks laktaatseks hapnikuvõlaks 3-4 l ( 50-70 ml/kg), sportlastel võib see ulatuda kuni 18-19 liitrini /179,302/.

Laktaatse hapnikuvõla teke algab töö, kui hapniku tarbimine ületab 1,5-2,0 l/min. Edasisel töö võimsuse kasvul laktaadne hapnikuvõlg kasvab eksponentsiaal-funktsioonina /304/. Lühiajalistel pingutustel on laktaadne hapnikuvõlg lineaarses sõltuvuses töö kestusest, saavutades maksimumi 2.-3. minutil /304/ N. I. Volkovi jt. andmetel /304/ saavutab hapnikuvõlg maksimumi meestel 23. eluaastal, naistel 18. eluaastal.

Kehalisel tööl tekkiv summaarne hapnikuvõlg võib ühete autorite andmetel ulatuda 6-7 liitritni /115, 181,182/, teiste autorite järgi kuni kahekümne liitritni /127,303,304/. 10-15 liitrilise hapnikuvõla said W.Hollmann kaasautoritega /134/ ja H.P.Millahn, I.Döscher /195/. Erinevused hapnikuvõla keskmistes väärtustes on suurel määral seotud erinevate uurimismeetodite kasutamisega ja erineva kehalise ettevalmistusega vastlusaluste uurimisega.

Seoses treenituse tõusuga maksimaalne hapnikuvõlg kasvab /115,116,195,303,304/. Kõrgeimad hapnikuvõla väärtused on täheldatud neil sportlastel, kes kasutavad treeningul anaeroobse iseloomuga kehalisi harjutusi /116,304/.

Maksimaalse hapnikuvõla leidmisel soovitab N.I.Volkov /262,299,303/ kasutada nelja kordustööd maksimaalse intensiivsuse ja järjest lühenevate puhkeintervallidega. Üksikkoormusena soovitab autor jooksta 400 m maksimaalse kiirusega. Pärast esimese 400 m läbimist puhatakse 3 minutit, pärast teise 400 m läbimist on puhkus 2 minutit, enne viimast tööd aga üks minut. Hapnikuvõla leidmiseks kogutakse väljahingatav õhk pärast viimast 400 m jooksu poole tunni kestel Douglasi kottidesse. Ujujatel soovitab N.I.Volkov maksimaalse hapnikuvõla leidmiseks ujuda 4x50 m maksimaalses tempos järjest lühenevate puhkepausidega. Esimese

puhkepausi pikkuseks soovitab autor 45 sek., teise pausi kestuseks 30 sek. ja viimaseks puhkepausiks 15 sekundit.

Teiste autorite järgi hinnatakse hapnikuvõlga pärast ühekordset pingutust /115,181/. Nii kasutas G.Helbing /115/ maksimaalse hapnikuvõla leidmiseks suutlikkuse ni kasvavaid koormusi veloergomeetril.

Anaeroobne glükogenolüüs algab juba mõõduka intensiivsusega tööl /15,356/. Piimahappe kasv ilmneb vereas, kui hapniku tarbimine ületab lähtetaseme 1,5-2,0 liitrit /72,181,304/. Piimahappe kuhjumine veres võib toimuda ka aeroobsetes tingimustes /32,235/. Autorite arvates peegeldab laktaadi tõus sel juhul vereringe ja hingamise teatud inertsust töö alustamisel. Ka submaksimaalsel tööl tekivad laktaadi tõusu veres seostatakse osaliselt lihaste hüpokseemiaaga töö algul /229/.

C.H.Wyndhami ja kaasautorite andmetel /276/ lähed anaeroobne mehhanism käiku momendil, mil kudede hapnikuvajaduse ja verega varustatuse suhe pole adekvaatne. Autorite andmetel "käivitub" anaeroobne metabolism spordiga mittetegelejatel momendil, mil hapniku tarbimine moodustab laest 50-60 %. C.G.Williamsi ja kaasautorite töö /274/ näitas, et tervetel inimestel hakkab piimhape veres kuhjuma, kui hapniku tarbimine moodustab laest 40-45 %. Seevastu treenitudel ilmneb anaeroobne metabolism, kui hapnikku tarbitakse 55-60 % laest, hästi treenitudil aga 70 % laest. C.G.Williamsi ja kaasautorite andmed /275/

näitavad, et laktaadi kuhjumine sõltub ka kasvavate koormuste kestusest. Selgus, et kuue minutiliste tööde sooritamisel algas treenituil piimahappe kuhjumine momendil, mil hapniku tarbimine moodustas laest üle 62 %. Seejuures selliste koormuste puhul, mis kestsid üks tund oli vastav protsent 68. Autorite andmetel kutsus õhutemperatuuri tõus esile laktaadi kiirema kasvu veres.

Südamehaigetel ilmneb laktaadi kasv juba hapniku tarbimisel, mis moodustab laest 45-50 % /276/. Ka J.E.Cotesi /66/, K.W.Donaldi ja kaasautorite tööd /80,82/ näitavad, et südamehaigetel "käivitub" anaeroobne metabolism töö kiiremini.

N.I.Volkovi jt. andmetel /304/ hakkab anaeroobse metabolismi "käivitumise" tase langema meestel alates 15-ndast eluaastast.

H.Saiki ja kaasautorite töö /229/ näitab, et pärast piimahappe maksimumi saavutamist <sup>toimub</sup> laktaadi langus, kui töö sooritati sellisel intensiivsusel, mille puhul hapniku tarbimine moodustab laest 70-80%. Kui töö sooritatakse intensiivsusel, mis kutsub esile hapniku tarbimise hapnikulae tasemel, sellist piimahappe langust ei teki.

R.Margaria jt. /178/, N.I.Volkovi ja kaasautorite andmetel /261,304/ kasvab laktaadi hulk veres lineaarselt töö intensiivsusega, piimahappe vähenemine võib ilaneda vaid töö lõpul. Autorite andmetel toimus laktaadi ulatualikua kasv juhul, kui ainevahetus oli intensiivistunud 6-8 korda põhikäibega võrreldes.

N.N.Jakovlevi uurimus näitab, et piimhappe tõus võib veres ilneda reflektorsel teel juba enne tööd /352/.

On näidatud, et piimhappe maksimumi sabumisel võib veres tekkida laktaadi sisalduses tasakaal erinevates kudedes ja organites /178,179/.

Laktaadi kiiremat kuhjumist veres soodustab hüpoksia /160,212,219/. Veloergomeetril ühe jalaga töötamisel saadi ulatuslikum piimhappe kasv veres võrreldes kahe jalaga töötamisel /211/. Autor seostab ulatuslikumat laktaadi kasvu organismi hapnikuga varustatuse langusega teise jala vereringe väljalülitamise tulemusena. E. Assussen ja M. Nielsen /14/ said suurema piimhappe kasvu sel juhul, kui töö sooritati ainult kätega.

H.T.Edwards kaasautoritega /88/ sai kõrguses merepinnaga võrreldes piimhappe maksimaalse hulga languse. Seevastu B.Saltini andmetel /231/ ei mõjosta kõrgus oluliselt anaeroobset töövõimet.

Piimhappe maksimaalhulgad veres ilmnevad pärast töö lõppu, 4.-5. minutil /102,153,181,350/. Küllalt kestva ja raske töö sooritamise ajal võib laktaadi hulk veres hakata langema, peegeldades glükogeenivarude vähenemist lihastes /26/. Samas võib aga üheks piimhappesisalduse languse põhjuseks pingutaval tööil olla ka anaeroobse ainevahetuse fermentatiivsete süsteemide aktiivsuse langus.

Seejuures liialt lühikese kestusega töö ei toimu sageli üldse laktaadi kasvu.

K.K.Sivkovi ja M.A.Melihhova andmetel /335/ võib piimhappe muutustes pärast tööd esineda kaks tõusu. Esimene laktaadi maksimum saabus autorite järgi taastumise 2.-6. minutil, teine tõus esines 15.-18. minutil. Autorid seostavad piimhappe muutust veres pärast tööd vere-soonte valendiku muutustega.

Vere piimhappe taastumine pärast tööd toimub E.V.Newmani ja kaasautorite /204/ andmetel kiiremini sel juhul, kui pärast rasket tööd jätkatakse mõõduka intensiivsusega tegevust.

Piimhappesisalduse seost happe-leelise tasakaalu näitajatega on kirjeldatud paljudes töödes /93,149,151, 170/. Ühtede autorite andmetel oli seos piimhappe kuhjumise ja aluste liia vahel /170/, teiste autorite andmed aga korrelatiivse seose olemasolu ei kinnita /151/. Piimhappe kasv veres on samuti seoses bikarbenaatide ja pH langusega ning respiratoorse koefitsiendi tõusuga /149, 268/.

Seoses treenituse tõusuga laktaadi kuhjumine mõõduka intensiivsusega tööil langeb /220,221/. Seevastu maksimaalse intensiivsusega kehalise töö sooritamisel kasvab laktaadi maksimaalne sisaldus veres treenituse tõusul /21,219,303/. Suurim piimhappe kuhjumine toimub just

keskmaajooksjatel, kel on tegemist submaksimaalse intensiivsusega tööga /297,303,304/.

R.Margaria arvates /189/ ei ole piimhappe määramisel anaeroobse töövõime määramiseks erilist tähtsust, sest laktaadi teke sõltub ka lihaste glükogeenisisaldusest. K.Wassermani andmetel /269/ mõjutab süsivesikuterikas dieet piimhappe taset ainult jõudeolekus, mõjustus pole näitamisväärtne raske töö sooritamisel.

N.N.Jakovlevi ja kaasautorite andmetel on piimhappe t3us standardsel pingutusel (20 k3kki ) ulatuslikum noortel /354/. Piimhappe maksimaalhulk vananedes langeb /77,185,203,219/. 60-70 aastastel meestel on R.Margaria jt. andmetel laktaatne töövõime keskmiselt 0,8 kcal/kg tunnis, anaeroobne energetika maht on aga 34-36 cal/kg /57,185/.

### 3. Kehalise töövõime näitajad PWC<sub>150</sub> ja PWC<sub>170</sub>.

Organismi funktsionaalse seisundi hindamisel on küllaltki levinud näitajaks PWC (physical working capacity) /118,243,257,267/. Näitaja PWC<sub>170</sub> võeti esmakordselt kasutusele T.Sjöstrandi /243/ ja H.Wahlundi /267/ poolt.

$PWC_{170}$  näitab suurimat koormust, mille sooritamisel pulsisagedus saavutab püsiseisundis taseme 170 lööki/min. Kehalise töövõime näitaja määramiseks kasutatakse 5-6 minutise kestusega kasvavaid koormusi. Tööd alustatakse veloergomeetril võimsusel 300 kgm/min. või 600 kgm/min. Iga 5-6 minuti järel suurendatakse koormust 300 kgm/min. võrra kuni pulsisagedus saavutab 170 lööki/min. Tempoks valitakse veloergomeetril 50-80 pööret/min. /243,272,317/.

J.S.Vainbaum ja A.A.Askerov /291/ soovivad  $PWC_{150}$  ja  $PWC_{170}$  määramiseks kasutada koormusena step-testi.  $PWC_{170}$  saab määrata ka kahe erineva võimsusega koormuse abil kasutades ekstra- või intrapoleerimist /6,243,316/.

V.L.Karpman kassautoritega /316/ soovib  $PWC_{170}$  hindamiseks meestel kasutada esimese koormusena 600 kgm/min. ja teise koormusena 1500 kgm/min.  $PWC_{170}$  määramisel naistel on vastavad koormused 300 kgm/min. ja 600 kgm/min. Töövõime näitaja  $PWC_{170}$  leidmiseks kasutavad autorid vastavat valemit ( vt. käesolevat tööd lk. 69 ).

Peale  $PWC_{170}$  kasutatakse organismi funktsionaalse seisundi hindamiseks näitajaid  $PWC_{150}$  ja  $PWC_{130}$  /6,243,291/. Nimetatud näitajad iseloomustavad koormust, mille sooritamisel pulsisagedus on vastavalt 150 lööki min. ja 130 lööki min. Kui  $PWC_{170}$  iseloomustab kõrgeimat pulsisageduse püsiseisundit sportlastel ja tervetel mittetreinitusel, siis  $PWC_{150}$  on kõrgeim koormus, mille sooritamisel

tekib veel püsiseisund vanematel inimestel.  $PWC_{150}$  kasutatakse rohkem haigete, vanemaeealiste ja laste kehalise töövõime iseloomustamiseks /137,243/. Samal ajal soovivad mõned autorid kasutada  $PWC_{150}$  ka treenitud sportlaste töövõime iseloomustamiseks /291/.

Spordiga mittetegelejatel meestel loetakse  $PWC_{170}$  keskmisteks väärtusteks 700 ÷ 1200 kgm/min. /4,6,117,267,316/. Mittetreenituil naistel on  $PWC_{170}$  keskmiselt 500 ÷ 700 kgm/min. /118,243,316/. O.Elo ja kaasautorite /94/ järgi ületab poiste keskmine  $PWC_{170}$  tüdrukute vastava väärtuse. F.H.Adams ja kaasautorid /1/ toovad  $PWC_{170}$  keskmiseks väärtuseks 14-aastastel poistel 964 kgm/min.

Üliõpilaste uurimisel sai H.Wendelin kaasautoritega /272/  $PWC_{170}$  keskmiseks väärtuseks meestel 1107 kgm/min., naistel oli vastav väärtus 676 kgm/min. Autorite andmetel ei muutunud  $PWC_{170}$  väärtused usaldatavalt aastaajast sõltuvalt. R.Hellströmi ja K.Linrothi andmetel /118/ esines  $PWC_{170}$  langus eksamite sooritamise ajal. Autorite järgi vähendas kehalist töövõimet kõrge temperatuur. Ka treeningute katkestamine kutsus esile  $PWC_{170}$  languse.

Seoses treenituse kasvuga võib  $PWC_{170}$  tõusta treeninguperioodi algul 20-25 % võrra /101,136,171/. V/L.Karpaan koos kaasautoritega /316/ toob  $PWC_{170}$  keskmiseks väärtuseks meessportlastel 1520 kgm/min. S.Bevégardi ja kaasautorite järgi /40/ saadi sportlastel kõrgeimaks  $PWC_{170}$  väärtus

tusteks 1704 kgm/min. J.Rouši ja kaasautorite järgi /225/ olid kõrgemad  $PWC_{170}$  väärtused jalgratturitel - 1700 kgm/min. Autorite andmetel ulatus  $PWC_{170}$  orienteerujatel, jooksjatel ja suusatajatel väärtuseni 1500 ÷ 1700 kgm/min. Sportlastest olid  $PWC_{170}$  madalam iluuisutajatel (1200 ÷ 1300 kgm/min.).

A.Holmgreni ja kaasautorite /137/ andmetel kasvas  $PWC_{170}$  kõige rohkem vahelduva intensiivsusega lühiaegsete, väsitavate kehaliste harjutuste mõjul. Autorite järgi mõjustas mõõduka intensiivsusega kestev treening (suusamatkad)  $PWC_{170}$  vähemal määral.

Näitaja  $PWC_{170}$  kasvu kehalise treeningu mõjul seotatakse koordinatsioonisuhte paranemisega organsüsteemide vahel, südame minutimahu tõusu ja hapniku parema kasutamisega kudedes /136,243/.

Kehalise tööõhine näitaja  $PWC_{170}$  seost Harvardi step-testi indeksiga on täheldanud H.Wendelin kaasautoritega /272/. Usaldatava positiivse korrelatiivse seose  $PWC_{170}$  ja hemoglobiini hulga vahel sai T.Sjöstrand /244/.

Mõnede autorite järgi on  $PWC_{170}$  vastastikusel seoses ka hapnikulaega /263,316/. V.Karpman ja kaasautorid /316/ soovivad aeroobset tööõhinet leida  $PWC_{170}$  alusel. Autorid annavad hapnikulae arvutamiseks valemi:

$$V_{O_2 \max} = 1,7 \cdot PWC_{170} \pm 1240$$

kus

$V_{O_2}$

$V_{O_2}$  max on hapniku tarbimise maksimum ml/min. ja  
 $PWC_{170}$  - kgm/min.

$PWC_{170}$  ja aeroobse töövõime seost ei täheldanud oma uuringutes G.Tornvall /257/, A.Holmgren ja kaasautorid /137/. G.Tornvalli /257/ andmetel korreleerub  $PWC_{170}$  hästi näitajaga  $PWC_{max}$ , mis näitab suurimat koormust mida suudetakse sooritada 6 minuti kestel.

Kehalise töövõime näitaja  $PWC_{150}$  keskmisteks väärtusteks spordiga mittetegelejatel meestel loetakse 350-800 kgm/min., naistel on vastavad väärtused 300-600 kgm/min./6,291/. Seoses treenituse kasvuga võib  $PWC_{150}$  kasvada meestel väärtuseni 1400-1700 kgm/min., naistel kuni 500-700 kgm/min./40,221,225/.

### III Organismi talitlus kasvavate koormuste tingimustes.

#### 1. Südame-vereringe süsteemi talitlus

Organismi funktsionaalse seisundi hindamisel laboroorses tingimustes kasutatakse laialdaselt kasvavaid koormusi /23,113,202,267,327,328/. Üksikkoormuste kestus-

seks valitakse kas 1-3 või 5-6 min. Kasvavaid koormusi kasutatakse puhkepausidega või ilma puhkuseta.

Südame löögisagedus muutub tööl paralleelselt koormuse suurenemisega ja hapniku tarbimise kasvuga /36,68, 133,199,328/. Seejuures lineaarsus kaob kõrgematel koormustel.

Südame löögisageduse reaktsiooni iseloomustamiseks kasvavatel koormustel võttis E.A.Müller /199,200/ kasutusse nn. Leistungspulsindexi mõiste. Vastav indeks peegeldab pulsageduse kasvu koormuse suurenemisel iga kgm/sek. kohta. E.A.Mülleri /199/ ja J.Nöckeri /206/ andmetel on treenitute indeks 1,5-3,5. Mittetreenitutel on vastav indeks 3,5-5,5. Indeksid üle 7,5 esinevad aga südame-vereringe patoloogia puhul.

Ühe ja sama koormuse sooritamisel on pulsagedus madalam treenitud sportlastel võrreldes spordiga mittetegelejatega /113,126,243,328/. H.Wahlundi /267/ andmetel oli sportlastel koormusel 1200 kgm/min. keskmine pulsagedus 136,4 lööki min. Spordiga mittetegelejal oli pulsagedus sama koormuse puhul 158,5 lööki min. J.S.Hanson ja B.S.Tabakini /113/ järgi oli jooksjatel keskmine pulsagedus töötades tredmillil koormusega 1290 kgm/min. 136 lööki min., mittesportlastel leiti keskmiseks pulsageduseks sama töökoormuse puhul 168 lööki min. 800-meetriste

15ikude korduval läbimisel kasvava intensiivsusega sai R.E.Motõljanskaja kassautoritega /328/ madalamad pulsisageduse väärtused hea treenitusega sportlastel võrreldes madalama kvalifikatsiooniga sportlastega.

Uuringud näitavad, et treeninguperioodi kestel võib südame löögisagedus muutuda standardse koormuse sooritamisel /10,133,252/. K.L.Anderseni ja kaasautorite /10/ andmetel langetas 5-nädalane treening pulsisagedust koormusel 900 kgm/min. keskmiselt 25 löögi võrra minutis.

Võrreldes naistega on meestel pulsisagedus standardsetel koormustel madalam /23,126,154/. Noortel on pulsisagedus standardsel koormusel võrreldes täiskasvanutega kõrgem /23,36,237,327/. V.Seligeri ja J.Wagneri /237/ andmetel oli õpilastel (11,6 a.) keskmine pulsisagedus koormusel 900 kgm/min. 186,2 lööki min., juunioridel (14,8 a.) aga leiti keskmiseks pulsisageduseks samal koormusel 164,9 lööki min. Veloergomeetril töötamisel leidsid R.E.Motõljanskaja ja kaasautorid /327/ koormusel 1000 kgm/min. õpilastel (13,0 a.) keskmiseks pulsisageduseks 129 lööki min., juunioridel (17,7 a.) oli südame löögisagedus vastavalt 105 lööki min. Täiskasvanuil oli pulsisagedus sellel koormusel 94 lööki min.

Südame löögisageduse maksimum ulatub ühtede autorite andmetel 180-200 löögini min. /219,236,293,294,334,336/, teiste teadlaste järgi võib maksimaalne pulsisagedus kasvada 230-270 löögini min. /59,286,333/. Hästi treenitud sportlastel loetakse südame löögisageduse maksimumiks 170-190 lööki min. /122,296,336/. N.I.Volkovi /303/ andmetel oli rahvusvahelise klassi sportlastel maksimaalne pulsisagedus 189 lööki min., NSV Liidu koondvõistkonna sportlastel oli maksimaalne pulsisagedus 183 lööki min., II järgu sportlastel oli see näitaja keskmiselt 185 lööki min. N.I.Volkovi /303/ järgi sõltub pulsisageduse maksimum ka spordialast. Autori andmetel oli sprinterite pulsisageduse maksimum 192 lööki min., maileritel 182 lööki min., stayeritel aga 178 lööki min. S.Israeli ja H.Brenke /147/ järgi ulatus sportlaste pulsisageduse maksimum 184-187 löögini min.

Kõrged pulsisagedused tööl on iseloomulikud noortele, vähese ettevalmistusega sportlastele või spordiga mittetegelejatele /59,293,336/. Nimetatud seisukohta ei toeta üksikud tööd /286,333/. Mittetreenituil seostatakse kõrgeid pulsisageduse väärtusi südame töö väikese efektiivsusega ja löögimahu langusega intensiivsel tööl /294,296/. V.V.Vassiljeva andmetel /296/ võib liiga kõrge pulsisagedus kutsuda esile nii hapnikupulsi, kui ka hapnikutarbimise languse.

Südame löögisageduse maksimum kesk- ja vanemaalis-  
tel on madalam noortega võrreldes /18,219,248/.

B.H.Christenseni ja P.Högbergi /59/ järgi võib pulsisa-  
geduse maksimum noortel ulatuda 250 löögini min. P.-O.  
Åstrandil /23/ andmetel on maksimaalne pulsisagedus ka  
14-18 a. 200-210 lööki min., 40-a. meestel on see vasta-  
valt 186 lööki min. Juba käesoleva sajandi algul näitas  
Tartu ülikoolis K.Dehio /73/, et vanemaalistel tõuseb  
suutlikkuseni töötamisel pulsisagedus vähem kui noortel.  
Autor seostab südame löögisageduse väiksemat tõusu vane-  
maalistel südame talitluse puudulikkusega tööil.

Südame löögimaht tõusvatel koormustel kasvab peami-  
selt töö algul, raskel tööil süstoolne maht oluliselt ei  
muutu või isegi langeb /27,41,93,296/. Südame löögimahu  
erinevuste põhjuseks tööil on ilmselt mittevõrreldavate  
koormuste sooritamine ja erineva kehalise ettevalmistu-  
suga vaatlusaluste kasutamine. Tulemuste lahkuminevust  
võiks seletada ka kasutatavate südame löögimahu määrami-  
se meetodika erinevustega. Raskel kehalisel pingutusel  
täheleandis löögimahu kasvu C.B.Chapman kaasautoritega /58/  
ja I.R.Wang kaasautoritega /265,266/.

L.G.Ekelundi ja A.Holmgreni andmetel /92/ võib löö-  
gimaht koormusel (200 kga/min. langeda isegi alla lähte-  
tasene. B.S.Tabakini jt. järgi /252/ hakkas südame löö-  
gimaht langema alates töö võimsusest, mil hapniku tarbi-  
mine ületas 3,5 l/min. Süstoolse mahu maksimum esineb

pulsisagedusel 110-130 lööki min. /27,216/. B.Saltini uuringust /230/ selgus, et südame löögimaht ei kasva peale esialgset tõusu koormusel, kui hapniku tarbimine moodustab hapnikulaest 40 %. V.V.Vassiljeva /296/ andmetel ei muutu südame löögimaht kehalisel tööl oluliselt. Ka T.Sjöstrandi /244/ ja R.Rushmeri /227/ andmetel ei muutu löögimaht oluliselt töö sooritamisel.

Mõõdaka intensiivsusega koormustel on treenitute löögimaht suurem võrreldes spordiga mittetegelejatega /14,108,113,197/. J.S.Hansen ja B.S.Tabakin /113/ said treenitutel koormusel 1225 kg/min. keskaiseks löögimahuks 159 ml, mittersportlastel oli keskaine löögimaht samal koormusel 136 ml. E.Asmussen ja M.Nielsen andmetel /14/ ulatus treenitute südame löögimaht 150-170 ml sellisel koormusel, mille puhul hapniku tarbimine oli 2 l/min. Südame löögimahu sama suurusi esitatakse ka teistes töödes /27,196/.

Treeningu mõju südame löögimahu kasvule tööl on näidatud mitmetes töödes /91,233,252/. Vastupidiselt eespool toodud seisukohtadele eitab V.V.Vassiljeva /296/ löögimahu muutumist olenevalt treenitusest.

Südame löögimaht on väiksem kesk- ja vanemaalis-  
tel /20,56/.

Südame minutimaht suureneb kasvavatel koormustel vastavalt koormuse kasvule ja hapniku tarbimise tõusule /27, 230/. Seevastu püsiva intensiivsusega tööl muutub südame minutimaht peamiselt töö algul /81,108/.

Südame minutimahu suurenemine on seoses nii pulsisageduse kasvuga kui löögimahu tõusuga /56,58,198/. Seejuures paljude autorite tööd näitavad, et südame minutimahu kasv tööil sõltub siiski peamiselt pulsisageduse kasvust /27,40,135,137,227,296,337/.

B.Saltini uurimus /230/ näitab, et südame minutimaht suureneb nii pulsisageduse kasvu kui löögimahu tõusu arvel kuni hapniku tarbimiseni 40 % hapnikulaest. Suurematel koormustel oleneb südame minutimahu tõus peamiselt löögisageduse kasvust.

G.Grimby ja kaasautorid /108/ said tervetel meestel keskmiseks südame minutimahuks koormusel 300 kg/min., 9,41 l/min., koormusel 600 kg/min. oli aga südame minutimaht 12,91 l/min. Viimasel töökoormusel (900 kg/min.) leiti südame minutimahuks 16,35 l/min.

Südame minutimaht submaksimaalsel tööl on S.Bevegardi ja kaasautorite andmetel /40/ suurem treenitutel spordiga mittetegelejatega võrreldes. Olulist vahet südame minutimahu sportlastel ja mittetreenitutel ei leidnud J.S.Hanson ja B.S.Tabakin /113/.

Treeningu mõju südame minutimahule submaksimaalsetel koormustel ei täheldanud B.S.Tabakin kaasautoritega /252/. M.E.Freedman /100/. M/H.Frick, A.Konttinen, H.S.S.Sarajas /101/, V.V.Vassiljeva /296/jt.

Südame minutimahu maksimaalseks väärtuseks loetakse kaasajal meestel 26-30 l/min. /56,230,296/. Väärtused üle 40-45 l/min. pole ilmselt tõepärased /59/.

Treeningu mõjul sai maksimaalse südame minutimahu kasvu B.Ekblom kaasautoritega /91/. Ka B.Saltini ja kaasautorite /233/ uuring näitab, et kehalise treeninguga võib südame maksimaalne minutimaht kasvada. Treenituse mõju südame maksimaalsele minutimahule ei kinnita V.V.Vassiljeva /296/ tööd. W.B.Jones'i ja kaasautorite /154/ andmetest nähtub, et kasvavatel koormustel saavutab südame minutimaht kiiremini "steady state" parema kehalise ettevalmistusega uuritavatel.

Naistel täheldatakse madalamat minutimahtu nii mõõduka intensiivsusega tööl kui maksimaalsetel pingutustel /120,248/. kui meestel.

Kesk- ja vanemaelistel on maksimaalne minutimaht väiksem kui noortel /20,217,257/.

Maksimaalne vererõhk kasvab tõusvatel koormustel kuni teatud väärtuseni, millest alates arteriaalne rõhk ei tõuse, või tekib rõhu langus /108,135,327/. S.Oja, A.Viru ja E.Viru /207/ leidsid, et maksimaalne vererõhk langeb

töö intensiivsuse tõustes sel juhul, kui eelaine töökoormus põhjustab südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsete võimete ulatusliku mobiliseerimise.

Möödäka intensiivsusega standardkoormuste puhul toimub spordiga mittetegelejalte ulatuslikum vererõhu tõus kui treenitudel /106,135/. A.Holmgreni andmetel /135/ oli koormuse puhul 300 kga/min. sportlaste maksimaalse vererõhu kasv 8 mm Hg. Mitte-treenitudil oli samasugusel koormusel vererõhu kasv 19 mm Hg /106/. Seevastu R.E.Motõljanskaja koos kaasautoritega /327/ leidis ühel ja samal koormusel suurema süstoolse vererõhu kasvu sportlastel kui mitte-treenitudel. Treeningu mõju tööaegse maksimaalse vererõhu muutustele ei täheldanud B.S.Tabakin kaasautoritega /252/. Ka V.V.Vassiljeva andmetel /296/ ei olene vererõhu reaktsioon koormuste puhul oluliselt treenitusest.

Süstoolse vererõhu maksimaalseks väärtuseks tööil loetakse sportlastel 200-220 mm/Hg /56,135,327/.

Minimaalse vererõhu muutus kehalisel tööil on üldiselt väike /108,295,327/.

Kesk- ja vanemaalistel on vererõhu reaktsioon kehalisel koormusel noortega võrreldes suurem /56,327/.

Viimasel ajal on suuremat tähelepanu pööratud keskaise vererõhu muutuste jälgimisele töö ajal /135,216, 348,349/. A.Holmgreni töös /135/ esines treenitud sport-

lastel keskmise vererõhu tõus vastavalt koormuse intensiivsuse kasvule. H.Reindelli ja H.Roskaani /216/ andmetel kasvas keskmine arteriaalne vererõhk töö ajal kuni 150 mm Hg. Keskmise arteriaalse rõhu registreerimise meetodit on kasutanud kehalise töö ajal M.Epler, A.Viru ja E.Kurrik /348/. Autorid uurisid keskmise arteriaalse rõhu dünaamikat mitmesuguse intensiivsusega kehalisel tööl. M.Epleri /349/ andmetel sõltub keskmise arteriaalse rõhu reaktsioon suurel määral kasutatavast koormusest. Mõõduka intensiivsusega koormustel järgnes keskmise arteriaalse rõhu tõusule selle langus. Kiirusliku iseloomuga tööl keskmine arteriaalne rõhk kasvas kuni 130-150 mm Hg.

Südame töö efektiivsust peegeldab kaudselt hapnikupulss /206,215,216/. Kasvava intensiivsusega tööl hapnikupulss kasvab vastavalt koormuse kasvule /86,175,216,304/. Treenitud sportlastel on hapnikupulsi arvulised väärtused suuremad kui spordiga mittetegelejatel nii mõõduka intensiivsusega tööl kui ka maksimaalsel pingutusel /175,215,217,296,304/.

H.Reindelli ja H.W.Kirchoffi /215/ andmetel olid sportlaste hapnikupulsi väärtused koormusel loo vatti 13,0-20,3 ml. löögi kohta. H.Musshoffi ja kaasautorite /198/ andmetel oli keskmine hapnikupulss spordiga mittetegelejatel meestel koormusel loo vatti 12,3 ml. löögi kohta. Sportlastel oli hapnikupulss samal koormusel keskmiselt 14,8 ml. löögi kohta.

N.I.Volkovi ja kaasautorite /304/ järgi oli keskmine hapnikupulss koormusel 1000 kga/min. 13-aastastel poistel 11,3 ml.löögi kohta, 17-18 aastastel sportlastel aga 12,7 ml.löögi kohta. Täiskasvanud sportlastel oli hapnikupulss samal koormusel 13,2 ml.löögi kohta.

Hapnikupulsi keskmiseks maksimumiks mittetreinitud meestel sai H.Musshoff kaasautoritega /198/ 14,7 ml.löögi kohta. H.Reindelli ja H.W.Kirchoffi andmetel /215/ leiti hapnikupulsi maksimumiks treenitud sportlastel 16,0 ÷ 27,6 ml. löögi kohta. H.Roskaami, H.Reindelli ja M.Mülleri järgi /222/ saadi kõrgeimad hapnikupulsi maksimumi väärtused jalgratturitel ja suusatajatel (22,2 ml.löögi kohta ja 19,6 ml.löögi kohta). Hapnikupulsi maksimum oli madalam võimlejal - 14,4 ml. löögi kohta.

N.I.Volkovi ja kaasautorite /304/ järgi oli kõrgeim hapnikupulss jalgratturitel ja staleritel (24,6 ml.löögi kohta, 22,1 ml. löögi kohta). N.I.Volkovi andmetel /303/ kasvab hapnikupulsi maksimum jooksudistanti pikenedes. Autori järgi oli maksimaalne hapnikupulss rahvusvahelise klassi sportlastel 26,4 ml. löögi kohta teise spordijärgu korral aga vastavalt 18,3 ml.löögi kohta.

## 2. Hingamissüsteemi talitlus ja gaasivahetus kasvavate koormuste puhul.

Hingamise minutimaht ja gaasivahetuse näitajad ( $\dot{V}_{O_2}$ ,  $\dot{V}_{CO_2}$ ) kasvavad tõusvatel koormustel olenevalt võimsusest /70,107,113,168,169,304/. Lineaarsus hingamise minutimahu ja töö intensiivsuse vahel kaob suuremate koormuste puhul.

Mööduka intensiivsusega tööl (1000 kgm/min.) sai H.Davies kaasautoritega /70/ uuritavatel meestel keskmiseks hingamise minutimahuks 54,3 l/min. H.Reindelli ja H.W.Kirchoffi andmetel /215/ oli koormusel 150 W kopsude ventilatsioon vahemikus 36,1 ÷ 45,5 l/min. N.I.Volkovi ja kaasautorite andmetel /304/ oli noorte jooksjate keskmine hingamise minutimaht koormusel 1000 kgm/min. 45,7 l/min. K.Kessler /159/ leidis, et ujujate ja suusatajate hingamise minutimaht koormusel 200 W on 52,5 ÷ 87,0 l/min.

Mööduka intensiivsusega tööl on kõrgema kvalifikatsiooniga sportlastel hingamise minutimaht väiksem kui vähentreenitudel /113,215/.

Kopsude maksimaalne ventilatsioon ulatub töö sooritamisel 40-120 l/min. /69,110,113/. Kopsude maksimaalse ventilatsiooni suurimad väärtused esinevad treenitud sportlastel /18,23,304/.

N.I.Volkovi ja kaasautorite /304/ andmetel kasvas hea treenitusega noorte keskmaajooksjate kopsude ventilatsioon 800-meetriste lõikude läbimisel intensiivsuse tõustes 82,0 liitrit min. kuni 100,1 liitrit min. Madalama kvalifikatsiooniga sportlastel kasvas hingamise minutimaht samasuguste lõikude läbimisel aga 62,9 liitrit min. kuni 70,9 liitrit min. O. Imelik ei leidnud olulist erinevust kopsude ventilatsioonis maksimaalsel tööl veloergomeetrial treenitute ja treenimatute vahel. /313/.

Paljude autorite järgi on hapniku tarbimine mõõduka intensiivsusega koormustel madalam treenitutel kui spordiga mittetegelejatel /113,215,304/. Madalamat hapniku kasutamist standardkoormustel seostatakse sportlastel peamiselt organismi talitluse ökonoomsuse kasvuga.

Vastupidiselt ülaltoodule ei leidnud usaldatavat erinevust hapniku tarbimises mõõduka intensiivsusega tööl sõltuvalt treenitusest H.Musshoff jt. /198/ ning E.Eckoldt kaasautoritega /86/.

Spordiga mittetegelejatel meestel leidis H.Davies kaasautoritega /70/ koormusel 1000 kgm/min. hapniku tarbimise keskmiseks väärtuseks 2286 ml/min. N.I.Volkovi ja kaasautorite /304/ andmetel oli hapniku tarbimine noortel keskmaajooksjatel koormusel 1000 kgm/min. aga 1982 ml/min.

Hapniku tarbimine mõõdukal tööl sõltub ka vanusest. N.I.Volkovi ja kaasautorite andmetel /304/ oli keskmine hapniku tarbimine koormusel 1000 kgm/min. noortel tunduvalt kõrgem kui täiskasvanutel.

Koormuse tõstaisel suutlikkuse piirini hapniku tarbimine kasvab, tekib hapniku tarbimise püsiseisund või ilmneb hapniku tarbimise langus /21,260,296/.

Hapniku tarbimise langus suurematel võimsustel on iseloomulik just halva kehalise ettevalmistusega sportlastele ja spordiga mittetegelejatele /260,296,304,306/.

N.I.Volkovi ja kaasaautorite andmetel /304/ kasvab hapniku tarbimine jooksu kiiruse tõustes kuni kiiruse teatud suuruseni. Alates testud kiirusest kuni individuaalse maksimumini hakkab hapniku tarbimine langema. Autorid seostavad hapniku tarbimise languse suuremal jooksu kiirusel anaeroobse ainevahetuse osatähtsuse kasvuga.

G.Schleusingi ja K.Meineli andmetel /234/ kasvab sportlastel hapniku tarbimine 200-m läbimisel kiiremini kui mittetreenuil.

E.W.Banister ja R.C.Jackson /33/ said ühesuguse hapniku tarbimise veloergomeetrial nii maksimaalse tempo ja väikese koormuse, kui ka madala tempo ja suure koormuse korral. Mõlemal juhul sooritati võrdne tööhulk.

Hapniku tarbimise maksimumi käsitletakse põhjalikumalt kirjanduse ülevaates lk. 16 (vt. ette poole).

Kasvava intensiivsusega tööl on süsihappegaasi eritus standardse koormuse sooritamisel madalam treenitud kui spordiga mittetegelejatel /113,215/. J.S.Hansoni ja Tabakini andmetel /113/ oli mittetreenuil keskaine

süsihappegaasi eritus koormusel 850 kga/min. 1710 ml/min., sportlastel oli süsihappegaasi eritus samal koormusel 1256 ml/min. N.I.Volkovi ja kaasautorite andmetel /304/ oli noortel jooksjatel süsihappegaasi eritus koormusel 1000 kga/min. 1985 ml/min. Madalam süsihappegaasi eritus kasvavatel koormustel iseloomustab anaeroobse ainevahetuse hilisemat "käivitumist" /63,215/. Selle alusel võib arvata, et sportlased suudavad sooritada püsiseisundis tööd hoopis rohkem kui mittetreenuvad.

Seoses treenituse kasvuga langeb mõõdukal tööl hingamiskoeffitsient /86,96/. Võib arvata, et madalam RQ on treenituil standardisel tööl seoses aeroobse ainevahetuse suurema osatähtsusega, mille tõttu vabaneb bikarbonaatidest süsihappegaasi vähem.

Süsihappegaasierituse maksimumi on uuritud suhteliselt vähe. Pingutaval lihastööl vabaneb süsihappegaas nii ainevahetuslikest protsessidest kui ka bikarbonaatidest /63,304,321/. Süsihappegaasi maksimumi alusel saab kaudselt hinnata organismi puhversüsteemide võimsust, tööl tekkinud metaboliitide kuhjumist ja hingamissüsteemi, vereringe talitlust töötamisel.

Kasvava võimsusega töö sooritamisel väheneb koormuste tõustes hapniku kasutamisprotsent, s.o. hapnikusisalduse erinevus väljahingatavas ja sissehingatavas õhus /209,322,323/. Hapniku kasutamisprotsendi mõistega on sarnane hapniku ventilatsiooni ekvivalent /12,329/.

Ventilatsiooni ekvivalent näitab õhu hulka millest organism omastab 100 ml hapnikku.

Hapniku ventilatsiooni ekvivalent arvutatakse järgmiselt /329/:

$$\dot{V}E_{O_2} = \frac{\dot{V}E \text{ ( ml/min. ) ( BTPS )}}{\dot{V}_{O_2} \cdot 10 \text{ (ml/min.) ( STPD)}}$$

kus  $\dot{V}E_{O_2}$  on hapniku ventilatsiooni ekvivalent,

$\dot{V}_E$  on hingamise minutimaht ja

$\dot{V}_{O_2}$  on hapniku tarbimine.

Kõrgemale hingamissüsteemi talitluse efektiivsusele viitavad  $\dot{V}E_{O_2}$  madalamad väärtused. Hapniku kasutamisprotsendi madalamad väärtused aga osutavad hingamissüsteemi talitluse efektiivsuse langusele /323,329/.

Hapniku kõrgem tarbimisprotsent on kehalise koormuse algul, koormust suurendades hapniku kasutamisprotsent langeb /304,323,332/. Seejuures hapniku kasutamisprotsent on maksimaalsel koormusel kõrgem treenitudel kui vähetreennitudel /215,323/. Maksimaalsel koormusel said N. I. Volkov ja kaasautorid /304/ treenitud kergejõustiklastel hapniku kasutamisprotsendiks keskmiselt 4,23 %, parimatel sportlastel ulatus see 5,60-ni. N. I. Volkovi andmetel /303/ oli maksimaalsel pingutusel hapniku ventilatsiooni ekvivalent madalaim rahvusvahelise klassi sportlastel, kõrgem aga teise järgu sportlastel (29,3 ml ja 40,4 ml).

Noortel sportlastel saadi kasvavatel koormustel kõrgemad ventilatsiooni ekvivalendi arväärtused kui täiskasvanud sportlastel /304/, mis näitab, et hingamissüsteemi talitus kasvavatel koormustel on ökonoomsem täiskasvanutel.

### 3. Happe-leelise tasakaalu näitajad kasvavate koormuste tingimustes

Viimastel aastatel on suurenenud tähelepanu happe-leelise tasakaalu muutustele kasvavatel koormustel /78, 79, 104, 112, 123, 158, 162, 224, 258/.

Happe-leelise tasakaalu muutuste iseloomustamiseks määratakse veres rida näitajaid, nagu pH, vere gaaside pinge ( $pCO_2$ ,  $pO_2$ ) bikarbonaatidesisaldus (leelisreserv) puhveraluste sisaldus (BB) ja aluste liig (BE) /31, 123, 241, 330/. Mõned autorid soovivad veel määrata  $CO_2$  "üldist" hulka ( $\Sigma CO_2$ ) ja puhverdefitsiiti /281/.

Vere pH keskiseks väärtuseks jõudeolekus loetakse 7,35 ÷ 7,45 /62, 70, 79, 224/. Küllalt raske kehalise pingutuse sooritamisel pH languse ulatus oleneb koormuse intensiivsusest ja kestvusest, vaatlusaluse treenitusest, välistingimustest jt. teguritest /62, 79, 112, 123/. Kasvava võimsusega tööl langeb pH sõltuvalt koormuse tõusust.

Mõõdukatel koormustel leidis H. Davies kaasautoritega /70/ spordiga mittetegelejatel meestel keskiseks pH väärtuseks 7,304. E. Doll'i ja kaasautorite andmetel /78/ saadi mittetreenitutel koormusel 150 vatti keskmine pH 7,382, sportlastel vastavalt 7,425. J. E. Hansen kaasautoritega /112/ leidis, et mittetreenitute keskmine pH mõõduka intensiivsusega tööl on 7,358.

Kasvava intensiivsusega töö sooritamisel algab pH langus vähentreenitudal varem kui parema kehalise ettevalmistusega sportlastel /62,78,79/. Seoses trenituse kasvuga hakkab ulatuslikum pH langus ilmema suuremate koormuste puhul /62,78/. pH muutusi olenevalt trenitusest seostavad autorid anaeroobse metabolismi hilisema "kõivitumisega" sportlastel.

E.Dolli, J.Keuli ja C.Maiwaldi /79/ arvates oleneb pH muutus arteriaalses veres peamiselt laktaadisisalduse nihetest, kusjuures venoosse vere pH muutust mõjustab peale piimhappe ka süsihappegaasisaldus veres.

J.Keuli, D.Keppleri ja E.Dolli andmetel /162/ iseloomustab pH ning laktaadi ja püruvaadi summa vahelist seost korrelatsioonikordaja  $r = - 0,95$ . A.Bouhuysi ja kaasautorite järgi /47/ oli vastav korrelatsioonikordaja  $r = - 0,78$ .

Kasvavate koormuste tingimustes langeb pH venooses veres rohkem kui arteriaalses veres. E.Dolli ja kaasautorite /79/ andmetel oli keskmine pH venoosses veres peale pingutavat tööd 7,071, arteriaalse vere pH oli samal ajal keskmiselt 7,284.

Suutlikkuseni kasvavate koormuste sooritamisel võib vere pH langeda 7,1 ÷ 6,9. E.Dolli ja kaasautorite andmetel /79/ saadi pH keskmiseks väärtuseks spordiga mitte-tegelejatel pärast maksimaalset pingutust 7,284, sportlastel vastavalt 7,247. C.Clausnitzeri, R.Donaldi ja S.Israeli järgi /62/ langes pH kasvavatel koormustel keskmiselt

7,184-ni. pH väärtusi 7,00 ÷ 6,90 pärast tööd esitatakse teiste autorite poolt /79,123,275,321/.

S.E.Strauzenbergi ja K.Felleri järgi /249/ oleneb pH langus kehalise pingutuse iseloomust. Autorid said keskaiseks pH arvvaartuseks peale 800-m jooksu 7,04, peale 10 000-m läbimist oli aga keskaine pH 7,21.

Nadalain pH kasvavate koormuste tingimustes ei älane töö ajal, vaid taastumisperioodil. E.Dolli ja kaasautorite andmetel /28/ tekib suurim pH langus taastumisperioodi kolmandal minutil. C.Clausnitzer ja kaasautorid /62/ soovivad määrata pH taastumise neljandal minutil, sest sellest ajast alates hakkab näitaja autorite andmetel kasvama.

Hapnikusisaldus arteriaalses veres ( $p_{O_2}$ ) on jõudeolekus 90 ÷ 105 mm Hg /78,79/.

Mõõduka intensiivsusega tööl  $p_{O_2}$  ei muutu märgatavalt, näitaja langus tekib raskel tööl. Taastumisperioodi algul hapnikusisaldus arteriaalses veres kasvab järsult /78,79/.

Hapniku pinge venoosses veres on puhkeseisundis 40-55 mm Hg /79/, kehalisel tööl võib näitaja langeda kuni 15-20 mm Hg /78,79/.

Süsihappegaasi pinge arteriaalses veres on jõudeolekua keskmiselt 35 ÷ 50 mm Hg /62,70,112,281/. Enamik autoreid on leidnud kasvavatel koormustel  $p_{CO_2}$  languse /70, 78,79,112/. Mõned autorid ei märganud olulisi muutusi  $CO_2$  sisalduses arteriaalses veres /138,196/.

Mõõduka intensiivsusega kehalisel tööl võib  $p_{CO_2}$  a langeda 30 ÷ 35 mm Hg /78,79,158/. Suutlikkuse piirini kasvavate koormuste lõpul võib süsihappegaasi pinge arteriaalses veres langeda K.Kesseleri /158/ andmetel kuni 25 mm Hg. E.Doll ja kaasautorid /78/ leidsid  $p_{CO_2}$  a väärtuseks peale rasket tööd sportlastel 28,9 mm Hg. Autorite järgi langeb  $p_{CO_2}$  a kergel tööl sportlastel ja mitte-treenitutel ühesuguselt. Pingutaval tööl leiti sportlastel suurema  $CO_2$  sisalduse langus arteriaalses veres W.Rothi, H.Wuschechi ja W.Schneideri /224/ arvates ei saa  $p_{CO_2}$  a muutuste alusel iseloomustada treenitust.

Noortel toimub kasvavate koormuste tingimustes ulatuslikum  $p_{CO_2}$  a langus kui täiskasvanutel /78/.

Madalaim süsihappegaasi pinge arteriaalses veres tekib taastumisperioodi 9.-10.minutil /62,78/.

Süsihappegaasi pinge venoosses veres on jõudeolekus 35 ÷ 45 mm Hg. Kasvavatel koormustel  $p_{CO_2}$  v tõuseb, ulatudes 60 ÷ 70 mm Hg / 78,79/.

Standardbikarbonaatide (SB) sisalduseks arteriaalses veres jõudeolekus loetakse 24 ÷ 27 m-Eq/l /31,70,78,112/. Kasvavatel koormustel langeb SB sisaldus sõltuvalt pingutuse raskusest.

Mõõduka intensiivsusega tööl said H.Davies ja kaasautorid /70/ SB keskaiseks väärtuseks spordiga mittetegelejalatel 15,6 m-Eq/l. E.Dolli ja kaasautorite /78/ järgi

oli sportlastel töö sooritamisel madalaim SB 16,7 m-Eq/l.

Standardkarbonaatide madalamad väärtused esinevad E.Dolli ja kaasautorite andmetel /78/ taastumise 3. minutil. C.Clausnitzeri jt. /62/ järgi on SB hulk veres väiksem taastumisperioodi neljandal minutil. Standardbikarbonaatide väiksemaks sisalduseks taastumisel loetakse  $13 \div 14$  m-Eq/l /62,78/.

Kasvava intensiivsusega tööl tekib mittetreenuil SB ulatuslikum langus väiksema koormuse juures kui hea treenitusega sportlastel /78,224/.

Standardbikarbonaatide languse ulatus töö sooritamisel sõltub oluliselt happeliste ainete kuhjumisest veres. J.Keuli, D.Keppleri ja E.Dolli järgi /162/ iseloomustab laktaadi ja püruvaadi summa ning standardbikarbonaatide vahelist seost korrelatsioonikordaja  $r = -0,94$ . Autorite järgi on 95 % standardbikarbonaatide langusest põhjustatud piimhappe ja püruuvhappe poolt, 5 % SB langusest on seoses vabade rasvhapete kasvuga veres. A/Bouhuys ja kaasautorid /47/ leidsid SB ja laktaadisisalduse vaheliseks korrelatsioonikordajaks  $r = -0,78$ .

Van Slyke /259/ nimetas bikarbonaatide sisaldust veres "reservleeliseks". Reservleelise määramiseks leitakse see  $\text{CO}_2$  hulk, mida veri suudab siduda kindla  $p_{\text{CO}_2}$  ja temperatuuri juures. Keskmiseks reservleelisuseks jõudeolekus on  $45 \div 60$   $\text{CO}_2$  mahu %. Treenitutel on täheldatud

suuremat reservleelisust kui spordiga mittetegelejatel /321/. N.P.Jeremenko andmetel /309/ toimub reservleelisuse langus kordustöödel peamiselt pärast esimest tööd.

Aluste liia (BE) keskmine väärtus arteriaalses veres on jõudeolekus  $+1,5 \div -1,5$  m-Eq/l /78,281/ BE kliiniliseks normiks loetakse  $+3,0 - -3,0$  m-Eq/l /339/.

+ näitab aluseliste ainete kasvu veres (happeliste ainete vähenemist), - märk näitab vastupidist.

Kasvava intensiivsusega tööl vere aluste liig langeb ja näitaja muutub negatiivseks. Hõõduka intensiivsusega tööl (loo W) said E.Doll ja kaasautorid /78/ BE keskaiseks väärtuseks arteriaalses veres mittetreinituil  $-3,44$  m-Eq/l, sportlastel  $+0,38$  m-Eq/l. Pärast pingutatvat kehalist tööd võib BE langeda  $-10, -15$  m-Eq/l /62, 78/.

Seoses treenituse tõusuga tekib ulatuslikum BE negatiivsus suuremate koormuste puhul /78,224/.

Suurim BE negatiivsus ilmneb C.Clauznitzeri ja kaasautorite andmetel /62/ taastumisperioodi neljandal minutil, W.Nährleini jt. järgi /175/ tekib madalaim BE tase veres taastumisperioodi viiendal minutil, E.Dolli ja kaasautorite andmetel /78/ tekib suurim BE langus aga taastumise 3. minutil.

Aluste liia langus kasvavatel koormustel on olulisel seoses piimahappe- ja püruuvhappesisalduse kasvuga veres. A.I.Bouhuys ja kaasautorid /47/ toovad BE ja

laktaadisisalduse muutuste seose iseloomustamiseks korrelatsioonikordaja  $r = -0,79$ . Piimhappe tõusu ja BE languse vastastikust seost kirjeldavad ka teised autorid /170/. Erinevalt eeltoodust said K.Jagemann, B.Pansold ja W.Roth /151/ kasvavate koormuste kasutamisel BE ja laktaadisisalduse muutuste erineva dünaamika. Autorite arvates iseloomustab BE piimhappesisalduse muutusi veres ainult osaliselt. Antud koormustel võis aluste liiga mõjustada peale piimhappe ka vabade rashapete hulga tõus veres, sest koormused olid küllalt kestvad.

Puhveraluste (BB) keskmine väärtus jõudeolekus on 40-50 mEq/l. Näitaja iseloomustab peale bikarbonaatide ioonide ka valgu anioonide sisaldust veres. Nimetatud näitajat kasutatakse suhteliselt vähe, sest BB võib individuaalselt olla väga erinev.

"Üldise  $CO_2$ " leidmiseks kasutatakse järgmist valemit /281/:

$$\Sigma CO_2 = AB + p_{CO_2} \cdot 0,03,$$

kus  $\Sigma CO_2$  on üldine  $CO_2$  sisaldus; AB on bikarbonaatide tegelik sisaldus veres;  $p_{CO_2}$  on süsihappegaasi pinge veres.

Puhverdefitsiit arvutatakse järgmiselt /281/:

$$PD = 0,8 \cdot \Delta SB \cdot W,$$

kus PD on puhverdefitsiit;  $\Delta SB$  on standardbikarbonaatide langus töö ajal; W on uuritava keha keal kg.

Puhverdefitsiidi näitajat on kasutatud treenituse hindamisel vähe.

## PROBLEEMIST.

Läbitöötatud kirjandusest selgub, et organismi funktsionaalse seisundi hindamisel kasutatakse sageli viie-kuue minuti järel kasvava koormusega tööd veloergomeetril. Töö tingimustes hinnatakse vaatlusaluste üldist kehalist ettevalmistust ning määratakse aeroobne ja anaeroobne töövõime.

Spordipraktikas osutub viie-kuue minutilist kasvavate koormuste kasutamine suure ajakulu tõttu sageli ebaotstarbekaks. Selle meetodi kasutamise puuduseks võib pidada ka väsimusnähtude teket just liigutusaparaadis, mis sageli takistab töö edasist jätkamist. Seoses sellega tekib küsimus, kas organismi funktsionaalse seisundi hindamisel ei osutu sobivamaks kahe minutiliste kasvavate koormuste kasutamine? Kirjanduse andmetel on neid koormusi treenituse kompleksel hindamisel kasutatud suhteliselt vähe.

Käesoleva töö ette seatakse järgmised ülesanded:

1. Anda hinnang iga kahe minuti järel 50 vati võrra suutlikkuse piirini kasvavate koormuste kasutamisele organismi funktsionaalse seisundi hindamisel.
2. Iseloomustada südame-veresoonekonna ja hingamisüsteemi talitluse ning vere koostise muutusi iga kahe minuti järel kasvavate koormustega töö tingimustes.

3. Leida südame-veresoonkonna ja hingamisüsteemi talitluse ning vere koostise näitajate vahelised korrelatiivsed seosed kasvavatel koormustel.
4. Leida üldise kehalise ettevalmistuse ning aeroobse ja anaeroobse töövõime näitajad kasvavate koormuste tingimustes.
5. Leida aeroobse ja anaeroobse töövõime näitajate vastastikused korrelatiivsed seosed.

## B. METOODIKA.

### I. Vaatlusaluste iseloomustus.

Uurimused tehti 22 meessportlasel ja 16 spordiga mittetegelejal mehel. Uuritavatest sportlastest üks oli rahvusvaheline meister, kolmel oli meistrijärk, kolmel meistrikandidaadi järk, seitsmel oli esimene spordijärk ja kaheksal oli teine spordijärk. Staasikaanaks sportlaseks oli vabariigi rekordimanik 5000 ja 10 000 m jooksus, rahvusvaheline meister A.N. Vaatlusalustest oli keskmaajooksjaid 13, pikamaajooksjaid seitse ja kaks sportlast tegelesid võistluskäimisega. Uuringud tehti üleminekuperioodi lõpul (november-detsember).

Kõik sportlased olid dispanseeritud Tartu Linna Arstlik-Kehakultuuri Dispanseris. Uuringute ajal tundsid nad end hästi; treeningute arv ulatus nädalas viieks kuni.

Sportlaste rühma keskmine vanus oli  $21,4 \pm 0,8$  a., varieerudes 18.-28. eluaastani. Sportlaste keskmine pikkus oli  $177,7 \pm 1,2$  cm, keskmine kaal  $69,1 \pm 1,5$  kg. Andmed sportlaste antropomeetriliste uuringute ja sportliku tegevuse kohta esitatakse tabelis 1.

Spordiga mittetegelejate rühma keskmine vanus oli  $24,1 \pm 0,9$  aastat, pikkus  $178,6 \pm 2,0$  cm ja keskmine

kaal  $73,9 \pm 1,4$  kg (tabel 2.). Spordiga mittetegelejate rühmas oli 14 üliõpilast ja 2 TRÜ õppejõudu. Spordiga mittetegelejad olid ambulatoorse järelvalve all TRÜ arttipunktis. Arstlikul järelvaatlusel ei sedastatud uuritavatel tervislikus seisundis kõrvalekaldu- aisi.

## II Vaatluste korraldus.

### Kasutatud aparatuur.

Uuringud tehti vaatlusalustel 2-2,5 tundi pärast hommikueinet, ajavahemikus kella 10-14. Laboratooriumi siseneisel tutvustati uuritavaid katse korraldusega, võeti sportlik anamnees ja määrati hingamisüsteemi seisundit iseloomustavad näitajad.

Vaatlusalustel määrati kopsude eluline mahtuvus standardse vesispirometri abil kolm korda, kusjuures protokollis kanti suurim näit.

Hingamislihaste jõu ja võimsuse iseloomustamiseks määrati pneumotahhomeetria näitajad nii sisse- kui väljahingamisel. Selleks kasutati kodumaise päritoluga pneumotahhomeetrit ПТ-2. Uuringud fikseeriti pneumotahhomeetri suurim näit 1/sek.

Maksimaalse ventilatsiooni määramisel hingas vaatlusalune 15 sekundi jooksul optimaalses rütmis klapiga varustatud Douglasi kotti. Õhutakistuse vähendamiseks suurendati Douglasi koti ava 31 millimeetrini. Maksi-

maalse ventilatsiooni määramise ajal suleti vaatlusaluse nina vastava sulguri abil. Douglasi koti maht määrati eelnevalt kalibreeritud gaasikella abil. Maksimaalne ventilatsioon väljendatakse l/min.kohta. Maksimaalne ventilatsioon määrati igal vaatlusalusel 2-3 korda, protokollis kanti suurim näit.

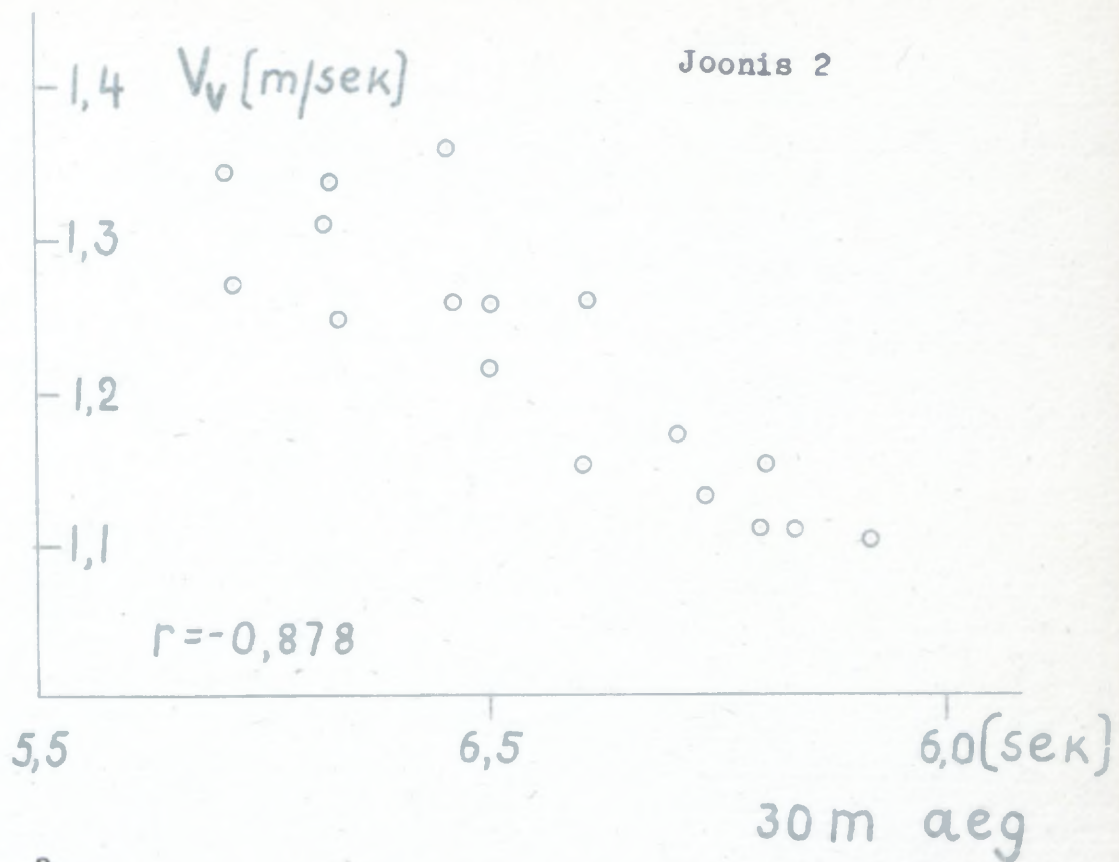
Jalalihaste anaeroobse võimsuse hindamiseks kasutati R.Margaria jt. /187/ soovitatud testi. Vaatlusalune jooksis tavalisest trepist maksimaalse kiirusega üles. Elektrilise ajamõõtja abil fikseeriti 4 tavalise trepiastme läbimise aeg 0,01 sekundi täpsusega. Kasutatava trepi astmete arv oli 10, astme kõrgus 17 cm. Hoovõtuks kasutati trepi ees olevat 2-3 m pikkust lõiku. Jooksupärga fikseeriti alates seitsmendast astmest. Astmele asetatud lülitusplaadile astumisel sulgus vooluring ja käivitus elektriline ajamõõtja. Jõudes trepi viimasele s.o. kümnendala astmele, lülitati lülitusplaadile astumisel vooluring välja ja ajamõõtja osuti peatus. Sportlase arendatava kiiruse vertikaalkomponendi leidmiseks jagati läbitud tee vertikaallõigu pikkus jooksupärga. Sellisel pingutusel iseloomustab jooksupärga vertikaalkiirus jalalihaste võimsust (m/sek. = kgn/kg sek.). Korrutades leitud vertikaalkiiruse m/sek. vaatlusaluse kehakaaluga, saadakse arendatava võimsuse absoluutväärtus kgn/sek. Vilumuse omandamiseks sooritas vaatlusalune trepist üles jooksupärga 4-5 korda. Jooksupärga kiiruseks registreeriti

lühiaeg. Nimetatud testi kasutamist sportlase treenituse hindamiseks toetavad eelkatsete tulemused 16 noorel sõudjal ja 13 võrkpalluril (vt. tabelid 3,4). Korrelatsioonianalüüs näitas, et suurema vertikaalkiirusega sportlased saavutavad paremaid tulemusi lühinaajooksus ( $r = -0,878$ ). Seos vertikaalkiiruse ja resultaadi vahel nõrgenes jooksudistantsi pikenedes (joonis 2). Korrelatsioonikordajaks üleshüppevõime ja vertikaalkiiruse vahel leiti võrkpalluritel 0,670.

Südame löögisagedus registreeriti TRÜ Eksperimentaaltöökogas valmistatud kardiotahhograafi abil, mis võimaldab EKG R-R sakkide vahelise intervalli pidevat mõõtmist ja automaatset analüüsi. Lähtudes R-R sakkide intervallide kestusest, hindab aparaat igale intervallile vastavat sagedust. Aparaaadi väljendis antakse südame löögisagedus lineaarse suhtena.

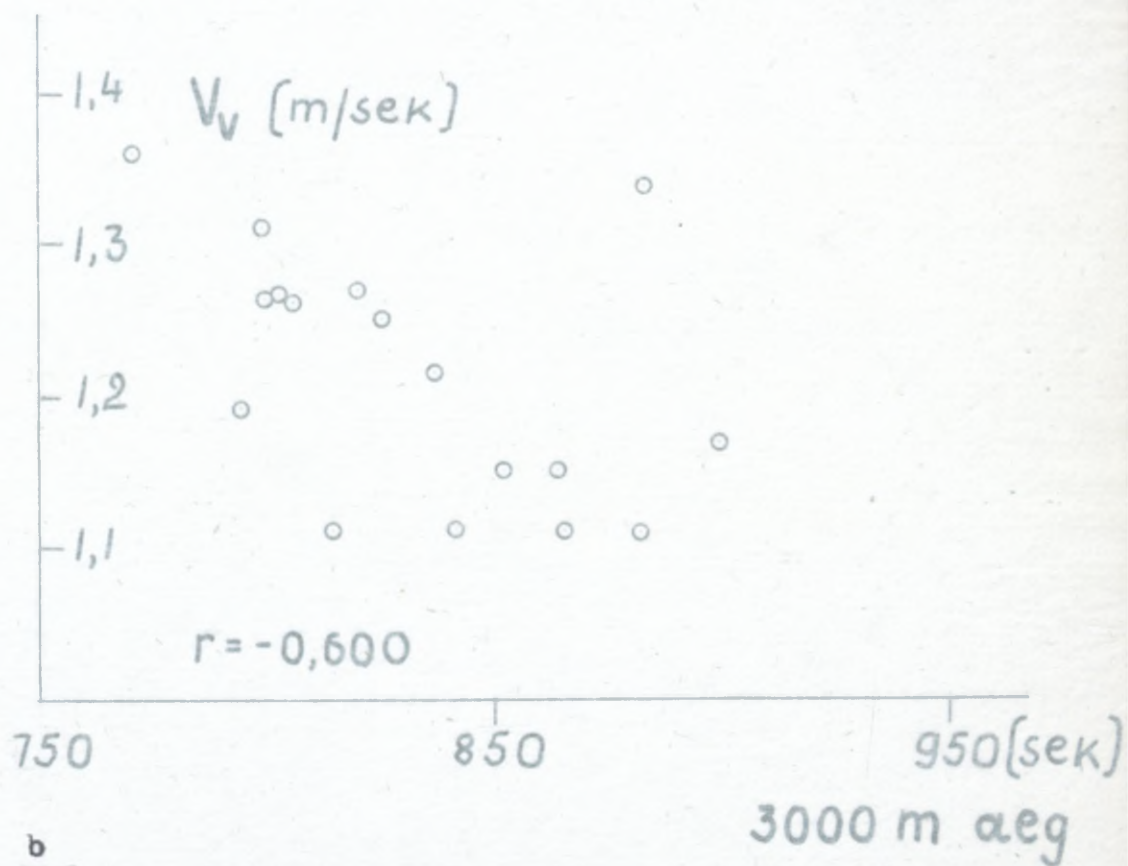
Anduritena kasutati TRÜ Eksperimentaaltöökogas valmistatud metallelektroode, mis paigutati rindkere eesmisele seinale lülituses N<sub>1</sub> Butšenko järgi /51.233/. Eelnevalt puhastati vastav nahapiirkond zilet, liivapaberi ja eetri abil. Elektroodipastana kasutati tavalist hambapastat "Meri", millele lisati juurde keedusoola. Elektroodid kinnitati nahale spetsiaalse liimi abil.

Elektrokardiogramm registreeriti kodumaise päritoluga ühe kanaliga tindikirjutajaga elektrokardiograafi abil.



a

Korrelatiivne seos vertikaalkiiruse ja 30 m jooksu resultaadi vahel.



b

Korrelatiivne seos vertikaalkiiruse ja 3000 m jooksu resultaadi vahel.

Hingamissagedus registreeriti tavalise pneumogrammi kujul tindikirjutaja abil kardiotahhograafi paberile.

Oksühemoglobiinisisalduse määramiseks kasutati oksühemograafi o36 M. Vaatlusaluse kõrvalestale asetati fotoelektriline andur läbiva valgusvoolu muutuste diferentseeritud hindamiseks.

Gaasialüüs tehti Douglas-Haldane'i modifitseeritud meetodi abil. Väljahingatav õhk juhti huuliku ja klappidega varustatud maski, - kummitorude süsteemi ning vastava kolmikkraani abil Douglasi kottidesse. Kasutatud kummitorude ja kraanide süsteemi sisemine diameeter oli 31 mm. Mask ja kraanide süsteem valmistati TRÜ Eksperimentaaltöökijas. Douglasi koti maht määrati gaasikella abil. Hapniku ja süsihappegaasi sisalduse määramiseks väljahingatavas õhuproovis kasutati Võru Gaasialüüsaatorite Tehases valmistatud gaasialüüsaatorit K.M. o2o2. Paralleelselt tehti õhuproovide analüüs Haldane'i aparaadiga.

Hapniku tarbimise ja süsihappegaasi eritumise näidud viidi standardtingimustele (STPD), kopsumahud väljendati BTSP tingimustes. Vastavate paranduste tegemisel kasutati tabeleid /311/. Hapnikuvõla talumise iseloomustamiseks kasutatakse nn. suhtelist hapnikuvõlga, mis leitakse taastumisperioodi viie minuti kohta.

Hapniku tarbimise maksimumi määramise meetodite võrdlemiseks leiti eelkatsetes hapnikutarbimise maksimum

kuuel vaatlusalusel erinevate koormuste abil. Tööna kasutati kahe- ja kueminutilisi suutlikkuse piirini kasvavaid koormusi (tabel 5).

Tabel 5.

Hapniku tarbimise maksimumi määramine erinevatel meetoditel.

Vaatlusalus- alune	6-min. koormused		2-min. koormused	
	$\dot{V}$ max (lööki min.)	$\dot{V}_{O_2}$ max (l/min.)	$\dot{V}$ max (lööki min.)	$\dot{V}_{O_2}$ max (l/min.)
1. A.M.	186	3,80	188	4.20
2. E.P.	182	4,50	192	5.20
3. K.P.	184	4.30	182	5.00
4. A.V.	190	4.40	185	4.45
5. H.S.	172	4.80	174	5.25
6. R.T.	174	3.90	172	4.10
$\bar{x}$	181	4.26	182	4.70

Kahe erineva meetodi võrdlane näitas, et kõrgead hapnikulae näidud saadakse kahe minuti järel kasvavate koormuste kasutamisel ( $p < 0,01$ ).

Kehalise töövõime  $PWC_{170}$  hinnati vaatlusalustel iga kahe minuti järel 50 W võrra kasvavate koormuste abil Seejuures  $PWC_{170}$  arvutamiseks kasutati V.L.Karpmäni ja kaasautorite /317/ soovitatud valemit:

$$PWC_{170} = N_1 - N_2 \left( \frac{170 - F_1}{F_2 - F_1} \right),$$

- kus  $PWC_{170}$  on kehaline töövõime,  $kgm/min.$ ;
- $N_1$  on esimese koormus,  $kgm/min.$ ;
- $N_2$  on teine koormus,  $kgm/min.$
- $F_1$  on pulsisagedus esimesel koormusel, lööki min.;
- $F_2$  on pulsisagedus teisel koormusel, lööki min.

Esimeseks koormuseks võeti 150 W, teiseks koormuseks aga 250 W. Nimetatud koormustel saavutas enamusel vaatlusalustel südame löögisagedus teisel minutil püsitaseme.

$PWC_{170}$  määramist iga kahe minuti järel kasvavatel koormustel toetavad eelkatsete tulemused künnel vaatlusalusel. Näitaja  $PWC_{170}$  leidmiseks kasutati kahte erineva võimsusega viieminutilist tööd (100 ja 200 W) ja iga kahe minuti järel 50 W võrra kasvavaid koormusi veloergomeetril. Vaatlustulemused esitatakse tabelis 6. Eelkatsete tulemused näitasid, et  $PWC_{170}$  määramisel suutlikkuse piirini kasvavate kaheminutiliste koormustega ja kahe viieminutilise töö sooritamisel ei teki tulemustes usaldatavat erinevust ( $p < 0,01$ ). Südame maht leiti fluorograafilise meetodi abil /318/.

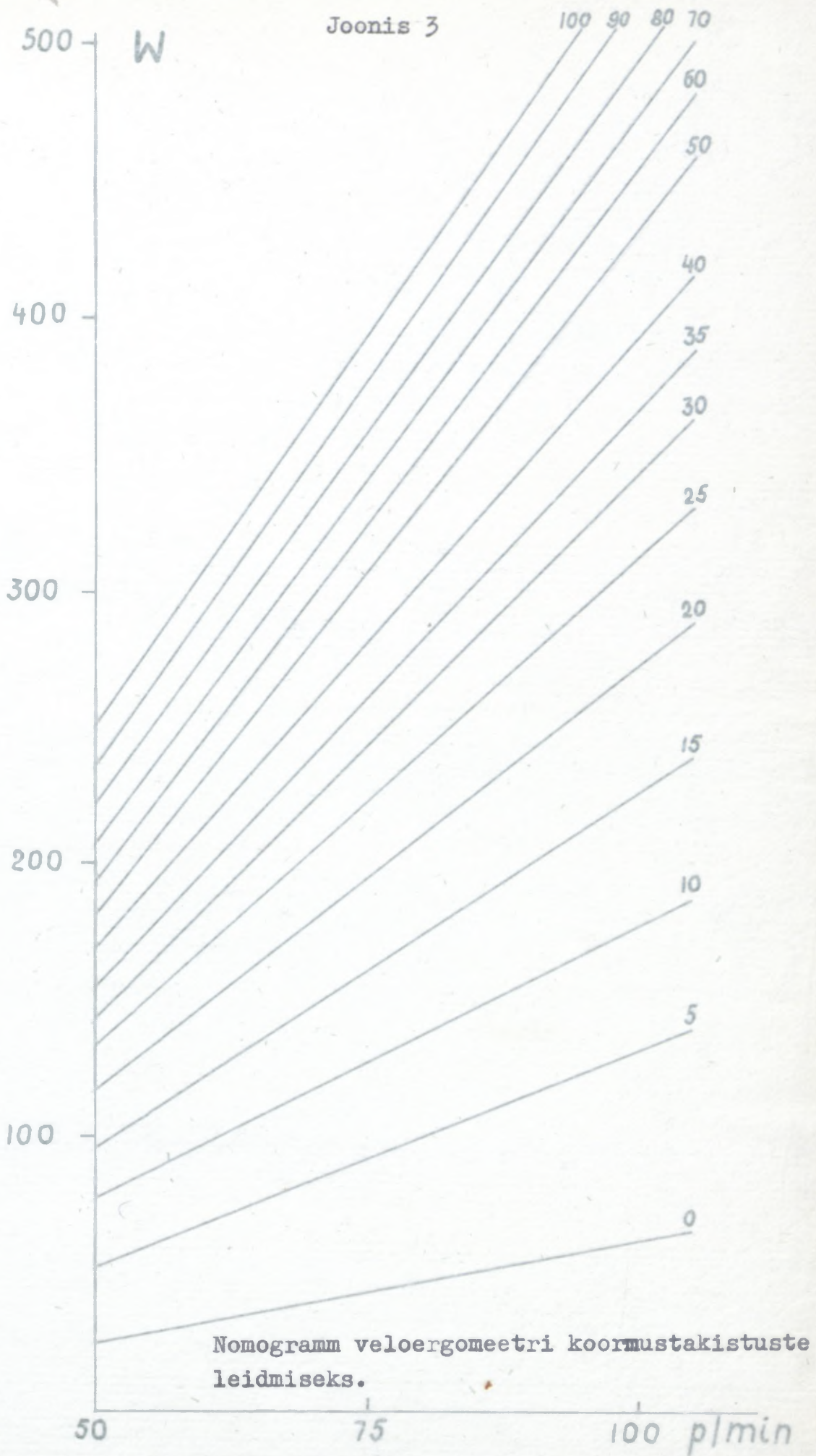
T a b e l 6.

PWC<sub>170</sub> määramine erinevate meetodite abil (kga/min.).

Vaatlusalune	5-min. kooraused	2-min. kooraused
M.M.	1200	1200
T.K.	1170	1150
M.P.	950	1020
R.A.	1470	1530
M.L.	888	840
R.R.	1270	1100
A.Ü.	1001	1008
A.A.	1580	1270
O.K.	1470	1570
T.S.	1830	1900
$\bar{x}$	1282,9	1288,8

Enne töö alustamist istus vaatlusalune veloergomeetri sadulas 9-10 minutit. Sel ajal asetati vaatlusaluse rindkerele elektrodid ja kinnitati pneumograafi mansett ümber rindkere. Vaatlusaluse kõrvalehele paigutati oksühemograafi fotoelektriline andur. Sõrme hüperemia esilekutsumiseks kasutati elektrisoojenduskotti. Neli-viis minutit enne töö algust võeti vaatlusaluse sõrmest vereproov erütrotsüütide arvu, hemoglobiinisalduse, hematokriti, piimhappe, püruuvhappe ja happe-leelise tasakaalu näitajate määramiseks. Seejärel koguti väljahingatav õhk ühe minuti kestel Douglasi kotti ja registreeriti EKG. Südame löögisagedus, hingamissagedus ja oksühemogramm registreeriti pidevalt töö eel, kehalise pingutuse sooritamisel ja viie-minutilise taastumisperioodi vältel.

Joonis 3



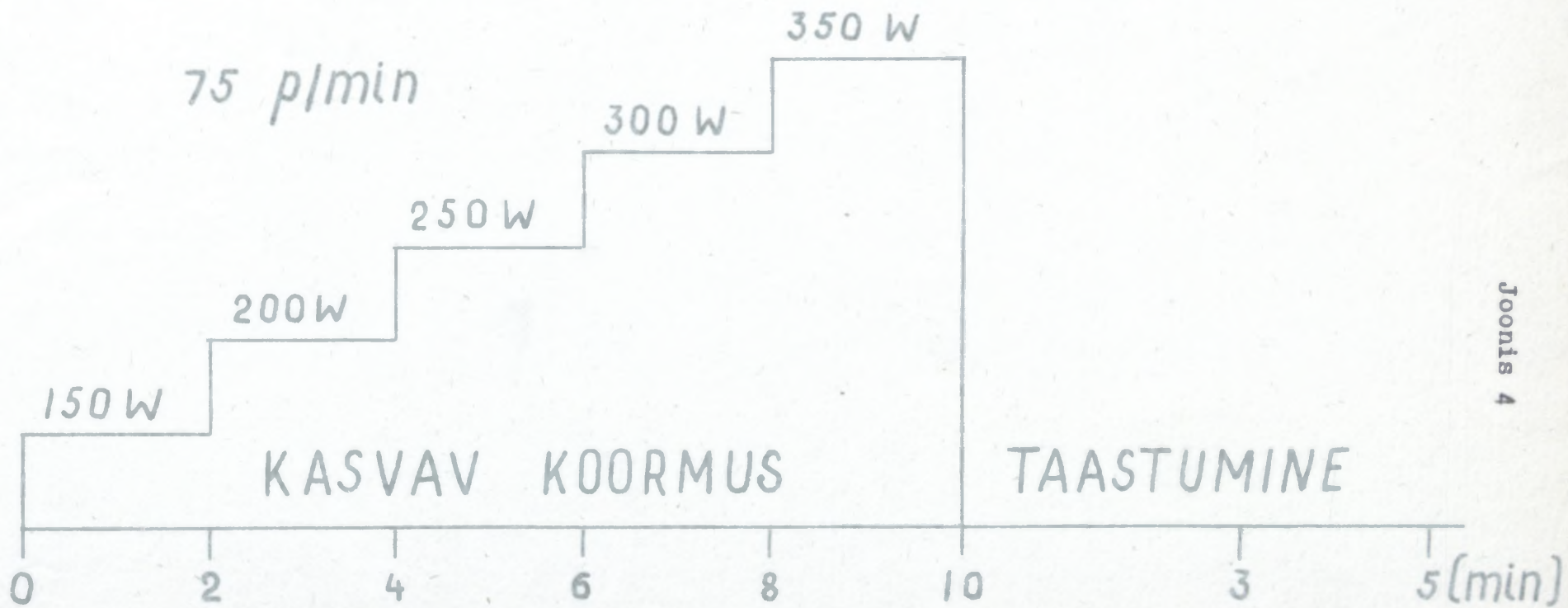
Kehaline töö sooritati TRÜ Eksperimentaaltöökogas valmistatud veloergomeetril. Sooritatav koormus sõltub kasutataval veloergomeetril nii pedaalipöörete sagedusest kui ka generaatori koormustakistusest. Vaatluse ajal kasutati püsivat pedaalipöörete arvu minutis (75 p/min.). Koormuse muutmiseks kasutati erinevaid koormustakistusi (joonis 3).

Ühtlane tempo saavutati metronoomi abil. Tööd alustati käsklusel "alga", millele eelnes ettevalmistav käsklus "valmis". Esimeseks töökoormuseks valiti 150 W, iga kahe minuti möödudes tõsteti koormust (ilma puhkepausideta) 50 W võrra kuni suutlikkuse piirini (joonis 4). Pärast töö lõppu jäi vaatlusalune 5-6 minutiks istuma veloergomeetrile.

Töö sooritamisel koguti väljahingatav õhk eraldi Douglasi kottidesse iga koormuse viimase 30 sekundi kestel. Taastumisperioodil jätkati väljahingatava õhu kogumist 5 minuti kestel.

Elektrokardiogramm registreeriti töö iga minuti jooksul 15-sek. ajaintervallide kaupa. Pärast töö lõppu jätkati EKG registreerimist igal minutil kuni taastumise viienda minutini.

Pärast töö lõppu võeti taastumise kolmandal minutil eelnevalt soojendatud sõrmest vereproov happelise tasakaalu näitajate, hemoglobiinisalduse, erütrotsüütide arvu ja hematokriti määramiseks. Taastumisperioodi 4.-5. minutil võeti vereproov sõrmest piin-



Joonis 4

Kasutatava koormuse skeem.

happe- ja püruuvhappesisalduse määraiseks. Piishappesisaldus määrati veres Barker-Sumersoni järgi /35/. püruuvhappe määraiseks kasutati Friedemann'i meetodit /103/. Happe-leelise tasakaalu näitajad leiti Astrupi mikromeetodil /31/.

Hemoglobiinisalduse ja erütrotsüütide arvu määraiseks kasutati erütrohemomeetrit 065.

### III. Statistilise analüüsi meetodid.

Saadud vaatlustulemuste analüüsimisel kasutati 95 % usaldusastet, s.t., et nii usalduspiirid aritmeetiliste keskmiste kohta kui ka individuaalsed hajumispiirid on antud 95 %-lise nullhüpoteesi tõenäosusega.

Vaatlusaluste rühma kohta arvutati aritmeetiline keskmine:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

kus  $x_i$  on näitaja üksikväärtused;

$N$  on vaatlusaluste arv.

Standardhälve leiti järgniselt:

$$s_x = \frac{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2}}{N - 1}$$

Aritmeetilise keskmise standardhälbe leidmiseks kasutati valemit:

$$s_{\bar{x}} = \frac{s_x}{N}$$

Hajumispiiride iseloomustamiseks on kasutatud ka variatsiooni ulatust:

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Aritmeetiliste keskuste erinevuse tõepärasuse leidmiseks kasutati valemit:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{s_x^2 + s_y^2}}$$

Üksikute näitajate vaheliste seoste hindamiseks arvutati korrelatsioonikordaja  $r$  lineaarse seose näitajana:

$$r = \frac{\sum (\bar{x} - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (\bar{x} - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Usaldatavate korrelatsioonide 95 % piirväärtuseks on võetud sportlaste rühma puhul  $r = 0.4063$  ja spordiga mittetegelejate rühmal  $r = 0.4683$  /305/.

Maksimaalse korrelatsiooni tee on leitud L.Võhandu /264/ järgi. Faktoranalüüs tehti P.Lorenzi järgi /171/.

Töös kasutati elektronarvutit Ural-4.

#### IV. Töö kasutatud sümbolid ja lühendid.<sup>+</sup>

- $\dot{V}_E$  - hingamise minutinaht, l/min.  
 $\Delta O_2\%$  - hapniku kasutamise protsent, %.  
 $P_{ECO_2}$  - süsihappegaasisisaldus väljahingatavas õhus, %.

- $\dot{V}_{O_2}$  - hapniku tarbimine, l/min.  
 $\dot{V}_{CO_2}$  - süsihappegaasi eritus, l/min.  
RQ - respiratoorne koefitsient  
 $\dot{f}$  - hingamissagedus, hingamistsükli min.  
 $\dot{P}$  - südame löögisagedus, lööki min.  
TPS - pulsilöökide summa taastumisperioodi  
3 minuti kohta  
HV - südame maht, cm<sup>3</sup>  
PWC<sub>170</sub> - kehalise töövõime näitaja, kg/min.  
Vv - vertikaalkiirus, m/sek.  
HbO<sub>2</sub>% - oksühemoglobiini sisaldus arteriaalses  
veres, %  
VK - kopsude eluline mahtuvus, ml  
PN<sub>1</sub> - pneumotahomeetris näitaja sissehingami-  
sel  
 $\dot{V}_{max}$  - maksimaalne ventilatsioon, l/min.  
 $\dot{V}_{O_2 max}$  - hapniku tarbimise maksimum, l/min.,  
ml/min. · kg, l/m<sup>2</sup>  
 $\dot{V}_{E max}$  - maksimaalne hingamise minutimaht tööil  
 $\dot{V}_{CO_2 max}$  - süsihappegaasi erituse maksimum, l/min.,  
ml/min. · kg, l/m<sup>2</sup>  
 $\dot{V}_{O_2} / \dot{P}$  - hapnikupulss, ml. löögi kohta  
 $\leq O_2$ (tööil) - tarbitud O<sub>2</sub> üldhulk tööil, l  
W/ $\dot{P}$  - watt-pulss, W löögi kohta  
pH - vesinikuioonide kontsentratsiooni nega-  
tiivne logaritm

- $P_{CO_2}$  - süsihappegaasi osarõhk veres, mm Hg  
BB - puhveralused, m-Eq/l  
BE - aluste liig, m-Eq/l  
SB - bikarbonaatidesisaldus tingimustes, kus  
 $HbO_2 = 100 \%$ ,  $CO_2 = 40$  mm Hg,  $t^{\circ} = 38^{\circ}$   
AB - bikarbonaatidesisaldus plasmas või veres  
m-Eq/l
- $\Sigma CO_2$  - süsihappegaasi üldhulk, m/l  
PD - puhverdefitsiit, m-Eq/l  
LA - piimahappesisaldus veres, mg%  
PY - püruuvhappesisaldus veres mg%  
Hb - hemoglobiinisisaldus veres, g %  
Hn - hematokrit, %  
k - näitaja ajahüki kohta  
 $\bar{x}$  - näitaja keskmine väärtus x  
 $x_{200 W}$  - näitaja koormusel 200 W  
 $x_{max}$  - näitaja maksimaalväärtus  
 $x_{min}$  - näitaja minimaalväärtus  
E - enne tööd  
P - pärast tööd  
 $\Delta$  - näitaja muutus  
S - sportlaste rühm  
M - spordiga mittetegelejate rühm
- 
- + Gaasivahetuse ja hingamise tähistamiseks kasu-  
tatud sümbolid on toodud G. Comroe jt. järgi /320/

## C. VAATLUSTE TULEMUSED.

### I Sportlaste rühm

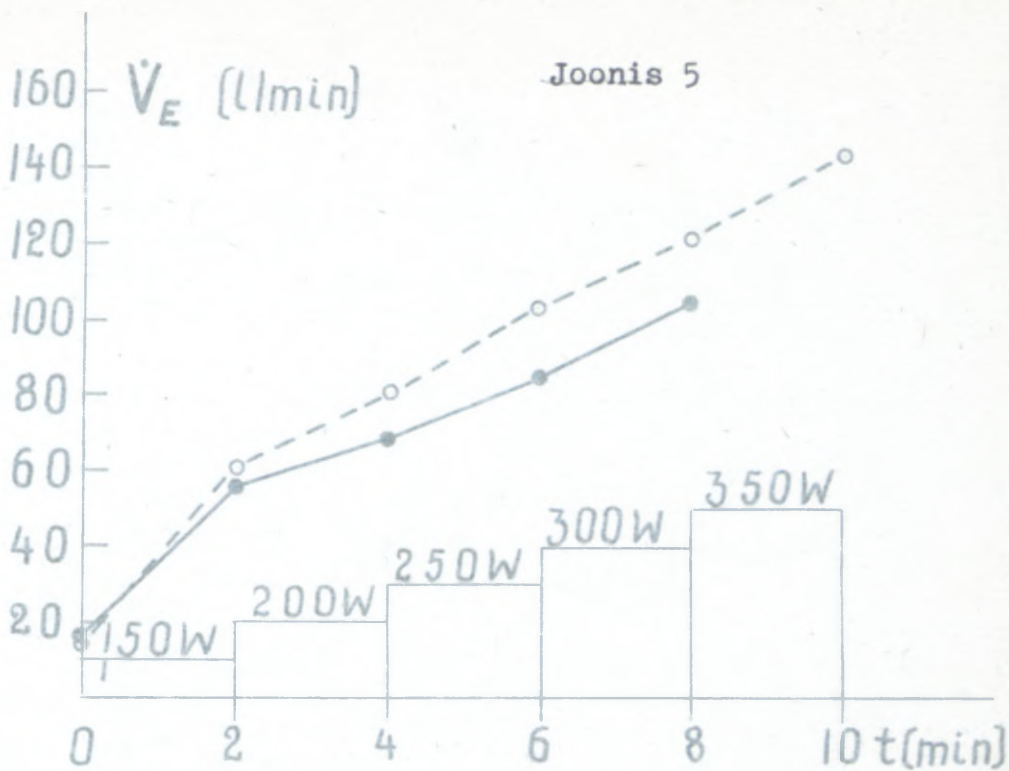
#### 1. Hingamissüsteemi talitluse näitajad.

Välshingamise näitajad esitatakse tabelis 7.

Sportlaste kopsude eluline mahtuvus leiti olevat keskmiselt  $5864^{+171}$  ml, individuaalsed variandid ulatusid  $4950 \div 7920$  ml. Maksimaalse ventilatsiooni keskmine oli  $197,9^{+7,7}$  l/min. Maksimaalne ventilatsioon oli kõige suurem võiatluskäijal O.L. - 264 l/min., väikseim keskmajooksjal U.V. - 150 l/min.

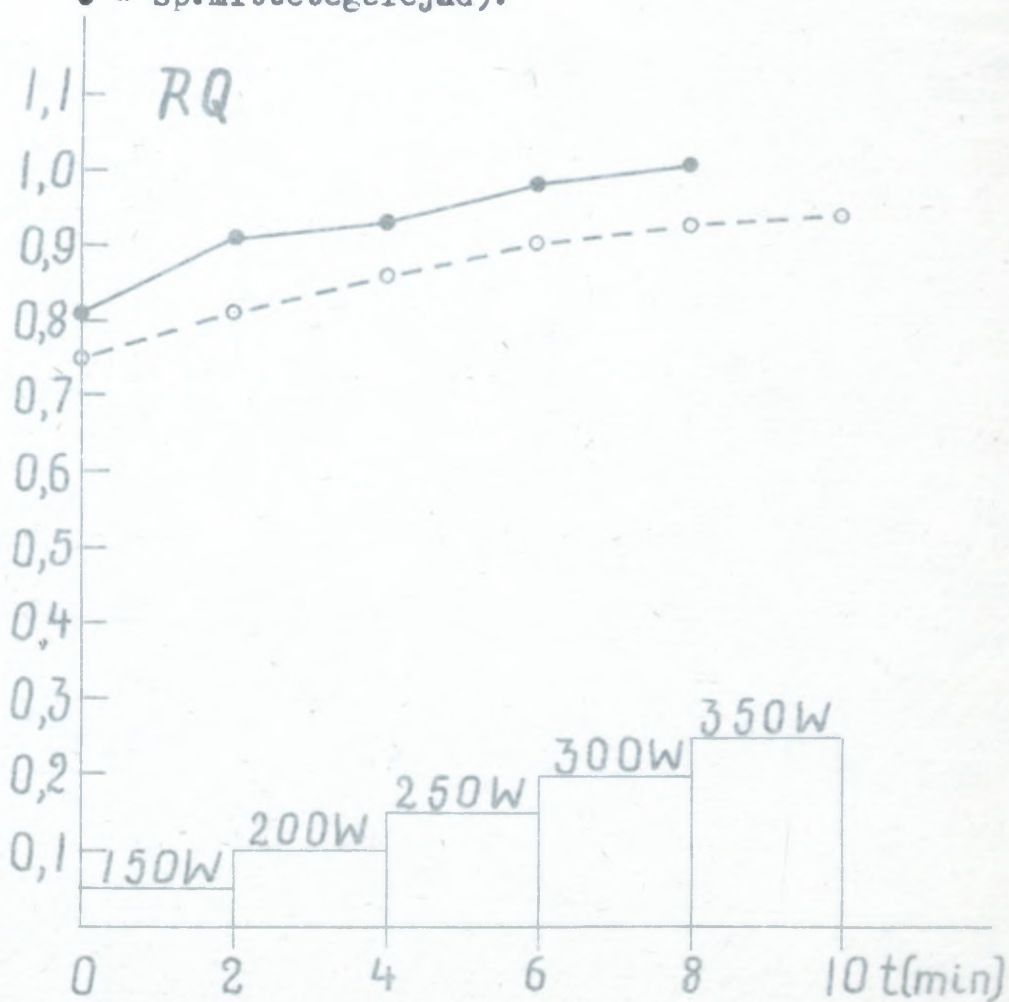
Hingamialihaste võimsust iseloomustav pneumotahhometria näit sissehingamisel oli uuritavate rühmal  $7,45^{+0,50}$  l/sek. ja välshingamisel  $5,79^{+0,90}$  l/sek. Individuaalne varieeruvus oli vastavalt 5,2-14,0 l/sek. ja 4,5-7,3 l/sek.

Hingamise minutimahu ( $\dot{V}_E$ ) keskmine oli tööeelses seisundis  $15,5^{+0,8}$  l/min., seejuures näitaja individuaalne varieeruvus oli  $10 \div 23$  l/min. Seoses astmeliselt kasvava võimsusega tööga kasvas hingamise minutimaht kõigil uuritavatel (tabel 8.). Esimesel koormusel (150W) oli rühma hingamise minutimaht  $60,5^{+3,2}$  l/min., individuaalselt varieerus  $40 \div 75$



a

Hingamise minutimahu muutused ( o - sportlased, ● - sp. mittetegelejad).



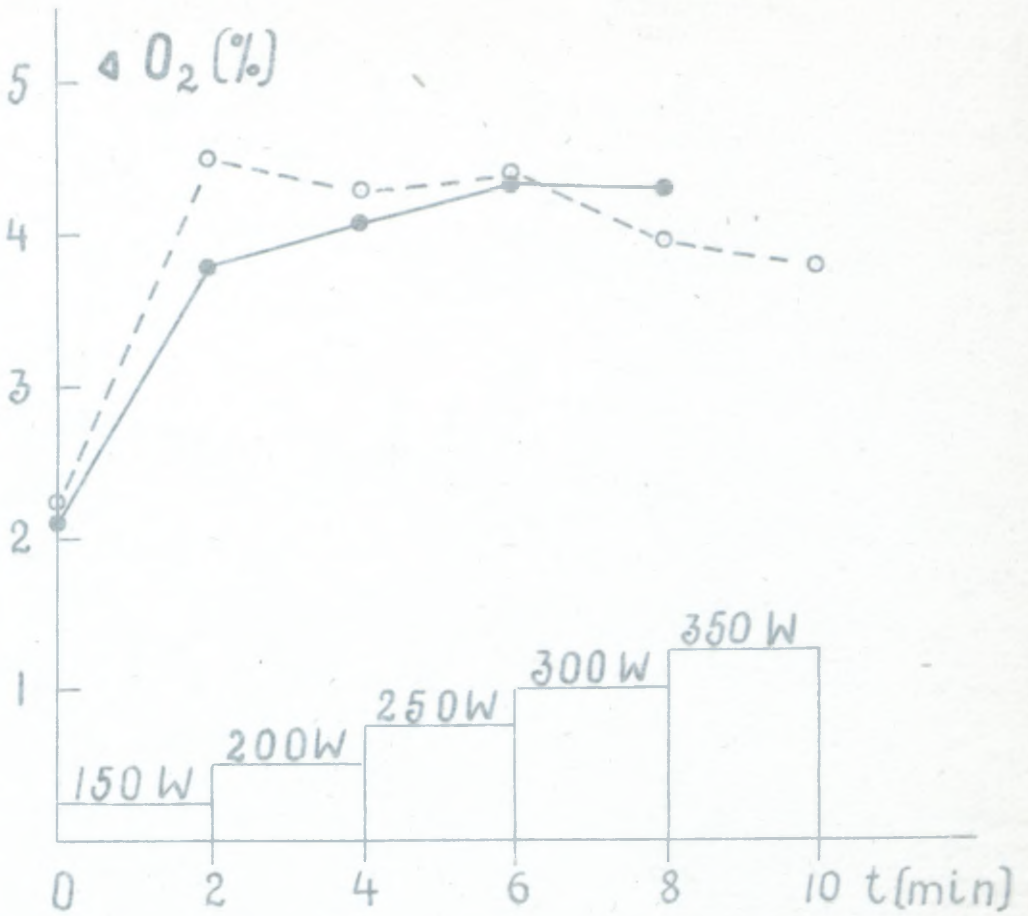
b

Respiratoorse koefitsiendi muutused ( o - sportlased, ● - sp. mittetegelejad).

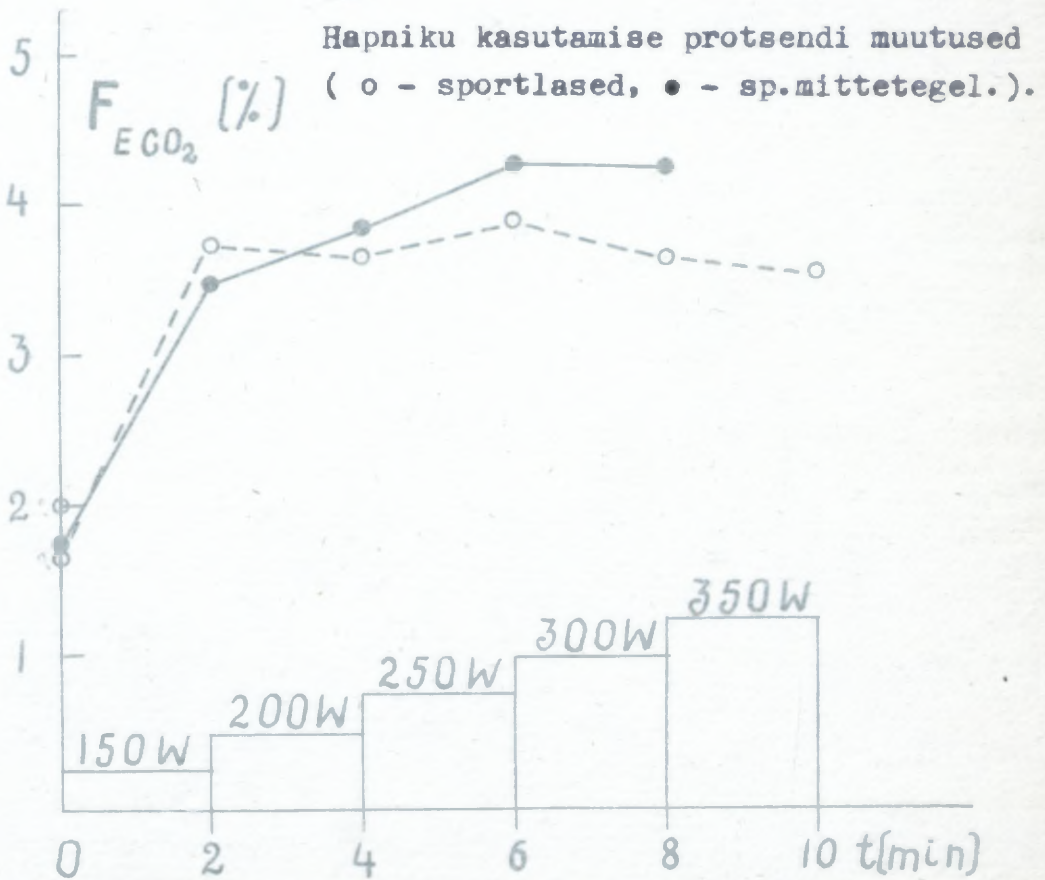
l/min. Suurim hingamise minutimaht saavutati viimasel töökooraulsel. Kopsude ventilatsioon muutusi töö sooritamisel kujutab joonis 5. Tööaegse maksimaalse ventilatsiooni keskmiseks saadi  $144,2 \pm 9,0$  l/min. Kõrgeim hingamise minutimaht töö sooritamisel oli võistluskäigal O.L. - 222 l/min., madalaim oli uuritava M.J. - 81 l/min. Taastumisperioodi esimesel minutil oli rühma keskmine hingamise minutimaht  $91,4 \pm 6,0$  l/min.

Hapniku kasutamisprotsent, s.o. erinevus sisse- ja väljahingatava õhu hapnikusisalduses oli rühmal lähte seisundis  $2,29 \pm 0,09$  %, individuaalne varieeruvus ulatus  $1,72 \div 3,01$  %. Hapniku kõrgeimad kasutamisprotsendid ilanesid esimeste koormuste puhul, töö lõpul toimus langus (joonis 6, tabel 9). Hapniku keskmine kasutamisprotsent oli esimesel koormusel  $4,51 \pm 0,14$ , viimasel töökooraulsel aga  $3,82 \pm 0,16$  ( $p < 0,01$ ). Pärast töö lõppu langes hapniku kasutamisprotsent kõigil vaatlusalustel. Taastumisperioodi esimesel minutil oli hapniku kasutamisprotsent keskmiselt  $3,24 \pm 0,11$ .

Hapniku tarbimise keskiseks näiduks tööeelses seisundis saadi  $0,286 \pm 0,015$  l/min. Seoses koormuse kasvuga hakkas vaatlusalustel kasvama ka hapniku tarbimine (joonis 7). Uuritavate rühma keskmine hapnikutarbimine esimesel töökooraulsel oli  $2,181 \pm 0,095$  l/min., viimasel koormusel aga  $4,254 \pm 0,219$  l/min. (tabel 9). Hapniku



a



b

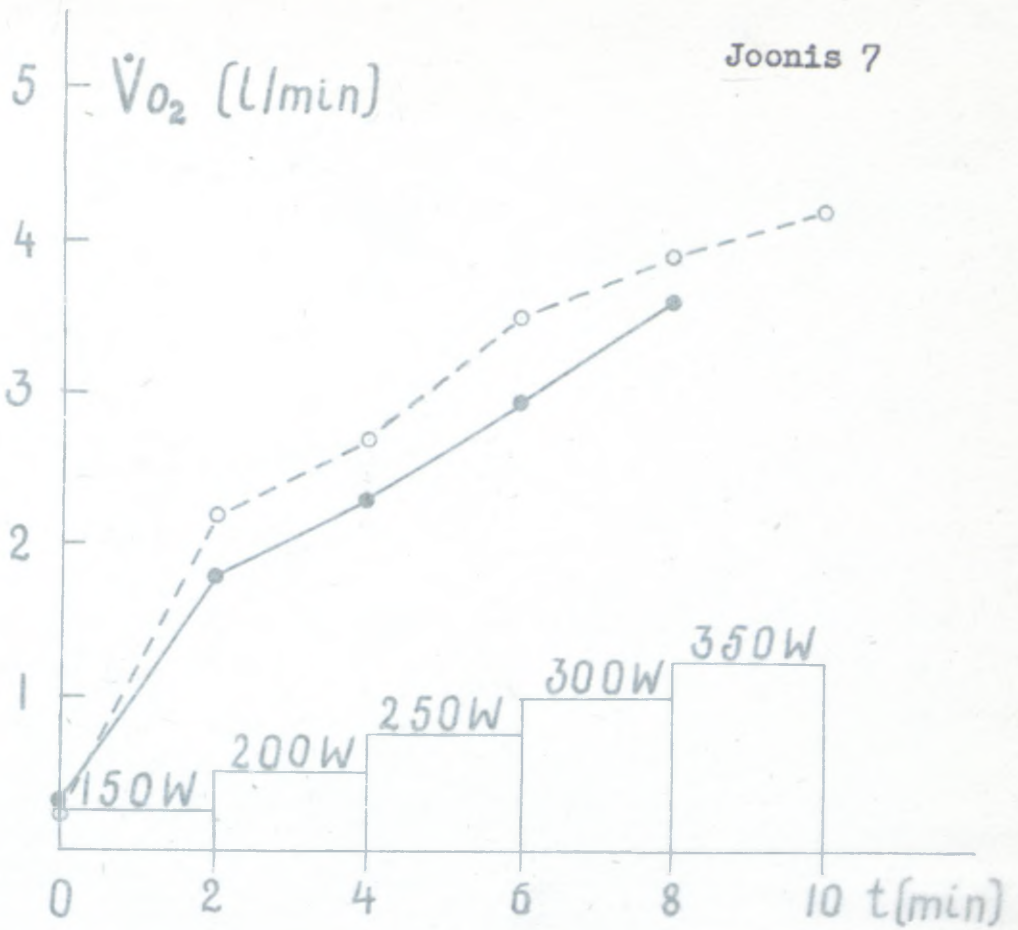
Väljahingatava õhu süsihappegaasi protsenti muutused (o - sportlased, • - sp.mittetegelejad).

tarbimise maksimum e. hapnikulagi oli vaatlusaluste rühmal  $4,300 \pm 0,140$  l/min., kehakaalu 1 kg kohta arvestatuna aga  $61,79 \pm 1,97$  ml/min. Hapniku tarbimise maksimum oli kõige suurem keskmajooksjatel T.M. -  $5,500$  l/min. ja M.K. -  $5,260$  l/min. (tabel 10). Kehakaalu 1 kg kohta arvestatuna oli kõrgein hapnikulagi rahvusvahelisel meistril A.N. -  $80,6$  ml/kg. Keskmise hapnikutarbimise maksimum, arvestatuna keha pindala  $1 \text{ m}^2$  kohta, oli  $2,39 \pm 0,06$  l/min. Taastumisperioodi 5 minuti jooksul hapniku tarbitud järgi leitud nn. "suhteline" hapniku võlg oli vaatlusaluste rühmal  $4,060 \pm 0,230$  l, kusjuures näitaja individuaalne varieeruvus oli  $2,400 \pm 5,945$  l (tabel 10).

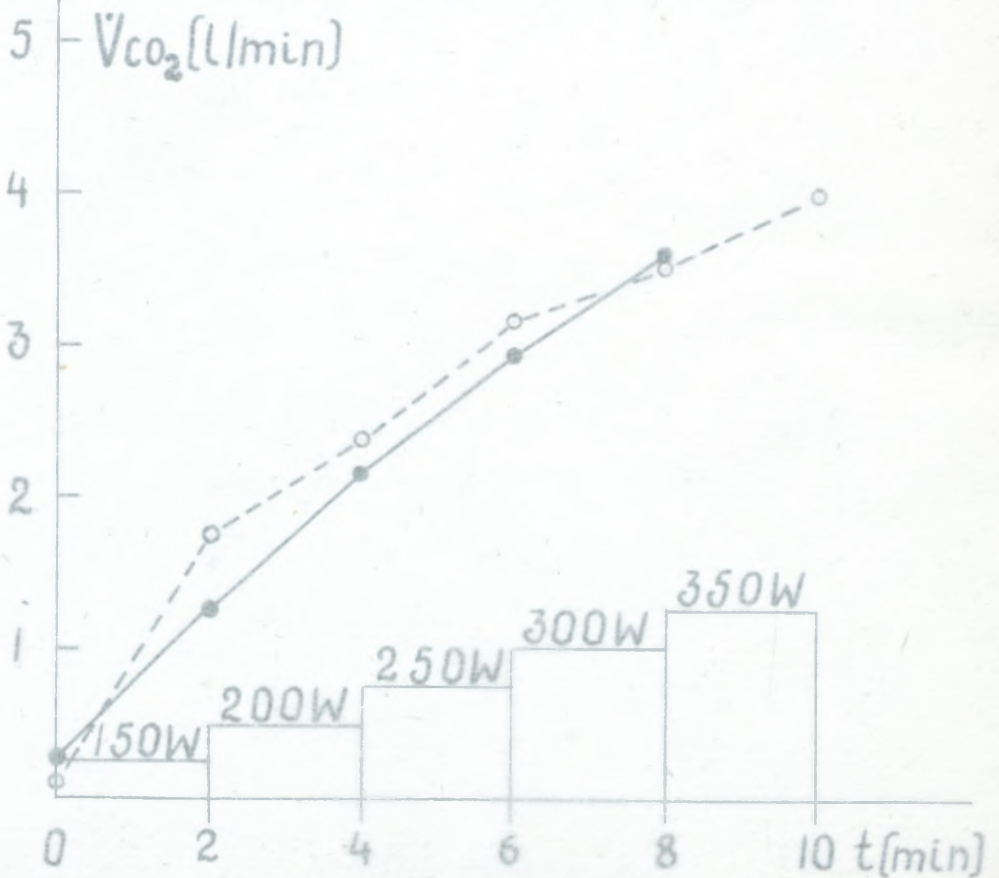
Süsihappegaasisisaldus väljahingatavas õhus oli tööeelses seisundis keskmiselt  $1,73 \pm 0,07$  %. Töö sooritamisel saavutas  $\text{CO}_2\%$  väljahingatavas õhus stabiilsuse juba esimesel tööl (joonis 5). Edasised  $\text{CO}_2\%$  muutused ei olnud usaldatavad ( $P > 0,1$ ). Keskmise  $\text{CO}_2\%$  väljahingatavas õhus oli esimesel tööl  $3,72 \pm 0,10$  % viimasel tööl aga  $3,54 \pm 0,12$  % (tabel 9). Taastumise esimesel minutil oli süsihappegaasisisaldus väljahingatavas õhus keskmiselt  $3,48 \pm 0,10$  %.

Süsihappegaasi eritumine oli lähteseisundis keskmiselt  $0,213 \pm 0,012$  l/min., kusjuures individuaalne varieeruvus ulatus  $0,140 \pm 0,335$  l/min. Töö sooritamisel

Joonis 7



a  
Hapniku tarbimise dünaamika ( o - sportlased, ● - spordiga mittetegelejad ).



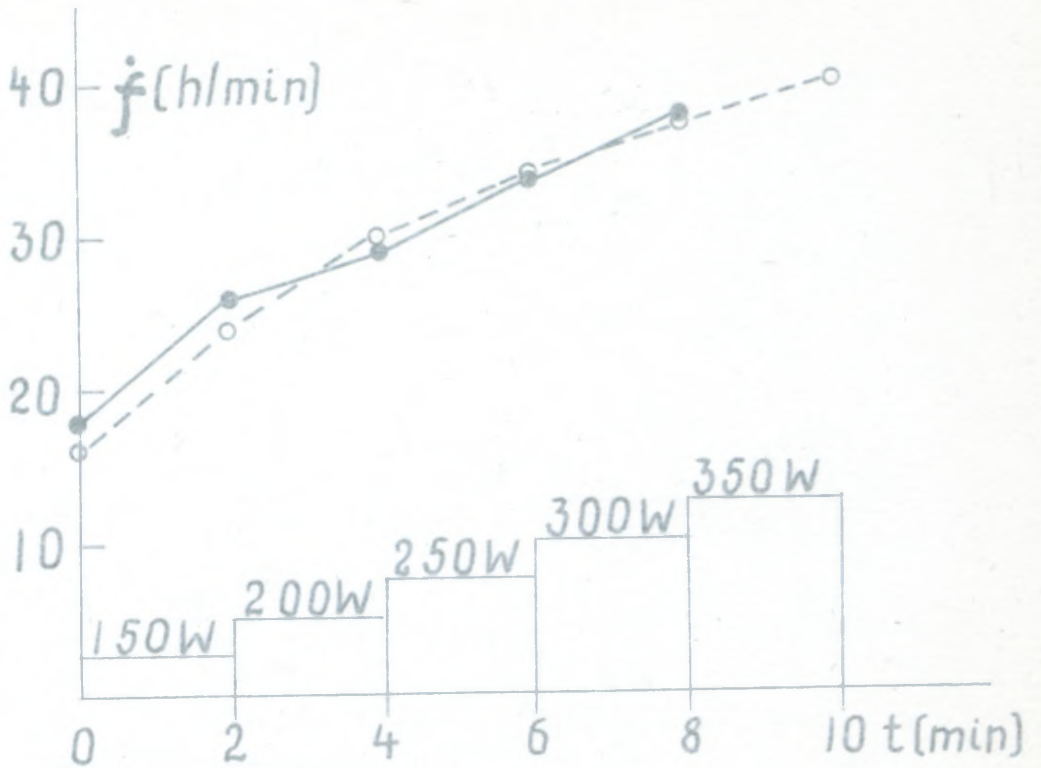
b  
Süsihappegaasi erituse dünaamika ( o - sportlased, ● - sp.mittetegelejad ).

kasvas süsihappegaasi erituaine võrdeliselt kopsude ventilatsiooniga kasvuga (joonis 7). Esimesel koormusel oli keskmine süsihappegaasi erituaine  $1,777^{+0,085}$  l/min., viimasel koormusel aga  $4,004^{+0,279}$  l/min. Tööaegne süsihappegaasi erituse maksimum oli kõrgein keskmajooksjal E.Ø. -  $5,600$  l/min. e.  $78,8$  ml/kg kohta.

Süsihappegaasi "liin" näidud on esitatud tabelis 11. Suurim "excess CO<sub>2</sub>" tekkis vaatlusalusel O.L. -  $2,44$  l/min. Rühma keskmine CO<sub>2</sub> "liig" oli esimesel koormusel  $0,253^{+0,035}$  l/min., viimasel koormusel  $0,923^{+0,135}$  l/min.

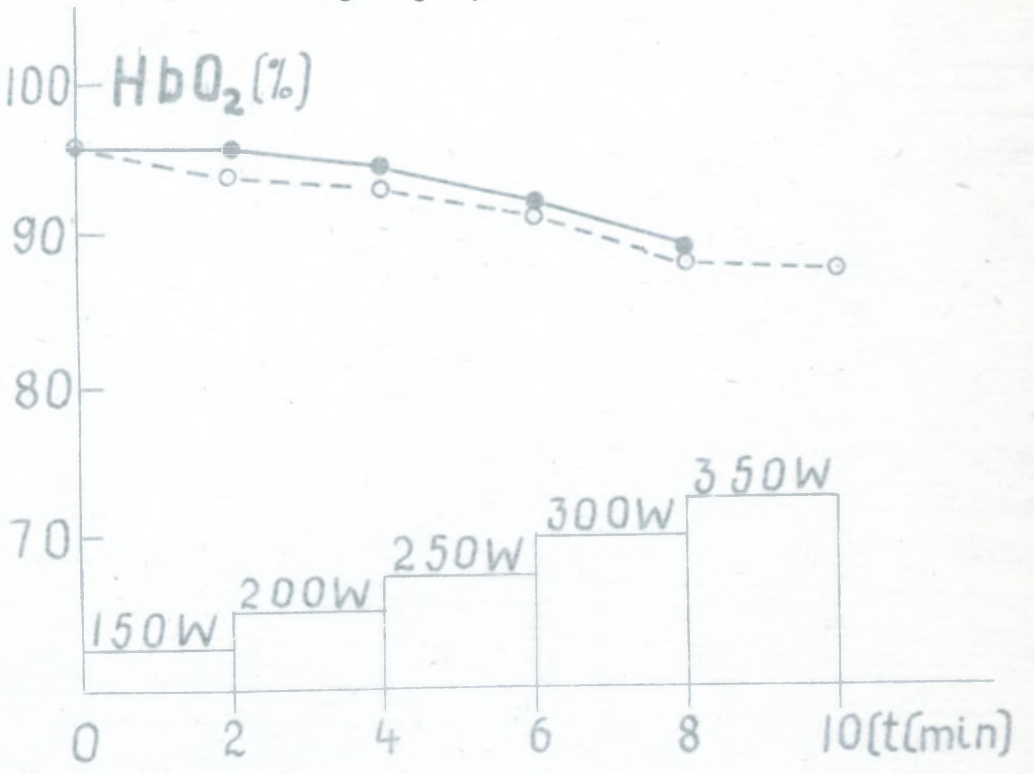
Vaatlusaluste rühma keskmine respiratoorne koeffitsient (RQ) oli jõudeolekus  $0,74^{+0,02}$ , näitaja varieeruvus ulatus  $0,62 \pm 0,90$ . Töö sooritamisel ilanes RQ pidev kasv (joonis 5). Esimesel koormusel oli uuritavate rühma keskmine RQ  $0,81^{+0,02}$ , viimasel töökoormusel aga  $0,93^{+0,04}$ . Vahetult pärast tööd RQ kasvas kõigil vaatlusalustel. Taastumisperioodi esimesel minutil oli RQ rühmal  $1,08^{+0,03}$  (tabel 8). RQ kõrgemad väärtused töö ajal olid võistluskäijal O.L. -  $1,27$ .

Keskmiseks hingamissageduseks jõudeolekus oli  $15,9^{+0,5}$  hingamistsükli min. Esimesel koormusel oli keskmine hingamissagedus  $24,3^{+1,1}$  hingamistsükli min. viimasel koormusel aga  $40,0^{+1,3}$  hingamistsükli min. (tabel 8, joonis 8). Hingamissagedus oli suurim vaat-



a

Hingamissageduse muutused tööl (○ - sportlased, ● - sp. mittetegelejad).



b

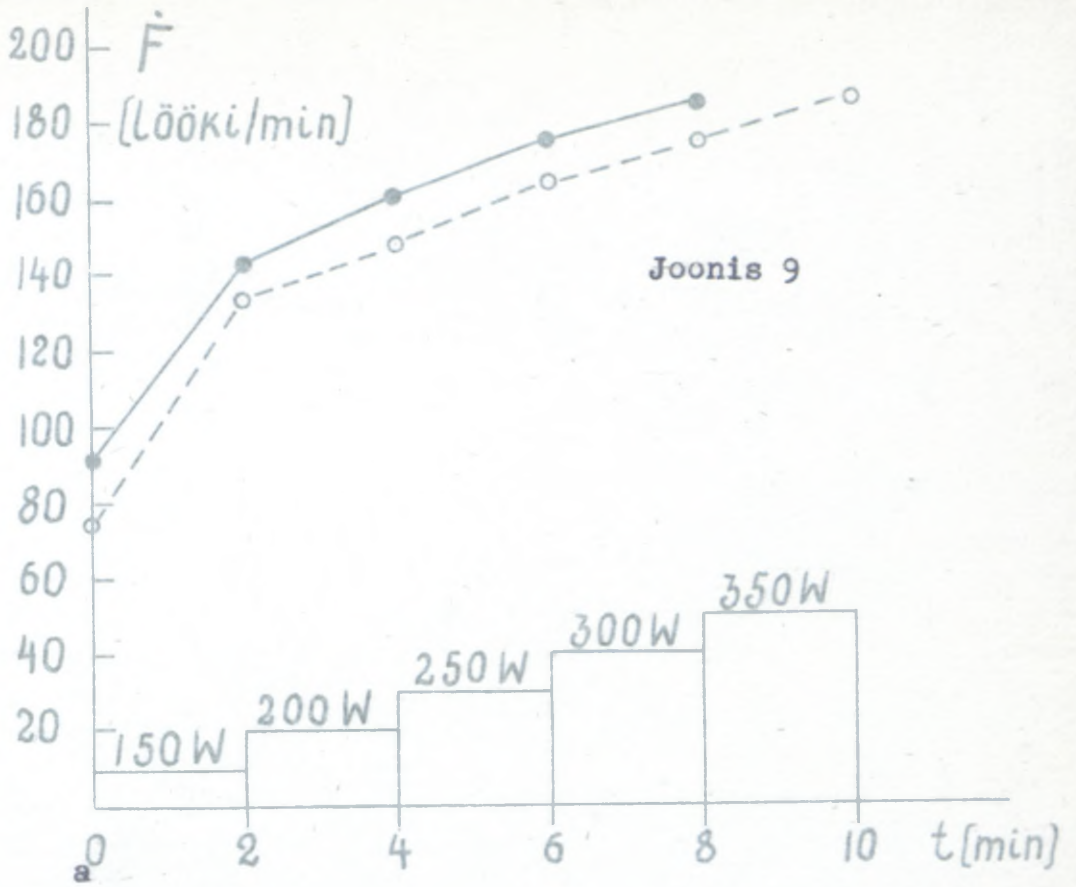
Oksühemoglobiini protsendi muutused tööl (○ - sportlased, ● - sp. mittetegelejad).

lusalusel P.R. - 68 hingamistsüklit min. Taastumispe-  
rioodi esimesel minutil leiti keskmiseks hingamissage-  
duseks  $28,9 \pm 1,0$  hingamistsüklit min.

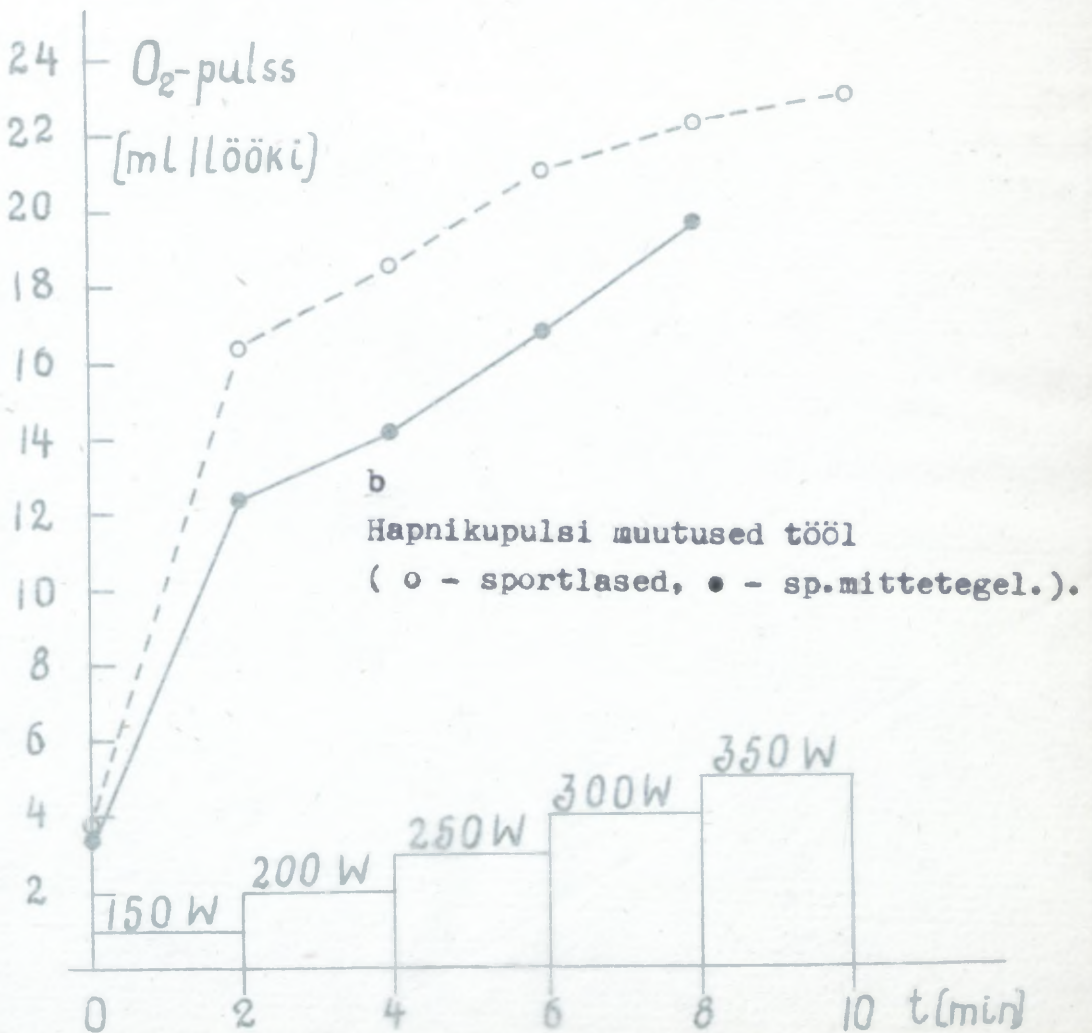
Oksühemoglobiinisisalduseks tööeelses seisundis  
võeti 96,0 %. Kehalise töö sooritamisel vere hapniku-  
ga küllastatus langes kõigil vaatlusalustel (tabel 12,  
joonis 8). Oksühemoglobiini madalaim % ilanes viimasel  
töökoormusel -  $88,4 \pm 1,5$ . Taastumise viiendal minutil  
saadi rühma oksühemoglobiini keskmiseks  $91,0 \pm 0,9$  %.

## 2. S ü d a m e - v e r e s o o n k o n n a t a l i t l u s e n ä i t a j a d.

Vaatlusaluste rühma keskaine südame löögisagedus  
tööeelses seisundis oli  $73,8 \pm 1,8$  lööki min., indivi-  
duaalne varieeruvus ulatus 60 löögist min. kuni 90  
löögini min. (tabel 13). Töö alustamisel kasvas südame  
löögisagedus kõigil vaatlusalustel. Koormuse tõstaine  
50 vati võrra kutsus esile pulsisageduse järk-järgulise  
tõusu kuni töö lõpuni (joonis 9). Enamusel vaatlusalus-  
tel saavutas pulsisagedus pisitaseme kergemal koor-  
mustel teiseks minutiks. Viimase koormuse sooritamisel  
tekkis "steady state" harvea. Pulsisageduse keskaine  
esimesel koormusel (150 W) oli  $133,5 \pm 2,6$  lööki min.,  
viimasel koormusel aga  $186 \pm 1,8$  lööki min. Pulsisagedu-



Südame löögisageduse muutused tööl (o - sportlased, • - sp.mittetegelejad).



se maksimum varieeruv uuritavatel 170 löögist min. kuni 195 löögini min. (tabel 13). Seoses töö lõpuga langes kõigil vaatlusalustel südame löögisagedus. Taastumisprotsesse iseloomustav taastuvispulsis suuna (TPS) oli vaatlusaluste rühmal  $409,6 \pm 8,9$  lööki, individuaalsed variandid ulatusid 310 ÷ 490 löögini. Keskmise vatt-pulsis väärtnus oli  $1,79 \pm 0,03$  W löögi kohta. Kõrgem vatt-pulsis leiti keskmääjooksjal A.L. -  $2,4$  W löögi kohta, madalam uuritava H.S. -  $1,43$  W löögi kohta.

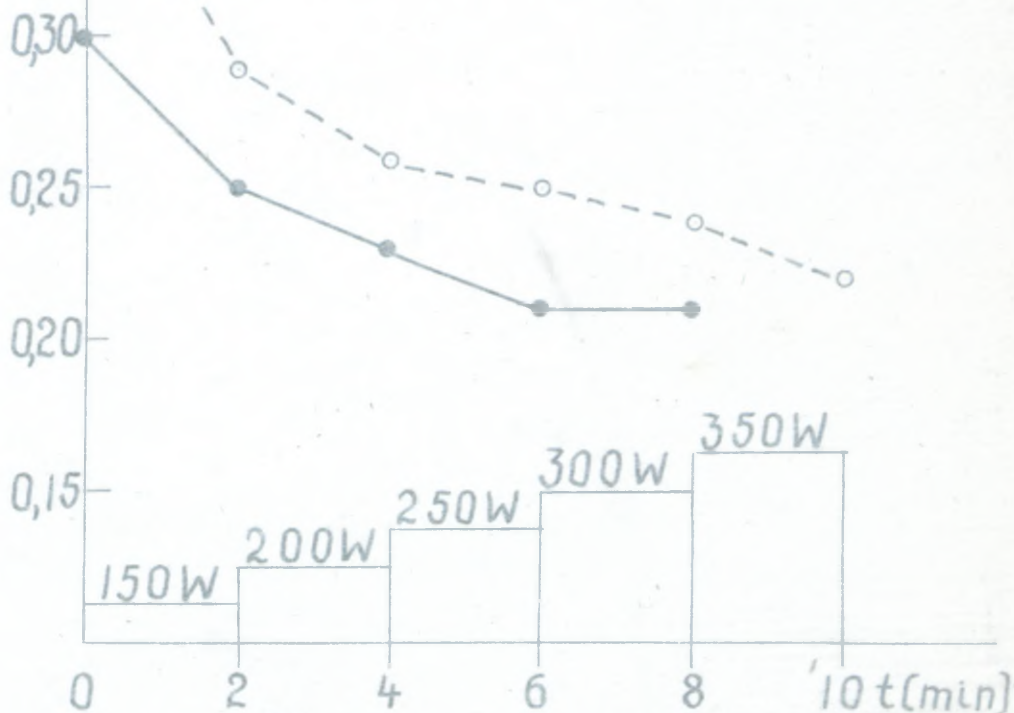
Kaheminutiliste kasvavate koormuste abil leitud  $PWC_{170}$  oli rühma kohta  $1653 \pm 6,2$  kga/min., kusjuures individuaalsed variandid ulatusid 1200 kga/min. kuni 2400 kga/min. (tabel 13).  $PWC_{170}$  oli suurim vaatlusalusel A.L. - 2100 kga/min.

Astmeliselt tõusvate koormustega töö sooritamisel ilmselt EKG elektrilise süstooli (QT) kestuse pidev langus (joonis 10). Jõudeoleku QT keskmiseks kestuseks oli  $0,37 \pm 0,01$ , variandid  $0,32 \div 0,40$ . QT-intervalli keskmine esimesel koormusel oli  $0,29 \pm 0,01$ , viimasel koormusel aga  $0,22 \pm 0,01$ . Töö lõppedes toimis QT-intervalli taastumine, 5 minuti möödudes töö lõpust oli keskmine QT  $0,30 \pm 0,01$  (tabel 14). Leitud QT keskmise väärtnuse erinevus normist oli lähtesuhendis  $-0,05$ , kusjuures töö sooritamisel erinevus kasvas. Viimasel koormusel erines QT normaivväärtnusest  $-0,33$  võrra (tabel 14).

# QT-intervall

(s)

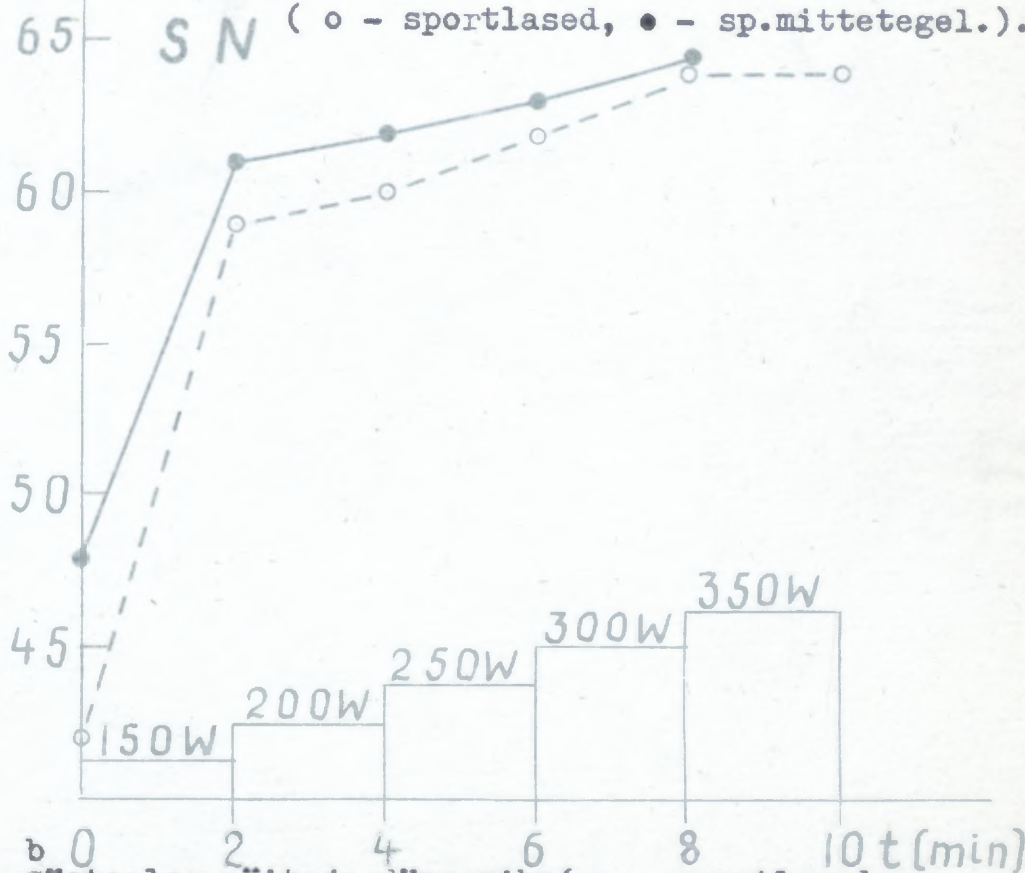
Joonis 10



a

EKG QT-intervalli dünaamika tööl

(o - sportlased, ● - sp.mittetegel.).



b

Süstoolse näitaja dünaamika (o - sportlased,

● - sp.mittetetegelejad).

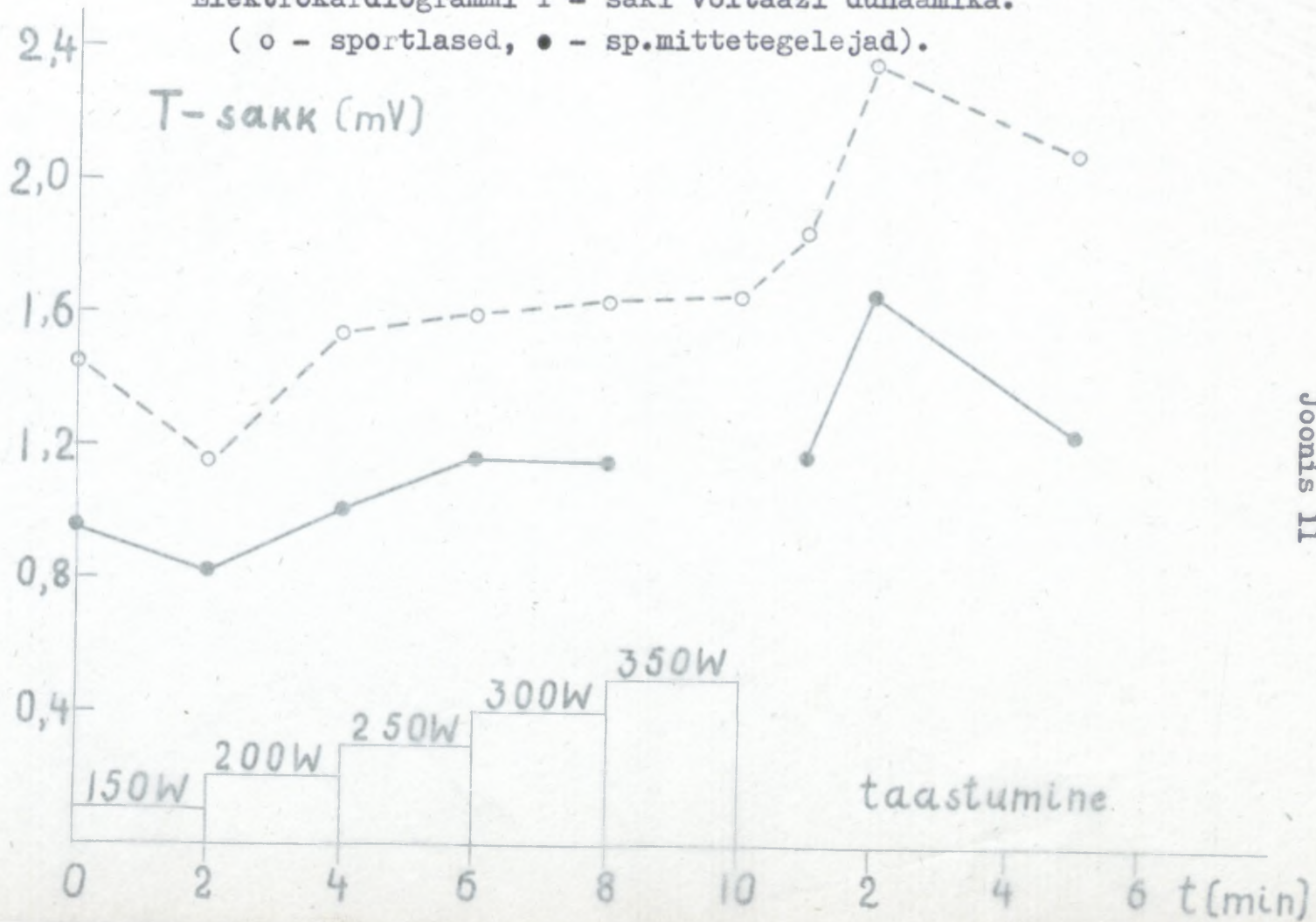
Vastupidiselt elektrilise süstooli kestuse dünaamikale süstoolne näitaja (SN) kasvas vastavalt töö sooritamisel kõigil vaatlusalustel (joonis 10). Tööeelse seisundis oli keskmine süstoolne näitaja  $42,45 \pm 1,12$ , individuaalsed variandid ulatusid 35-55. Esimesel koormusel oli SN keskmine väärtus  $59,23 \pm 0,94$ , viimasel koormusel aga  $64,27 \pm 0,70$ . Töö lõppedes algas SN taastumine, taastumise viienda minutil oli keskmine SN  $53,40 \pm 0,96$  (tabel 14).

Omapärased muutused ilanesid töö ajal EKG T-amplituudis (joonis 11). Rühma keskmine T-amplituud oli lähtesisundis  $1,46 \pm 0,10$  mV. Seoses töö alustamisega veloergomeetril rühma T-amplituud langes usaldavalt ( $p < 0,05$ ). Esimesel koormusel oli T-amplituudi keskmine  $1,16 \pm 0,06$  mV. Koormuse edasisel tõstmisel hakkas vaatlusalustel T-amplituud kasvama (tabel 14). T-amplituudi kõrgeim tööaegne väärtus saavutati viimasel koormusel  $-1,66 \pm 0,06$  mV. Vahetult pärast tööd ilaneb T-amplituudi kasv, mis edaspidi asendub langusega. T-amplituudi kõrgeim arv väärtus taastumisperioodil oli keskmiselt  $2,36 \pm 0,07$  mV, kusjuures varieeruvus ulatus  $0,12-3,2$  mV. Taastumise viienda minutil oli T-amplituudi keskmine arvuliselt  $2,10 \pm 0,07$  mV.

Vähemal määral muutus töö sooritamisel QRS-amplituud. Tööeelse seisundi keskmine QRS-amplituud oli

Elektrokardiogrammi T - saki voltaaži dünaamika.

( o - sportlased, ● - sp.mittetegelejad ).



Joonis 11

rühmal  $5,26^{+0,24}$  mV. Esimesel koorausel oli QRS-amplituudi keskmine  $5,28^{+0,24}$  mV. QRS-amplituud oli suurim viimasel tööl  $5,46^{+0,28}$  mV. Pärast töö lõppu esimesel vaatlusalustel QRS-amplituud langes. Taastumise 2.-3. minutist hakkas QRS-amplituud uuringu ajal kasvama. Taastumise viiendal minutil oli keskmine QRS-amplituud  $5,54^{+0,19}$  mV.

Selgub, et kasvavatel kooraustel langes kahel vaatlusalusel ST-joon isoelektrilisest joonest madalamale. ST-joone negatiivsus oli mõlemal juhul  $-0,4$  mV. Seejuures ST-joone negatiivsus esines uuringu ajal kahel viimasel koorausel. ST-joone asend normaalseeruse kohesest pärast tööd.

Südame löögimahu kaudse peegeldaja - hapnikupulsi - keskmine väärtus tööeelses seisundis oli vaatlusaluste rühmal  $3,90^{+0,20}$  ml. löögi kohta. Töö käigus kõigil vaatlusalustel hapnikupulss kasvas (joonis 9). Esimesel koorausel oli hapnikupulsi keskmine  $16,43^{+0,76}$  ml. löögi kohta, seejuures individuaalsed variandid ulatusid  $11,3 \div 24,8$  ml. löögi kohta. Hapnikupulss oli kõrgeim viimasel tööl -  $23,11$  ml löögi kohta (tabel 13). Hapnikupulsi maksimaalväärtused varieerusid vahemikus  $16,4 \div 29,6$  ml löögi kohta. Taastumisperioodi esimesel minutil oli rühma keskmine hapnikupulss  $14,68^{+1,0}$  ml löögi kohta.

Vaatlusaluste südame absoluutne maht oli keskmiselt  $901.4 \pm 26.72 \text{ cm}^3$ . Südame maht kehakaalu 1 kg kohta oli vaatlusaluste rühmal  $13.0 \pm 0.4 \text{ cm}^3$  kehapiindala 1  $\text{m}^2$  kohta aga  $503.6 \pm 15.8 \text{ cm}^3$  (tabel 15). Suurim südame maht leiti võistluskäijal A.L. -  $1160 \text{ cm}^3$ , väikseim aga uuritaval M.J. -  $744 \text{ cm}^3$ . Südame suhteline maht varieerus diapsoonis  $11.0 \pm 15.9 \text{ cm}^3/\text{kg}$ .

Südame lihase funktsionaalset seisundit iseloomustav südame mahu suhe maksimaalsesse hapnikupulssi oli keskmiselt  $38.64 \pm 1.44$ . Madalaim südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhe oli keskmiselt käijal M.K. -  $26.2$ , kõrgeim uuritaval M.J. -  $50.5$ . Südame absoluutse mahu ja hapniku tarbimise maksimumi suhtarv oli keskmiselt  $22.0 \pm 1.4$ .

### 3. Vere koostise näitajad

Erütrotsüütide arvu keskmiseks väärtuseks 1  $\text{mm}^3$  veres saadi tööelses seisundis  $5.05 \pm 0.07$  miljonit, kusjuures näitaja varieerus  $4.22 \div 5.54$ . Töö käigus enamusel uuritavatel punaliblede arv 1  $\text{mm}^3$  veres kasvas (tabel 16). Taastumisperioodi 2. minutil oli erütrotsüütide keskaine hulk 1  $\text{mm}^3$  veres  $5.31 \pm 0.10$  miljonit.

Keskmine hemoglobiinisisaldus kapillaarses veres oli enne tööd  $15,5^{+0,2}$  g %. Kõrgeim hemoglobiini protsent oli uuritsval J.K. - 17,2 g %, madalaim oli võistluskäijal M.J. - 14,0 g % (tabel 16). Töö lõppedes enamusel vaatlusalustel hemoglobiinisisaldus länteseisundiga võrreldes kasvas. Rühma keskmiseks hemoglobiini sisalduseks pärast tööd leiti  $16,1^{+0,3}$  g %. Kehalise pingutuse mõjul kasvas hemoglobiinisisaldus veres 0,6 g % võrra, suurim tõus ilmes keskajooksjal E.S. - 2,5 g % võrra.

Hematokriti keskmiseks % töö eel leiti  $49,9^{+0,7}$  (tabel 16). Kehaline koormus kutsus esile hematokriti kasvu kõigil vaatlusalustel. Peale tööd oli hematokriti % vaatlusaluste rühmal  $54,1^{+1,0}$ . Hematokriti ulatuslikum kasv toimus rahvusvahelisel meistril A.N. -  $52 \div 63$  %.

Uuritavate rühmas värvusindeks oli enne pingutust  $0,92^{+0,01}$ . Samasugune indeks saadi ka pärast kehalist tööd ( $0,92^{-0,01}$ ).

Veres piimahappesisaldus oli tööeelses seisundis  $9,73^{+1,1}$  mg %, kusjuures individuaalsed variandid ulatusid  $3 \div 20$  mg % (tabel 16). Kehaline pingutus kutsus esile piimahappe kasvu veres kõigil vaatlusalustel. Taastumisperioodi viiendal minutil oli keskmine piimahappesisaldus veres  $109,8^{+10,7}$  mg %. Suurim piim-

nappe kuhjumine toimus rahvusvahelisel meistril A.N. 204 mg % väikseim aga esimese järgu sportlasel E.S. - 32 mg %.

Püruuvhappesisaldus oli tööeelses seisundis  $1,4 \pm 0,1$  mg %. Taastumisel leiti püruuvhappe keskmiseks sisalduseks vereplasmaas  $3,3 \pm 0,2$  mg % (tabel 16). Pliiahappe ja püruuvhappe suhtarv ruhmaal oli enne tööd  $7,4 \pm 1,0$  pärast pingutust aga  $36,5 \pm 4,6$  (tabel 16). Kõrgeim laktaadi-püruvaadi suhtarv oli vaatlusalusel A.N. - 82,0.

Vere keskaine pH oli tööeelses seisundis  $7,74 \pm 0,008$ , kusjuures varieeruvus ulatus  $7,34 \pm 7,45$ . Töö kutsus esile kõigil sportlastel pH languse (tabel 16). Taastumisel saadi pH keskaine  $7,171 \pm 0,018$ . Ulatuslikum pH langus toimus vaatlusalusel T.T. - 7,07.

Süsihappegaasi keskaiseks sisalduseks veres ( $P_{CO_2}$ ) saadi töö eel  $40,7 \pm 1,2$  mm Hg. Taastumisperioodi teisel minutil oli  $P_{CO_2}$  enamusel sportlastel lähteseisundiga võrreldes madalam. Rühma keskaine  $P_{CO_2}$  veres pärast tööd oli  $38,2 \pm 2,1$  mm % (tabel 16). Madalaim  $P_{CO_2}$  oli veres pärast tööd keskmajooksjal E.S. - 30,0 mm Hg. Kõrgeim  $P_{CO_2}$  oli uuritava M.J. - 63,0 mm Hg.

Aluste liia (BE) keskaine väärtus enne pingutust oli  $-2,9 \pm 0,4$  m Eq/l. Kehaline töö kutsus kõigil

uuritavstel esile BE nihke. Keskmise BE oli töö lõppedes  $-15,4 \text{ m-Eq/l}$  (tabel 16). Suurim BE pärast tööd ( $-17,6 \text{ m-Eq/l}$ ) leiti meistersportlasel E.P.

Standardbikarbonaatide keskmine tööeelses seisundis oli  $21,8 \pm 0,4 \text{ m-Eq/l}$ , pärast koormust aga  $13,4 - 0,5 \text{ m-Eq/l}$  (tabel 16). Standardbikarbonaatide ulatuslikum langus toimus uuritava P.R.,  $22,2 \pm 9,8 \text{ m-Eq/l}$ .

Puhveraluste (BB) keskmine oli tööeelses seisundis  $46,9 \pm 0,9 \text{ m-Eq/l}$ . Pingutuse mõjul BB langes kõigil vaatlusalustel. Pärast töö lõppu saadi keskmiseks BB arvühartuseks  $34,4 \pm 1,6 \text{ m-Eq/l}$  (tabel 16). Madalaim BB pärast tööd oli vaatlusalusel P.R. -  $26,0 \text{ m-Eq/l}$ .

Happe-leelise tasakaalu näitajate järgi leitud puhverdefitsiit oli rühmal  $468,4 \pm 32,5$  (tabel 16). Puhverdefitsiit oli suurim vaatlusalusel A.M. - 780.

#### 4. Lihaste anaeroobne võimsus

Lihaste anaeroobseks võimsuseks saadi sportlastel  $1,60 \pm 0,03 \text{ kgm/kg sek.}$  (tabel 15). Anaeroobne võimsus oli suurim keskmaajooksjal H.S. -  $1,89 \text{ kgm/kg sek.}$ , madalaim uuritava V.V. -  $1,131 \text{ kgm/kg sek.}$

Lihaste alaktsatse võimsuse absoluutväärtus oli keskmiselt  $110,3 \pm 3,0$  kgm/sek. Parim oli see keskmaajooksjal A.M. - 152,0 kgm/sek., madalaim aga maratonijooksjal V.V. - 92,0 kgm/sek.

5. Hapnikulae määramine kasvavate koormustega lõpuspurdil kasutamisel.

Kolmeteistkümnel sportlasel kasutati hapniku tarbimise maksimumi määramisel kasvavaid koormusi veloergomeetril koos lõpuspurdiga. Vaatlusalused sooritasid iga kahe minuti järel kasvavaid koormusi suutlikkuse piirini. Pärast viimast koormust langetati koormustakistust ja vaatlusalune sooritas maksimaalses tempos ühe-minutilise spurdi. Hapniku tarbimine viimasel koormusel ja lõpuspurdil ajal on esitatud tabelis.

T a b e l 17.

Hapniku tarbimine viimase koormuse  
ja spurdi ajal.

Vaatlusalune	$\dot{V}_{O_2}$ viimasel koormusel (l/min.STPD)	$\dot{V}_{O_2}$ spurdi ajal (l/min.STPD)
M.K.	3.82	4.13
E.S.	3.84	4.72
A.N.	4.20	5.15
E.T.	3.80	4.50
J.K.	3.16	4.10
O.L.	4.45	4.56
H.S.	3.46	3.52
T.S.	3.50	3.72
T.M.	4.25	5.05
A.L.	3.86	4.10
V.V.	4.12	3.62
M.J.	3.40	3.00
E.P.	4.32	4.70
$\bar{x} = s_{\bar{x}}$	3.98 $\bar{0}$ .12	4.20 $\bar{0}$ .17

Uuringust selgus, et üheteistkümnel vaatlusalusel oli hapnikutarbimine suurem lõpuspurdi ajal võrreldes viimase koormusega. Kahel sportlasel oli  $\dot{V}_{O_2}$  kõrgem viimasel koormusel.

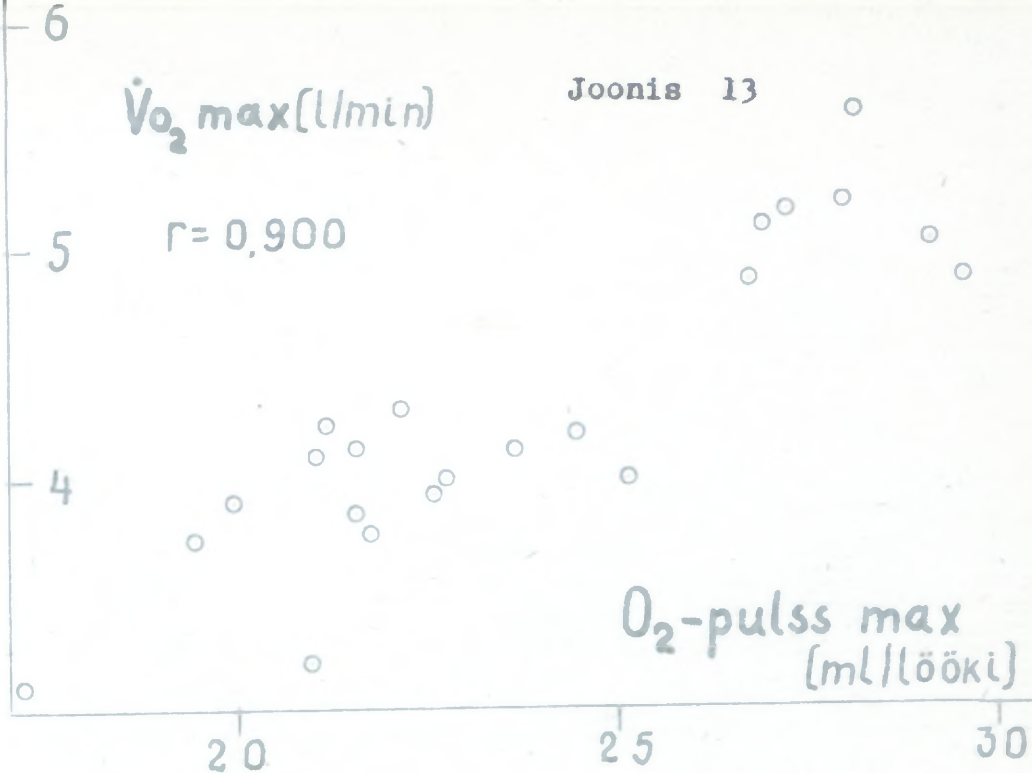
Statistiline analüüs näitas, et usaldatavalt kõrgemaid hapnikutarbimise maksimumi väärtusi saadakse sel juhul, kui viimasele koormusele järgneb spurt maksimaalses tempos ( $p < 0.01$ ). Seejuures suurema võimsuse saavutab vaatlusalune spurdi ajal sel juhul, kui kasutatakse keskmist koormustakistust.

## 6. Näitajatevahelised korrelatiivsed seosed

Näitajate vastastikuste seoste süsteemse kujutavad korrelatsioonigraafikud (joonised 12,15,16,17) ja maksimaalse korrelatsiooni tee (joonis 19). Näitajatevahelisi seoseid iseloomustavad ka joonised 13,14, 18.

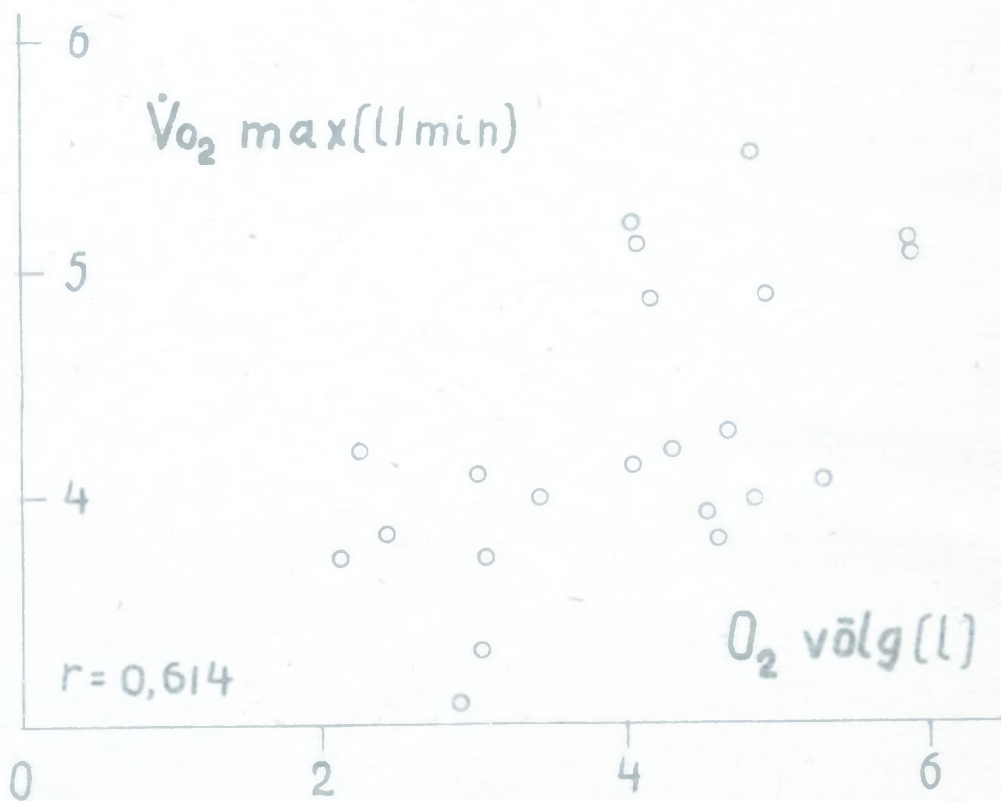
Seigus, et hapniku tarbimise maksimum on olulisel seoses maksimaalse hapnikupulsiga ( $r = 0,9005$ ), maksimaalse süsihappegaasi eritusega ( $r = 0,6589$ ) ja südame mahu ning hapnikupulsi suhtarvuga ( $r = -0,7430$ , joonised 12,13,14). Usaldatav on seos ka ühelt poolt hapnikulae ja teiselt poolt hapnikuvõla ( $r = 0,6140$ ), pneumotahhomeetria näitaja ( $r = 0,5030$ ), vitsalkapatsiteedi ( $r = 0,6082$ ), maksimaalse ventilatsiooni ( $r = 0,4152$ ), tööaegse hapniku tarbimise, süsihappegaasi eritumise ja hingamise minutimahu vahel.

Hapnikuvõlg on korrelatiivses seoses vitsalkapatsiteediga ( $r = 0,512$ ), südame absoluutse mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtega ( $r = -0,5680$ ), tööaegse kopsude ventilatsiooni, hapniku tarbimise, süsihappegaasi eritumise ja hapnikupulsiga ( $r = 0,5000$  kuni  $r = 0,7500$ , joonis 16). Usaldatav on seos ka



a

Korrelatiivne seos maksimaalse hapniku tarbimise ja maksimaalse hapnikupulsi vahel.



b

Korrelatiivne seos maksimaalse hapniku tarbimise ja hapnikuvõla vahel.



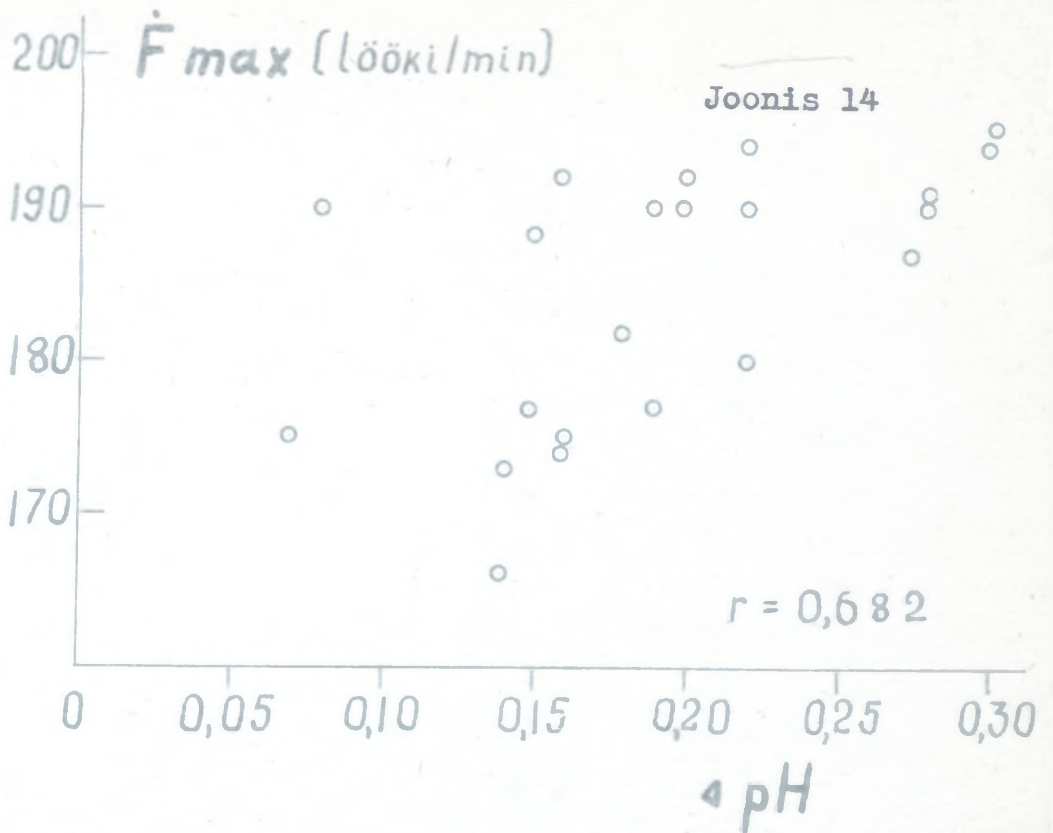
hapnikuvõla ja EKG T-saki voltaazi kasvu vahel pärast töö lõppu ( $r = 0,4617$ ).

Piimahappesisaldus veres pärast tööd on vastastikusel seoses vere pH langusega ( $r = 0,5906$ ), aluse liiaga pärast tööd ( $r = -0,5696$ ) ja standardbikarboonaatide sisaldusega töö lõpul ( $r = -0,4620$ ) (joonis 17). Laktsadi tööjärgne kontsentratsioon veres on samuti korrelatiivses seoses EKG T-saki amplituudi kasvuga vahetult töö lõppedes ( $r = 0,4950$ ), hemoglobiini hulga tõusuga ( $r = -0,4966$ ), respiratoorse koefitsiendi ja süstoolse näitajaga taastumise esimesel minutil ( $r = -0,6880$  ja  $r = 0,6290$ ).

Lihaste anaeroobne võimsus (kg.sek.) on vastastikusel seoses hapnikulaega ( $r = 0,4534$ ), süsihappegaasi maksimumiga ( $r = 0,4944$ ) ning tööaegsete hapniku tarbimise ja süsihappegaasi eritumisega.

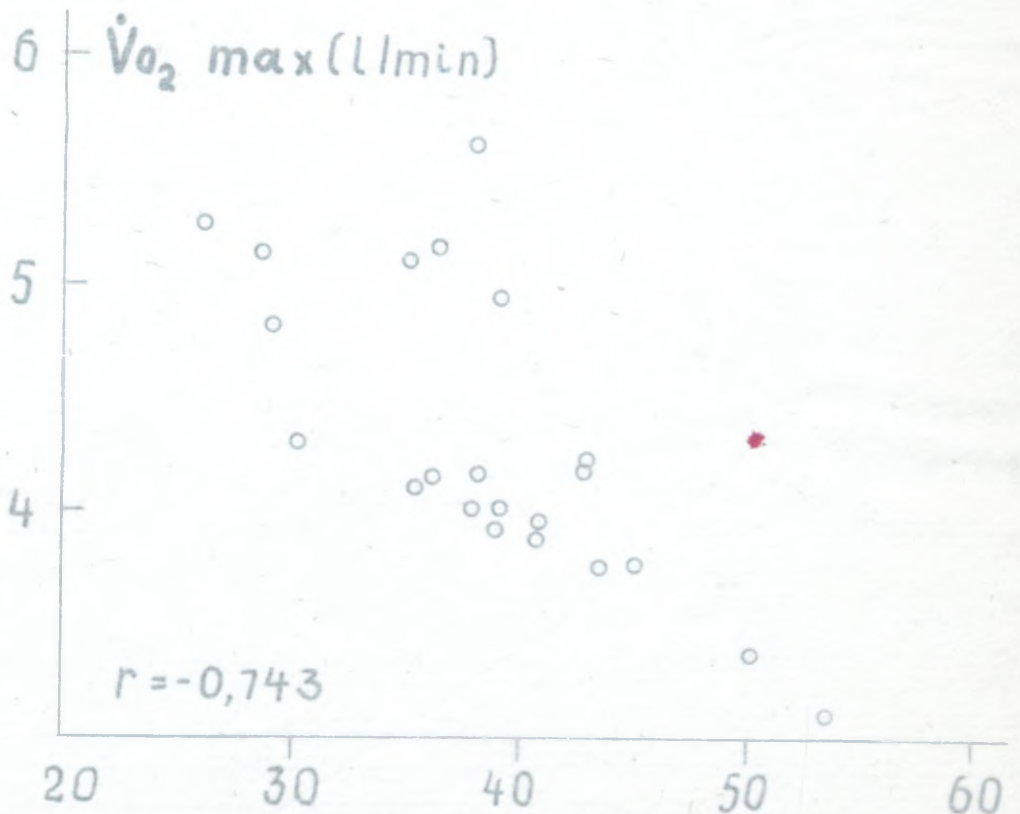
Jooksuikiiruse vertikaalkomponent (m/sek.) on korrelatiivses seoses EKG T-saki voltaazi kasvuga vahetult töö lõpul, EKG QT-intervalli väärtusega ja vere hemoglobiinisaldusega lähteseisundis ( $r = 0,5225$ ,  $r = -0,6685$  ja  $r = 0,5990$ ).

Südame absoluutne maht on seoses spordijärguga ( $r = 0,4095$ ), pneumotahhometria ( $r = 0,4955$ ) ja pulsiaagedusega töö sooritamisel ( $r = -0,4789$  kuni  $r = -0,6604$ ), vatt-pulsiga ( $r = -0,4460$ ) ja näitajaga  $PWC_{170}$  ( $r = 0,4973$ ). Usaldatav on seos ka ühelt poolt



a

Korrelatiivne seos pH languse ja südame maksimaalse löögisageduse vahel.



b

Korrelatiivne seos hapnikulae ja südame absoluutse mahu ning maksimaalse hapnikupulsi suhtarvu vahel.  $HV/O_2\text{-pulss max}$

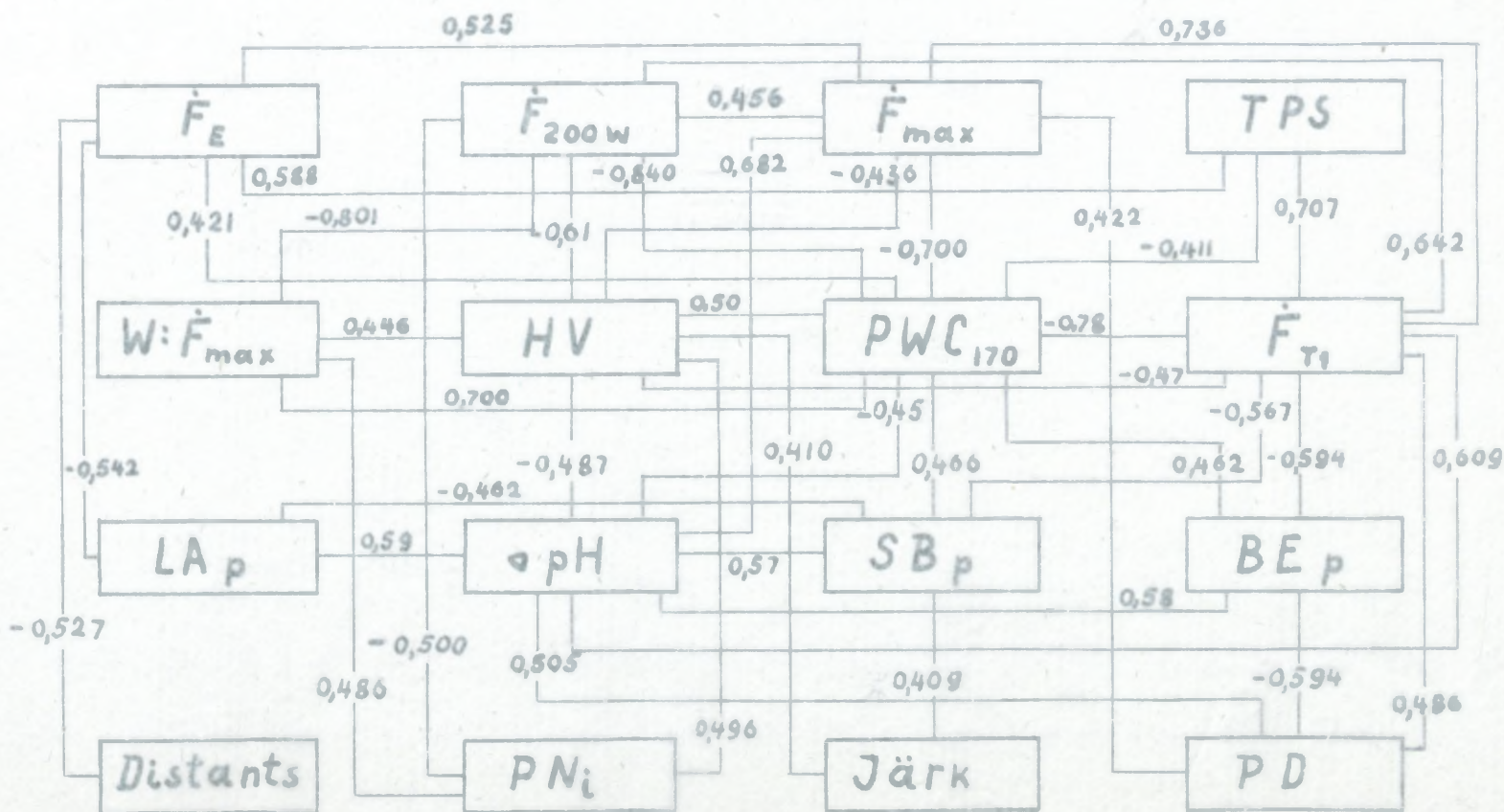
südame mahu ja teiselt poolt tööjõu pH (0,4718), hematokriti ( $r = 0,5085$ ) ja erütrotsüütide hulga vahel veres ( $r = 0,5186$ ).

Südame suhteline maht ( $\text{cm}^3/\text{kg}$ ) on vastastikusse seoses süsihappegaasi eritumisega tööl ja taastumisel ( $r = -0,4296$  kuni  $r = -0,5873$ ), hapnikuvõlga ( $r = -0,4195$ ), lihaste anaeroobse võimsusega ( $r = -0,4230$ ) ja EKG T-saki voltasiga taastumise teisel minutil ( $r = 0,4705$ ). Südame suhteline maht korreleerub ka taastumisperioodi erütrotsüütide hulgaga ( $r = 0,4527$ ), pH väärtusega ( $r = 0,4249$ ) ja puhveraluste sisaldusega ( $r = 0,4353$ ).

Südame suhteline maht ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ) on vastastikusse seoses hapniku tarbimisega, süsihappegaasi eritumisega ja hapnikupulsiga töö sooritamisel ( $r = 0,4307$  kuni  $r = 0,7951$ ). Usaldatav seos ilmneb ka südame suhtelise mahu ja hapnikuvõla vahel ( $r = 0,5088$ ).

Südame-vereringe näitajate vahelisi seoseid iseloomustab joonis 15. Korrelatsioonanalüüs näitas, et pulsisageduse maksimum on vastastikusse seoses näitajaga  $\text{PWC}_{170}$  ( $r = -0,7002$ ), südame absoluutse mahuga ( $r = -0,4360$ ), pH langusega ( $r = 0,6824$ ), sluse liia ja puhveraluste sisaldusega veres pärast tööd ( $r = -0,4083$  ja  $r = -0,5315$ ). Südame löögisagedus aõõduka intensiivsusega töökoorusel (200 W) korre-

Korrelatsioonigraaf ( sportlaste rühm ).



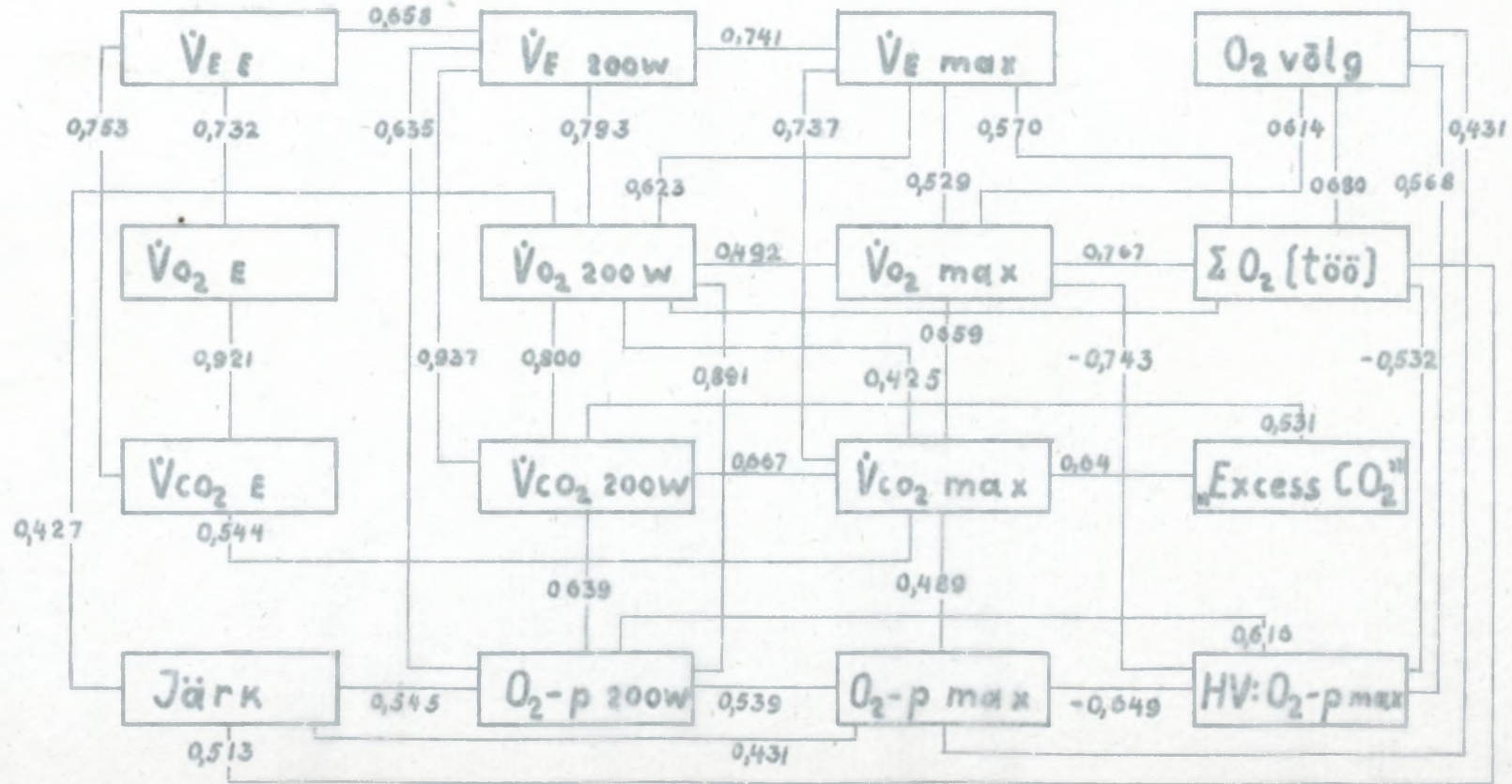
leerub pulsisageduse maksimumiga ( $r = 0,4562$ ) vatt-pulsiga ( $r = -0,8014$ ), näitajaga  $PWC_{170}$  ( $r = -0,8400$ ), südame mahuga ( $r = -0,4789$ ) ja pulsisagedusega taastumise esimesel minutil ( $r = 0,5657$ ). Pulsisagedus lähteseisundis on vastastikusel seoses p̄hidistantsi ja pikkusega ( $r = -0,5271$ ), pneumotahhometria näitaja sissehingamisel ( $r = -0,4023$ ), taastumispulsi summaga ( $r = 0,5883$ ) ja pulsisageduse maksimumiga ( $r = 0,5248$ ).

Taastumispulsi summa on usaldatavas seoses näitajaga  $PWC_{170}$  ( $r = -0,4131$ ) ja pulsisagedusega taastumise esimesel minutil ( $r = 0,7407$ ).

Näitaja  $PWC_{170}$  on vastastikusel seoses pulsisageduse maksimumiga ( $r = -0,7002$ ), südame mahuga ( $r = 0,4973$ ), pulsisagedusega 200-vatisel töökoormusel ( $r = -0,8400$ ), vatt-pulsiga ( $r = 0,7001$ ) ja taastumispulsi summaga ( $r = -0,4131$ ). Usaldatav on seos  $PWC_{170}$  ja pH languse ( $r = -0,4540$ ), standardoi-karbonaatide sisalduse ja aluse liia vahel pärast tööd ( $r = 0,4662$ ,  $r = 0,4653$ ).

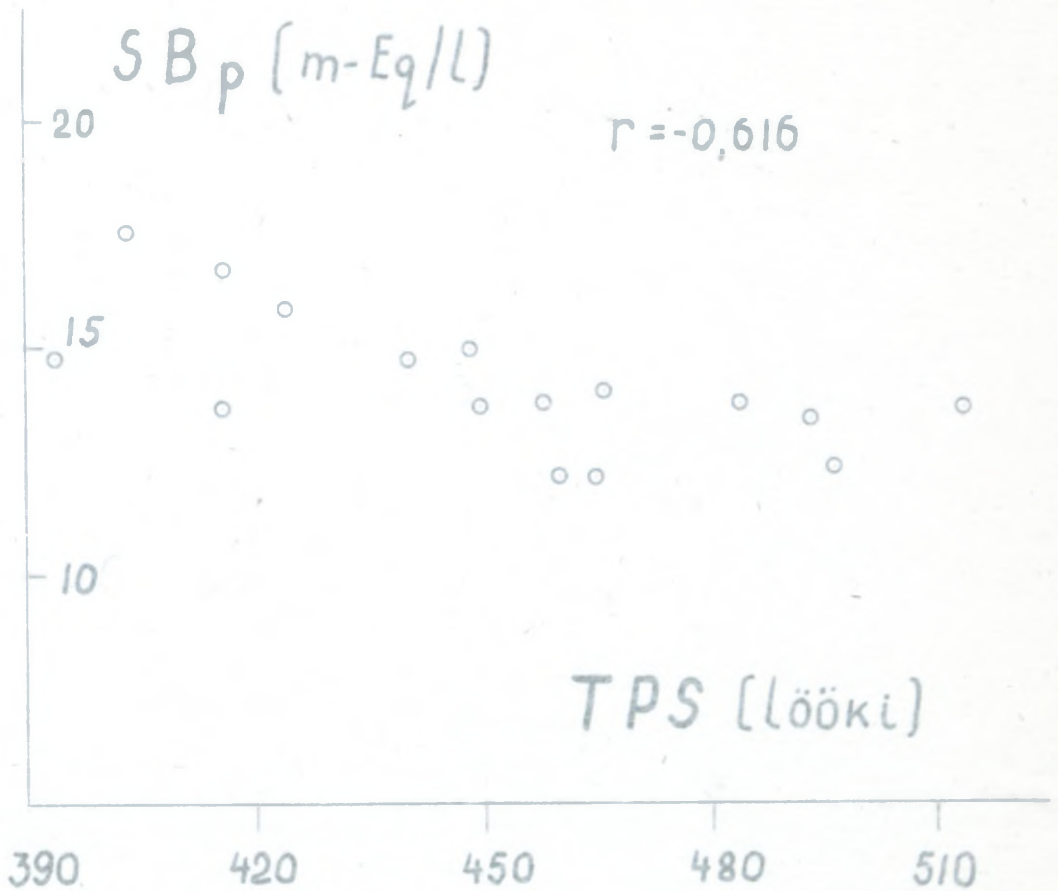
Vatt-pulss on korrelatiivses seoses pneumotahhometria näitajaga sissehingamisel ( $r = 0,4865$ ), pulsisagedusega 200-vatisel töökoormusel ( $r = 0,7124$ ) ja hapniku summaarse tarbimisega tööl ( $r = 0,5810$ ).

Korrelatsioonigraaf ( sportlaste rühm ).



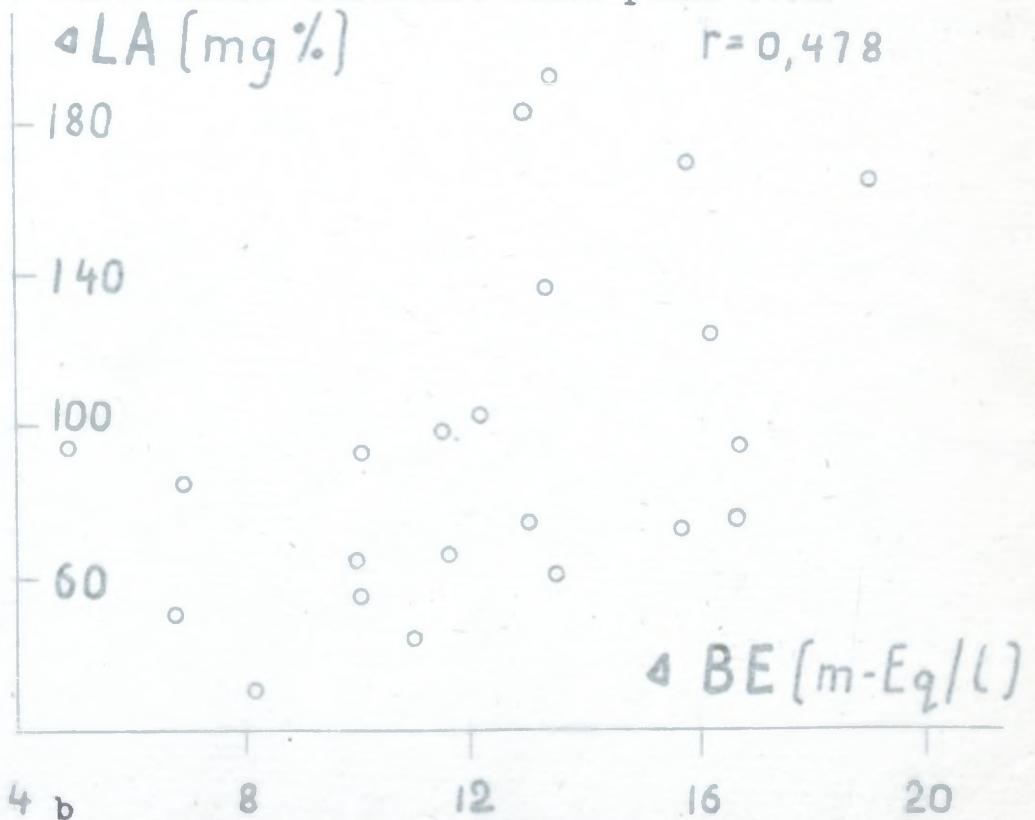
Hingamise minutimahu ja gaasivahetuse näitajate vahelisi seoseid iseloomustab joonis 16. Selgus, et hapniku tarbimine, süsihappegaasi eritus ja kopsude ventilatsioon on vastastikustes seostes lähteseisundis, töö sooritamisel ja taastumisperioodil ( $r = 0,7423$  kuni  $r = 0,8658$ ). Korrelatsioonanalüüs näitas, et lähteseisundi, tööaegsed ja taastumisperioodi hingamise minutimahu väärtused on vastastikustes korrelatiivsetes seostes ( $r = 0,4846$  kuni  $r = 0,8035$ ). Hapnikupulss ja hapniku tarbimine 200-vatisel töökoormusel on vastastikuses seoses aeroobse töövõimega ( $r = 0,5199$  ja  $r = 0,4916$ ). Tööaegsete gaasivahetuse näitajatega ( $\dot{V}_{O_2}$ ,  $\dot{V}_{CO_2}$ ) on seoses kopsude vitaal-kapatsiteet ja südame suhteline maht  $l \cdot m^2$  kohta ( $r = 0,5049$  kuni  $r = 0,8406$ ). Spordijärguga on usaldatavas seoses hapniku tarbimine ja hapnikupulss 200-vatisel töökoormusel ( $r = 0,4267$  ja  $r = 0,5447$ ).

Happe-leelise tasakaalu näitajate vahelisi seoseid iseloomustab joonis 17. Selgus, et töö lõppedes kaasub ulatuslikumale pH langusele ka suurem aluse liis, puhveraluste ja bikarbonaatide sisalduse vähenemine ning tekib suurem puhverdefitsiit. Korrelatsioonanalüüs selgitas, et happe-leelise tasakaalu näitajad on vastastikuses seoses nii lähteseisundis kui



a

Korrelatiivne seos taastumispulsi ja standardbi-karbonaatide sisalduse vahel peale tööd.



b

Korrelatiivne seos piimhappe kuhjumise ja aluste liia muutuste vahel.



ka pärast töö lõppu. Aluste liia vähenemise töö on vastastikusel seoses piimahappe kujunamisega veres, südame suntelise mahuga ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ) ja pulsisageduse maksimumiga. Puhverdefitsiit on korrelatiivses seoses pulsisageduse maksimumiga ( $r = 0,4219$ ), aluse liiaga, standardbikarbonaatide ja puhveraluste sisaldusega pärast tööd ( $r = -0,5934$ ,  $r = -0,5938$  ja  $r = -0,5698$ ). Süsihappegaasisisaldus veres ( $p_{\text{CO}_2}$ ) pärast tööd on vastastikusel seoses standardbikarbonaatide sisaldusega ( $r = 0,4318$ ), vatt-pulsiga ( $r = 0,4793$ ) ja süsihappegaasi üldhulgaga pärast tööd ( $r = 0,7287$ ).

Süsihappegaasi üldhulk veres ( $\Sigma \text{CO}_2$ ) pärast tööd on korrelatiivses seoses puhverdefitsiidiga ( $r = 0,7163$ ), aluse liiaga ( $r = 0,5982$ ), standardbikarbonaatide ja puhveraluste sisaldusega pärast tööd ( $r = 0,8030$ ,  $r = 0,5938$ ).

## 7. Faktoranalüüsi tulemused.

Sportlaste rühmal tõi faktoranalüüs esile viis faktorit (tabel 18). Selgub, et esimene faktor kirjeldab näitajate seoseid, mis iseloomustavad sportlaste treenitust. Selle alusel võib esimest faktorit nime-

tada ka üldise kehalise ettevalmistuse faktoriks. Nimetatud faktor näitab, et head kehalist ettevalmistust iseloomustavad kõrgemad pneumotahhometria näidud, suuremad maksimaalse ventilatsiooni, kopsude elulise mahtuvuse,  $PWC_{170}$  ja vatt-pulsi arvvärtused. Selgub, et enam treenitud sportlasele on iseloomulik madalam südame löögisagedus kasvavatel koormustel. Parimatel sportlastel on samuti maksimaalne hapniku tarbimine, maksimaalne hapnikupulss, südame maht ning lihaste anaeroobne võimsus suuremad. Teine faktor iseloomustab seoseid aeroobse töövõime näitajate vahel. Nimetatud faktori järgi iseloomustavad head aeroobset töövõimet peale maksimaalse hapniku tarbimise veel kõrged maksimaalse ventilatsiooni ja maksimaalse hapnikupulsi väärtused tööil. Kõrgema aeroobse töövõimega vaatlusalustel on südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtarv madalam.

Kolmanda faktori puhul on suurem kaal hapnikuvõljal ja lihaste anaeroobsel võimsusel. Selgub, et suurim hapnikuvõlg tekib neil vaatlusalustel, kelle lihaste anaeroobne võimsus ja gaasivahetuse näitajad viimastel koormustel on kõrgemad, pulsisageduse tõus on aga töö ajal ulatuslikum. Suurema hapnikuvõlga kaasneb ulatuslikum hemoglobiini protsendi kasv tööil.

Neljas faktor iseloomustab põhidistantsi pikkuse seost muude näitajatega. Neljandat faktorit võib selle alusel nimetada ka distantsifaktoriks. Distantsifaktor näitab, et pikamaajooksjatel on südame maksimaalne löögisagedus madalam, süsihappegaasi erituse maksimum ja südame maht aga suuremad kui maileritel. Lühimajooksjatel on lihaste anaeroobne võimsus suurem kui pikamaajooksjatel.

Viies faktor iseloomustab peamiselt seoseid vereringe ja hingamissüsteemi näitajate vahel madalamatel koormustel (200 w). Selgub, et kõrgemad gaasivahetuse näitajad ja südame löögisageduse väärtused esinevad 200-vatisel koormusel neil vaatlusalustel, kelle lihaste anaeroobne võimsus on väiksem ning hemoglobiinisisaldus tööeelses seisundis on madalam. Neil vaatlusalustel on tööeelses seisundis pH ja "base excess" kõrgemad. Kõrgemate tööaegsete gaasivahetuse näitajate ja pulsisageduse väärtustega vaatlusalustel tekib ulatuslikum hapnikuvõlg.



Tabel 18.

Faktoranalüüsi tulemused sportlastel.

	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>
Kaal	0,669	$\dot{V}_E$ max t861	Hgb	$\dot{P}_{max}$ 0,438	Hgb <sub>E</sub>
		0,419	p -0,563		-0,453
$\dot{V}_E$ max		$\dot{V}_{O_2}$ 200 W	$\dot{P}_{200 W}$	$\dot{V}_{CO_2}$ max	pH <sub>E</sub> 0,561
0,446		0,459	-0,682	-0,457	
PH <sub>1</sub>	0,633	$\dot{V}_{O_2}$ max -	$\dot{V}_{O_2}$ max	HV/kg	BE <sub>E</sub> 0,498
		0,834	0,495	-0,414	
VK	0,475	O <sub>2</sub> -puls	$\dot{V}_{CO_2}$ max	Vv 0,802	$\dot{P}_{200 W}$
		max 0,556	-0,530		0,491
Hgb p	0,488	HV:O <sub>2</sub> -puls	O <sub>2</sub> -v81g	Vv.kg	$\dot{V}_{200 W}$
		max - 0,681	-0,492	0,993	0,578
W:F <sub>max</sub>			O <sub>2</sub> -puls	Distantai	$\dot{V}_E$ max t861
0,570			max 0,482	pikkus	0,458
				-0,511	
F <sub>200 W</sub>	-0,597		Vv.kg		$\dot{V}_{O_2}$ 200 W
			-0,769		0,652
PHC <sub>170</sub>	0,571				$\dot{V}_{CO_2}$ 200 W
					0,505
$\dot{V}_{O_2}$ max	0,463				O <sub>2</sub> - puls
					200 W 0,455
O <sub>2</sub> -v81g	0,478				Vv.kg-0,500
O <sub>2</sub> -puls max	0,676				O <sub>2</sub> -v81g 0,
					0,419
HV	0,456				
Vv	0,541				

\* Näitajetevahelised seosed on esitatud 95-% usaldatavuse tasemega. Esitatud tabel sisab hinnata leitud faktorite olemust.

## II. S p o r d i g a m i t t e t e g e l e j a - t e r ü h m

### 1. H i n g a m i s s ü s t e e m i t a l i t - l u s e n ä i t a j a d.

Mittetreennitud vaatlusalustel leiti vitaalkapatsiteedi keskmiseks väärtuseks  $5653^{+120,3}$  ml, näitaja variandid ulatusid  $4810\div 6600$  ml (tabel 19). Maksimaalse ventilatsioonikiiruse keskmine oli  $185,0^{+8,2}$  l/min., kõrgeim väärtus  $237$  l/min. oli vaatlusalusel V.L. Pneumotahhomeetria näitaja sissehingamisel oli uuritavate rühma kohta  $7,69^{+0,37}$  l/sek., väljahingamisel aga  $6,22^{+0,34}$  l/sek. Võrreldes väljahingamise näitajaid (VK, max  $\dot{V}$ , pneumotahhomeetria) sportlaste ja kontrollrühma vahel, selgub, et erinevus pole tõepärane ( $P > 0,1$ , tabel 31).

Hingamise minutimahu ( $\dot{V}_E$ ) keskmine tööeelses seisundis oli uuritavatel  $16,9^{+1,2}$  l/min., kusjuures näitaja individuaalsed variandid olid  $11 \div 22$  l/min. (tabel 20). Näitaja erinevus kahe rühma vahel polnud usaldatav (tabel 32).

Astmeliselt tõusva koormusega tööl kõigil vaatlusalustel hingamise minutimaht kasvas. Esimesel koormusel (150 W) oli hingamise minutimaht keskmiselt  $56,1^{+3,4}$  l/min., teisel töökoormusel aga  $68,9^{+4,0}$  l/min. (joonis 5). Näitaja erinevus sportlaste rühma vastavast näitajast (tabel 32) ei ole tõepärane ( $p > 0,1$ ). Hingamise

minutinaht 250-vatisel töökoormusel oli  $84,6 \pm 5,8$  ja viimasel töökoormusel  $104,9 \pm 8,6$  l/min. Statistiline analüüs näitas, et hingamise minutinaht oli 250-vatistel töökoormustel usaldatavalt kõrgem sportlastel mittetreennitutega võrreldes ( $p < 0,05$ ). Taastumisperioodi esimesel minutil oli mittesportlaste keskmine  $\dot{V}_E$   $55,4 \pm 3,2$  l/min., taastumise 2.-5. minuti suunaarne kopsude ventilatsioon oli  $126,9 \pm 9,7$  l. Hingamise minutinaht oli taastumise esimesel minutil usaldatavalt kõrgem sportlastel ( $p < 0,01$ ), erinevuse tõenäosus väheneb taastumise teisest minutist alates ( $p < 0,05$ ).

Rühma hapniku kasutamisprotsent oli lähteseisundis  $2,2 \pm 0,1$  %, näiteja varieerus diapsoonis  $1,6 \div 2,8$  (tabel 21). 100 käigus vaatlusalustel hapniku kasutamisprotsent kasvas (joonis 6). Esimesel töökoormusel oli hapniku kasutamisprotsent  $3,8 \pm 0,1$ , mis jäi maha sportlaste vastavast väärtusest sama koormuse sooritamisel ( $p < 0,01$ ). Hapniku kasutamisprotsent oli suurim viimasel töökoormusel (300 W),  $4,3 \pm 0,3$  % (tabel 32). Taastumisperioodi esimesel minutil oli keskmine hapniku kasutamisprotsent spordiga mittetegelejatel  $3,7 \pm 0,2$  % erinevus sportlaste vastavast väärtusest ei olnud tähtsusepärane ( $p > 0,1$ ).

Süsinappegaasisisaldus väljahingatavas õhus oli vaatlusalustel jõudeolekus keskmiselt  $1,8 \div 0,03$  %

(tabel 21). Töö käigus süsihappegaasi sisaldus väljahingatavas õhus kasvas (joonis 6). Esimesel koormusel oli  $V_{\text{ECO}_2}$  % keskmiselt  $3,5 \pm 0,1$ , erinevus sportlaste vastavast väärtusest polnud usaldatav ( $p > 0,1$ ). Kehalise pingutuse viimasel koormusel leiti vaatlusaluste rühma keskmiseks süsihappegaasisisalduseks väljahingatavas õhus  $4,2 \pm 0,2$  %, mis on kõrgea vastavast väärtusest sportlastel ( $p < 0,05$ ). Taastumise esimesel minutil leiti rühma keskmiseks süsihappegaasisisalduseks väljahingatavas õhus  $4,0 \pm 0,2$  %, mis oli kõrgea sportlaste vastavast väärtusest ( $p < 0,01$ ). Süsihappegaasisisaldus väljahingatavas õhus jäi uuritavatel taastumise teisest minutist viienda minutini kõrgemaks kui sportlastel.

Hapniku tarbimine oli spordiga mittetegelejate rühmal tööeelaes seisundis  $0,306 \pm 0,028$  l/min. (tabel 21). Kehalise töö ajal hapniku tarbimine kasvas kõigil uuritavatel. Esimesel koormusel oli keskmine hapniku tarbimine  $1,778 \pm 0,1108$  l/min., viimasel koormusel aga  $3,601 \pm 1,94$  l/min. (joonis 7) hapniku tarbimine kõigil koormustel oli usaldatavalt kõrgem sportlastel ( $p < 0,01$ ). Taastumise esimesel minutil oli hapniku tarbimine keskmiselt  $1,649 \pm 0,094$  l/min., mis oli madalam sportlaste vastavast väärtusest (tabel 32). Summaarne hapniku tarbimine taastumise teisest minutist viienda minutini oli 2,899 l. Erinevus sportlaste hapniku kasutamisest

oli sama ajavahemiku jooksul ei ole tõepärane. Uuritavate hapniku tarbimise maksimaalväärtus oli keskmiselt  $3,527 \pm 0,157$  l/min. ehk kehakaalu 1 kg kohta  $47,95 \pm 2,31$  ml/min., kehapindala 1 m<sup>2</sup> kohta 1.85 (tabel 22). Erinevus sportlaste vastavast väärtusest on tõepärane ( $p < 0,01$ ). Hapnikulae individuaalne varieeruvus ulatus  $2,250 \pm 4,300$  l/min. ja  $32,1 \div 61,0$  ml/min.kg. Vaastulusaluste rühma keskmine hapnikuvõlg oli  $3,02 \pm 0,24$ , mis oli madalam sportlaste vastavast väärtusest (tabel 31).

Süsihappegaasi keskmine eritus jõudeolekus oli  $0,249 \pm 0,025$  l/min. (tabel 21). Töö sooritamisel süsihappegaasi eritus kasvas kõigil uuritavatel (joonis 7). Esimesel koormusel oli rühma keskmine  $\dot{V}_{CO_2}$   $1,271 \pm 0,274$  l/min., viimasel koormusel aga  $3,599 \pm 0,271$ . Näitaja erinevus sportlaste vastavast väärtusest ühel ja samal koormusel ei ole usaldatav ( $P > 0,1$ ). Taastumise esimesel minutil oli spordiga mittetegelejate rühma  $\dot{V}_{CO_2}$  keskmiselt  $1,855 \pm 0,106$  l/min, erinevus sportlaste vastavast väärtusest on tõepärane ( $P < 0,01$ ).

Uuritavate keskmine "excess CO<sub>2</sub>" oli esimesel koormusel  $0,249 \pm 0,044$  l/min., viimasel koormusel aga  $0,662 \pm 0,150$  l/min. (tabel 23). Süsihappegaasi eritumise maksimum oli uuritavatel  $3,554$  l/min.e.  $48,44$  ml/kg.min. Süsihappegaasi erituse maksimum kehakaalu 1 kg. kohta oli usaldatavalt kõrgem sportlastel ( $p < 0,01$ ).

Respiratoorse koefitsiendi keskmine väärtus jõudeolekus oli uuritavate rühmal  $0,807^{+0,018}$ . Töö käigus vaatlusaluste RQ kasvas (joonis 5). Esimesel koormusel oli RQ keskmine väärtus  $0,909^{+0,024}$ , viimasel koormusega  $1,007^{+0,034}$  (tabel 20) RQ väärtus 150W oli kõrgea spordiga mittetegelejalatel. ( $p < 0,01$ ). Taastumisperioodi esimesel minutil oli RQ keskmine väärtus  $1,114^{+0,041}$ . Erinevus sportlaste RQ-st ei ole tõepärane (tabel 32).

Keskmine hingamissagedus jõudeolekus oli  $18,0^{+0,6}$  hingamistsüklit minutis, näitaja varieerub vahemikus  $14 \div 21$  hingamist min. (tabel 20). Esimesel koormusel oli keskmine hingamissagedus  $25,9^{+1,5}$ , viimasel koormusel  $38,2^{+2,4}$  hingamist min. Hingamissageduse dünaamikat tööil iseloomustab joonis 8. Näitaja erinevus mõlema rühma vahel tööil ei ole tõepärane. Taastumise esimesel minutil oli hingamissagedus  $28,2^{+1,4}$  hingamist min.

Keskmine oksühemoglobiinisisaldus esimesel koormusel oli  $95,5^{+0,1}$  %, viimasel töökoormusel  $89,4^{+0,9}$  % (tabel 24, joonis 8). Taastumisperioodi viiendal minutil oli keskmine oksühemoglobiinisisaldus veres  $91,0^{+0,8}$  %. Näitaja erinevus vaatlusaluste kahe rühma vahel ei ole tõepärane ( $p > 0,1$ ).

## 2. Südame-veresoonkonna talitluse näitajad

Keskmine südame löögisagedus spordiga mittetegelejate runnal oli lähteseisundis  $91,1 \pm 3,0$  lööki min., näitaja varieerumise ulatus oli  $72 \pm 114$  lööki min. (tabel 25). Astmeliselt kaevavate koormustega tööl südame löögisagedus suurenes kõigil uuritavatel (joonis 9). Esimesel töökoormusel oli keskmine pulsisagedus  $142,7 \pm 2,8$  lööki min., viimasel koormusel aga  $185,1 \pm 2,8$  lööki min. Nii tööeslees seisundis, kui ka ühe ja sama koormuse sooritamisel oli pulsisagedus kõrgem spordiga mittetegelejatel ( $p < 0,01$ ). Erinevus keskise pulsisageduse maksimumis kahe rühma vahel ei ole tõepärane (tabel 33). Taastumisperioodi esimesel minutil oli rühma keskmine pulsisagedus  $171,2 \pm 2,4$  lööki min. Taastumisperioodi kolme minuti summaarne pulsilöökide arv (TPS) oli uuritavate rühmal  $453,9 \pm 8,6$  lööki. Südame löögisagedus oli taastumisperioodi viie minuti vältel kõrgem spordiga mittetegelejatel ( $p < 0,01$ ). Vaatluseluste kehalist töövõimet iseloomustav  $PWC_{170}$  oli  $1443,0 \pm 62,6$  kga/min. (tabel 25), mis on usaldusväärt madalam sportlaste vastavast väärtusest ( $p < 0,01$ )  $PWC_{170}$  suurimaks väärtuseks leiti 1800 kga/min.

Vaatlusaluste rühma keskmine maksimaalne vatt-pulse oli  $1,55 \pm 0,04$  (tabel 25), mis on madalam sportlaste caast ( $p < 0,01$ ).

Elektrokardiogrammi elektrilise süstooli (QT) kestuse keskmine väärtus jõudeolekus oli  $0,30 \pm 0,01$  sek. Töö käigus uuritavatel QT langes (joonis 10). Esimesel koormusel oli keskmine QT  $0,25 \pm 0,01$  sek., viimasel koormusel  $0,21 \pm 0,01$  sek. (tabel 26). QT-intervall oli lähteseisundis ning ühe ja sama koormuse sooritamisel sportlaste rühmal kõrgem kui mittetreenuil ( $p < 0,05$ ). Taastumisperioodi viiendal minutil oli vaatlusaluste keskmine QT-intervall  $0,25 \pm 0,01$  sek. QT-intervalli normiks leiti tööeelses seisundis  $0,309 \pm 0,05$ , töö teostamisel QT väärtuse erinevus normiat kasvas olenevalt koormuse suuremisest (tabel 26). Esimesel koormusel oli leitud QT keskmine väärtus normist väiksem  $0,009$  <sup>sek</sup> võrra, viimasel koormusel oli erinevus  $0,036$  sek.

Süstoolse näitaja keskmine jõudeolekus oli  $48,2 \pm 1,3$  (tabel 26). Töö sooritamisel süstoolne näitaja kasvas. Esimesel koormusel oli SN keskmine väärtus  $60,6 \pm 0,9$ , viimasel töökoormusel  $64,4 \pm 1,0$ . Taastumise viiendal minutil leiti süstoolse näitaja keskmiseks väärtuseks  $58,7 \pm 1,0$ . Süstoolse näitaja usaldatav erinevus vaatlusaluste rühmade vahel esineb ainult jõudeolekus ja tase-

tumise viiendal minutil (tabel 33,  $p < 0,01$ ). Vastavad süstoolse näitaja väärtused on madalamad sportlastel.

EKG T-amplituudi keskmine tööeelses seisundis oli vaatlusalustel  $0,96 \pm 0,08$  mV. Töö sooritamisel ilmneb T-amplituudi esialgne langus, mis asendub edaspidi kasvuga (joonis 11). T-amplituudi keskmine esimesel koormusel oli uuritavatel  $0,80 \pm 0,05$  mV, viiaansel koormusel aga  $1,16 \pm 0,09$  mV (tabel 26). T-amplituud jõudeolekus ning ühe ja sama koormuse sooritamisel oli kõrgem sportlastel kontrollrühmaga võrreldes ( $p < 0,05$ ). Vahetult pärast töö lõppu T-amplituud kasvab, alates taastumise teisest-kolmandast minutist ilmneb T-amplituudi langus. Taastumisperioodi teisel minutil oli keskmine T-amplituud  $1,66 \pm 0,09$  mV, viiendal minutil  $1,24 \pm 0,08$  mV. T-amplituudi erinevus sportlastel ja kontrollrühmal on usaldatav (tabel 34,  $P < 0,01$ ).

Selgub, et seitsmel uuritavaal esines ST-joone langus isoelektrilise joone suhtes (tabel 27). Ulatuslikum ST-joone negatiivsus oli  $- 0,4$  mV. Seejuures enamuse juhtudel esines negatiivne ST-joon viimastel koormustel.

Jõudeoleku QRS-kompleksi keskmine voltas oli  $4,04 \pm 0,23$  mV (tabel 26). QRS-kompleksi muutus töö sooritamise ajal ei ole usaldatav. Erinevust ei esine ka QRS-kompleksi väärtustes vaatlusaluste rühmade

vahel ( $p > 0,1$ ). Töö lõppedes QRS-kompleksi väärtus langeb, taastumise viiendal minutil oli QRS-kompleksi keskmine  $4,14 \pm 0,23$  mV.

Hapnikupulsi keskmine tööeelses seisundis oli vaatlusalustel  $3,4 \pm 0,4$  ml löögi kohta, näitaja individuaalsed variandid olid  $1,5 \div 6,2$  ml/min. (tabel 28). Töö ajal hapnikupulss kasvas kõigil vaatlusalustel. Esimesel koormusel oli rühma keskmine hapnikupulss  $12,4 \pm 0,7$  ml löögi kohta, viimasel koormusel aga  $19,7 \pm 1,1$  ml löögi kohta. Jõudeolekus ning ühel ja samal koormusel oli hapnikupulss suurem sportlastel (tabel 33,  $p < 0,01$ ). Ka tööaegne hapnikupulsi maksimum oli kõrgem sportlastel ( $p < 0,01$ ). Taastumise esimesel minutil oli hapnikupulsi keskmine  $9,7 \pm 0,6$  ml/löögi kohta.

Vaatlusaluste rühma keskmine absoluutne südame maht oli  $869,0 \pm 25,3$  cm<sup>3</sup>, varieeruvus oli  $760 \div 1050$  cm<sup>3</sup> (tabel 29). Erinevus sportlaste südame mahu absoluutväärtusest ei ole tõeparsne (tabel 31,  $p > 0,1$ ). Südame maht kenaksalu 1 kg kohta oli keskmiselt  $11,8 \pm 0,4$  cm<sup>3</sup> ja keha pindala 1 m<sup>2</sup> kohta  $454,4$  cm<sup>3</sup>. Südame mahu suhteline väärtus oli tõeparselt kõrgem sportlastel ( $p < 0,05$ ).

Südame mahu suhe hapnikupulsi maksimumi oli vaatlusalustel  $46,1 \pm 2,1$  HV ja hapnikulae suhtarv oli  $25,4 \pm 1,3$ . Nimetatud suhtarvud on usaldatavalt kõrgemad spordiga mittetegelejatel ( $p < 0,01$  ja  $p < 0,05$ ).

### 3. Vere koostise näitajad

Erütrotsüütide keskmine arv  $1 \text{ mm}^3$  veres oli tööselles seisundis  $4,97 \pm 0,09$  miljonit. Pärast töö lõppu leiti erütrotsüütide keskaiseks hulga  $5,30 \pm 0,08$  miljonit (tabel 30). Punaliblede arvus ei ole olulist erinevust kahe vastlusaluste rühma vahel (tabel 35,  $p > 0,1$ ).

Tööelses seisundis oli keskmine hemoglobiinisisaldus  $15,2 \pm 0,2 \text{ g } \%$ , taastumisperioodil leiti hemoglobiinisisalduseks veres  $16,3 \pm 0,2 \text{ g } \%$ , näitaja varieeruvus oli  $15,2 \div 17,4 \text{ g } \%$  (tabel 30). Erinevus sportlaste rühma hemoglobiinisisaldusest ei ole usaldatav ( $p > 0,1$ ).

Tööelses seisundis oli hematokrit keskmiselt  $51,6 \pm 0,8 \%$ , taastumisel aga  $57,06 \pm 0,7 \%$ . Hematokriti  $\%$  oli peale tööd usaldatavalt kõrgea spordiga mittetegelejatel ( $p < 0,05$ ).

Värvusindeks oli töö eel keskmiselt  $0,92 \pm 0,01$ , pärast tööd aga  $0,93 \pm 0,01$ . Värvusindeksi muutus peale koormust polnud länteseisundiga võrreldes tõepärane. Usaldatavat erinevust värvusindeksis ei ole samuti kahe rühma vahel (tabel 35).

Piimahappes kontsentratsioon veres oli tööelses seisundis spordiga mittetegelejatel  $7,94 \pm 1,24 \text{ mg } \%$ , erinevus sportlaste laktaadi väärtusest ei ole usaldatav

( $p > 0,1$ ). Taastumise 4.-5. minutil leitud piimhappekontsentratsioon veres oli  $58,4 \pm 4,1$  mg %. Erinevus sportlaste vastavast väärtusest on tõepärane ( $p < 0,01$ ). Suurim piimhappe kuhjumine ilaneb vaatlusalustel S.K. ja E.T. - 80 mg %.

Tööeelse seisundi keskmine püruuvhappesisaldus veres oli rünnal  $1,8 \pm 0,2$  mg %, peale tööd leiti keskmiseks püruuvhappe väärtuseks  $4,1 \pm 0,4$  mg % (tabel 30). Näitaja erinevus vaatlusaluste kahe rühma vahel ei ole usaldatav ( $p > 0,1$ ).

Piimhappe-püruuvhappe suhtarv oli töö eel  $4,74 \pm 0,75$  peale tööd  $16,36 \pm 1,64$ . Piimhappe-püruuvhappe suhtarv kasvas töö suuremal määral sportlastel, võrreldes spordige mittetegelejatega ( $p < 0,01$ ).

Kapillaarse vere keskmine pH oli tööeelse seisundis  $7,378 \pm 0,012$ , varieeruvus ulatus  $7,290 \div 7,420$  (tabel 30). Taastumisperioodil leiti pH väärtuseks  $7,182 \pm 0,012$ . Näitaja erinevus vaatlusaluste kahe rühma vahel ei ole oluline ( $p > 0,1$ ).

Süsihappegaasisaldus veres ( $pCO_2$ ) oli tööeelses seisundis  $40,4 \pm 1,1$  mm Hg, peale pingutust aga  $40,3 \pm 1,6$  mm Hg senast. Näitaja erinevus rühmade vahel ei ole tõepärane ( $p > 0,1$ ).

Aluste liia (BE) keskmine näit töö eel oli  $-0,8 \pm 0,4$  m-Eq/l, peale tööd aga  $-14,06 \pm 0,8$  m-Eq/l. Aluste liia suurim muutus oli vastlusalustel A.K. -  $-20$  m-Eq/l, aluse liia erinevus kahe rühma vahel peale tööd ei ole usaldatav ( $p > 0,1$ ).

Puhveraluste (BB) keskmine töö eel oli  $47,9 \pm 0,8$  m-Eq/l (tabel 30), taastumisperioodil oli uuritavate rühmal  $35,0 \pm 0,7$  m-Eq/l. Puhveraluste erinevus rühmade vahel ei ole oluline ( $p > 0,1$ ).

Standardbikarbonaatide keskmine väärtus jõudeolekus oli  $23,1 \pm 0,4$  m-Eq/l, taastumisperioodil  $14,3 \pm 0,4$  m-Eq/l. Erinevus standardbikarbonaatide sisalduses uuritavate rühmade vahel ei ole usaldatav ( $p > 0,1$ ).

Vastlusaluste rühmal arvatatud puhverdefitsiit oli keskmiselt  $533,3 \pm 64,9$ , mis oli oluliselt kõrgem sportlaste vastavast väärtusest ( $p < 0,01$ ).

#### 4. Lihaste anaeroobne võimsus.

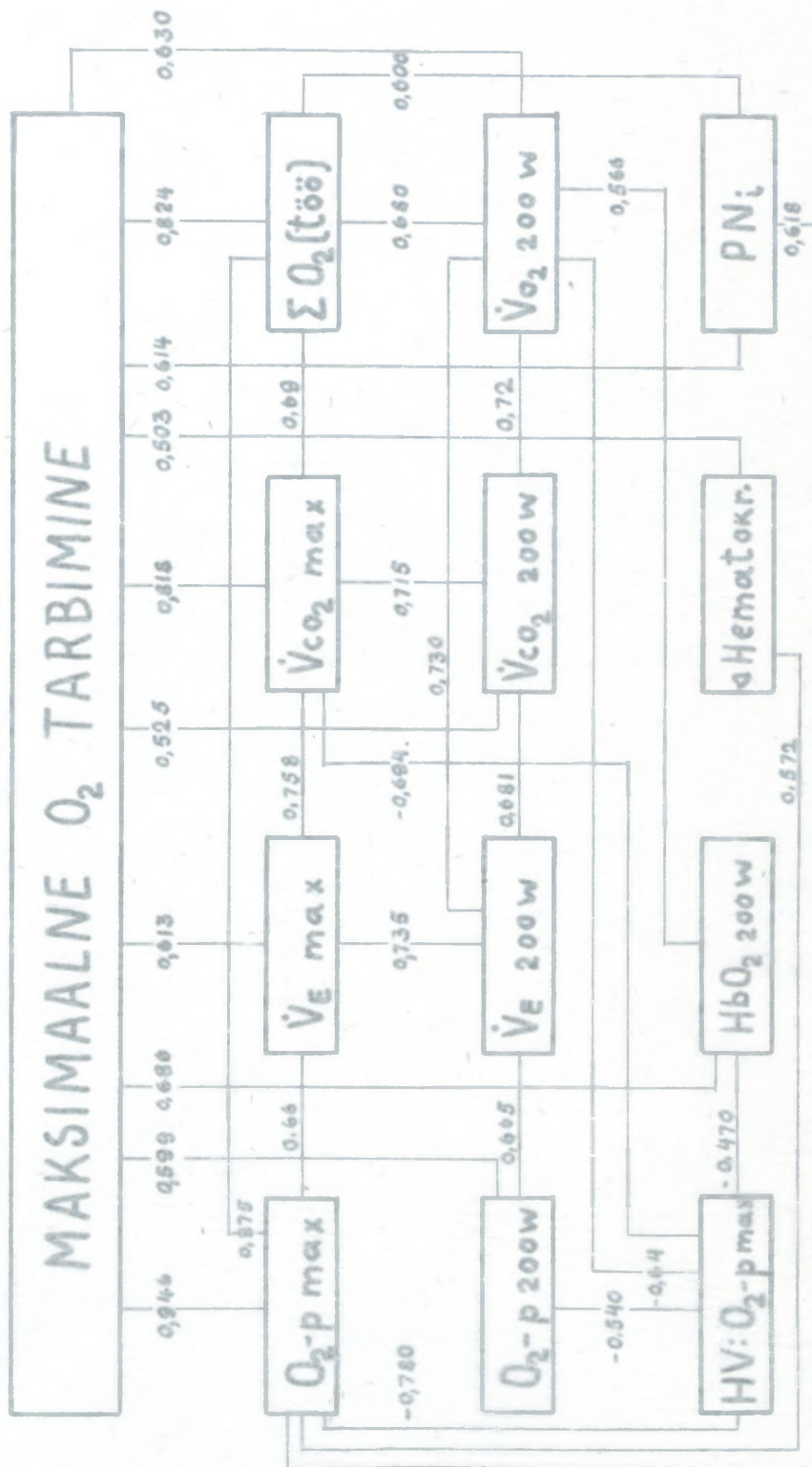
Spordiga mittetegelejate rühma keskmine lihaste anaeroobne võimsus oli  $1,39 \pm 0,05$  kga/kg sek., kuuajuures individuaalsed variandid ulatusid  $1,38 \div 1,85$  kga/kg sek. (tabel 29). Anaeroobne võimsus oli sportlaste rühmal usaldatavalt kõrgem kui mittetreeneritel ( $p < 0,01$ , tabel 31).

Lihaste anaeroobse võimsuse absoluutväärtus oli keskmiselt  $103,4 \pm 4,7$  kgm/sek. Näitaja variantide dispersioon oli 92-152 kgm/sek.

##### 5. Näitajate vahelised korrelatiivsed seosed.

Usaldatavate korrelatsioonikordajate 95 % piirväärtuseks spordiga mittetegelejate rühmal on võetud  $r = 0,4683 / 305/$ . Korrelatiivsete seoste süsteemse iseloomustavad korrelatsioonigraafid 20, 21, 22, 23 ja maksimaalse korrelatsiooni tee (joonis 24).

Korrelatsioonanalüüs selgitas, et hapniku tarbimise maksimum on usaldatavas seoses maksimaalse hapnikupulsiga ( $r = 0,9460$ ), maksimaalse süsihappegaasi eritusega ( $r = 0,8181$ ) ja tööaegse kopsude ventilatsiooni maksimumiga ( $r = 0,6123$ , joonis 20). Oluline on seos ühelt poolt hapnikulise ja teiselt poolt süsihappegaasi eritumise, hapniku tarbimise ja hapnikupulsi väärtuste vahel 200-vatise töökoormuse sooritamisel ( $r = 0,5249$ ,  $r = 0,6302$ ,  $r = 0,5993$ ). Seega suurema aeroobse töövõimega vaatlusalustel oli hapniku tarbimine, süsihappegaasi eritus ja hapnikupulsi mõduka intensiivsusega tööl suurem. Kõrgema hapnikupulsiga uuritavatel on südame absoluutse mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhe väiksem võrreldes madalama aeroobse töövõimega vaatlusalustega



Korrelatsioonigraaf (spordiga mittetegelejate rühm).

(  $r = -0,7804$  ). Suuremal hapniku tarbimise maksimumiga kaasneb kõrge pneumotahhometria näitaja sisselingamisel (  $r = 0,6145$  ). Töö sooritamisel ilaneb kõrgema aeroobse töövõimega uuritavatel aga nenatokriti suurem kasv (  $r = 0,5027$  ).

Hapnikuvõlg on vastastikusel seoses hingamisagedusega ja hingamise minutimahuga esimesel töökoormusel (  $r = -0,4820$  ja  $r = -0,4687$  ). Seega neil vastlusalustel, kellel töö algul olid madalamad kopsude ventilatsioonid ja hingamisageduse väärtused, tekib töö ajal ulatuslikum hapnikuvõlg. Usaldatavad korrelatsioonid on ka hapnikuvõla ja maksimaalse hapniku kasutamiskiiruse (  $r = 0,5545$  ) ja maksimaalse süsihappegaasisalduse vahel väljahingatavas õhus (  $r = 0,5003$  ). Hapnikuvõlga on usaldatavas seoses ka lihaste anaeroobse võimsuse (  $r = 0,4793$  ) ja EKG T-saki voltas viimasel koormusel (  $r = 0,5500$  ).

Piimhappe tööjärgne väärtus korreleerub usaldatavalt bikarbonaatide langusega (  $r = -0,4895$  ), pulsageduse väärtusega viimasel töökoormusel ja taastumise esimesel minutil (  $r = 0,5611$  ja  $r = 0,5512$  ). Kõrgemale piimhappesisaldusele veres kaasuvad respiratoorse koefitsiendi ja süstoolse näitaja suuremad väärtused viimasel töökoormusel (  $r = 0,5391$ ,  $r = 0,5070$  ).

Lihaste anaeroobne võimsus (kg/kg sek.) on vastastikusel seoses hapnikuvõlga (  $r = 0,4793$  ), puhverdefiit-

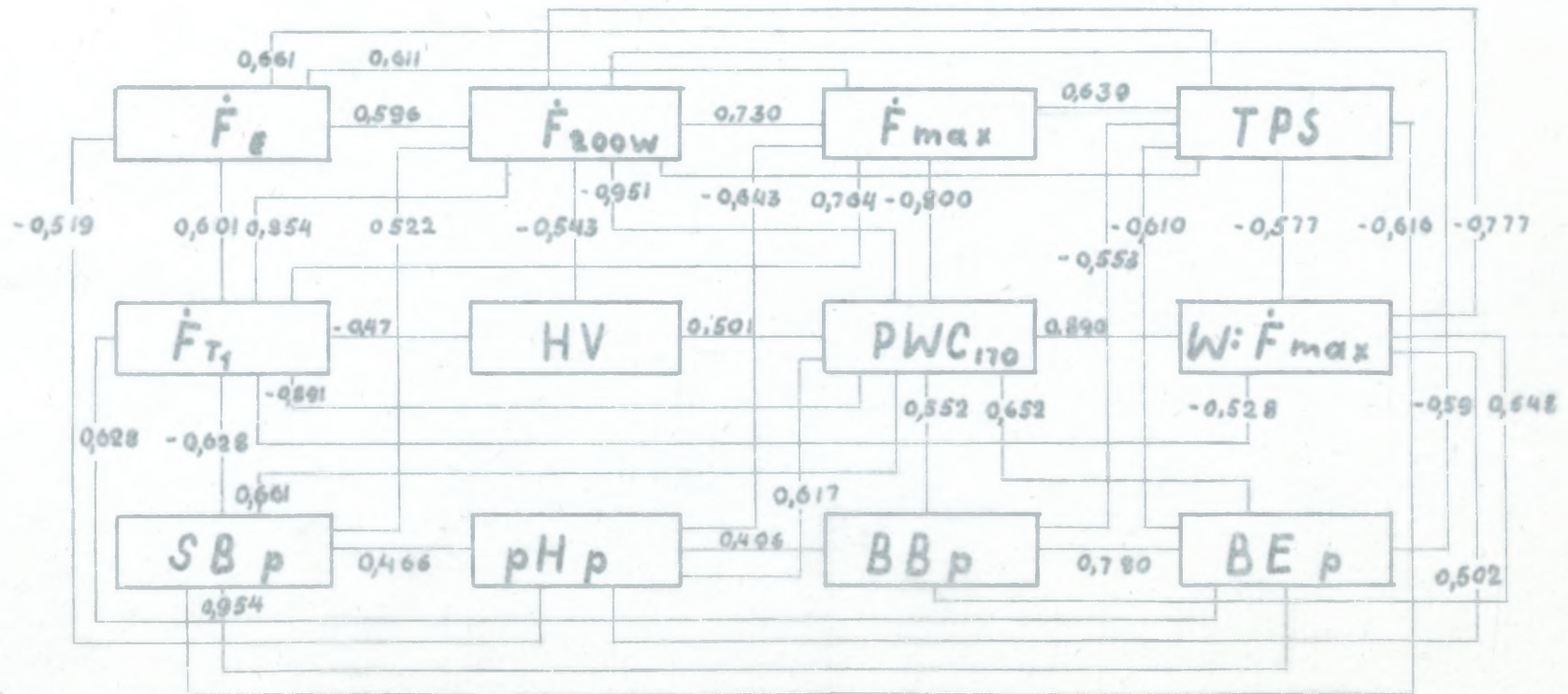
siidiga ( $r = 0,5275$ ) ja hingamisagedusega töö sooritamisel ( $r = -0,5724$  kuni  $r = -0,6057$ ). Linaste anaeroobse töövõimega korreleerub standardbikarbonaatide langus ja aluse liia vähenemine peale tööd ( $r = 0,5552$ ,  $r = 0,5243$ ). Usaldatav korrelatiivne seos on ka anaeroobse töövõime ja viimase töökoormuse aegse hapniku kasutamisprotsendi ja süsihappegaasisalduse vahel väljahingatavas õhus ( $r = 0,5216$ ,  $r = 0,5267$ ).

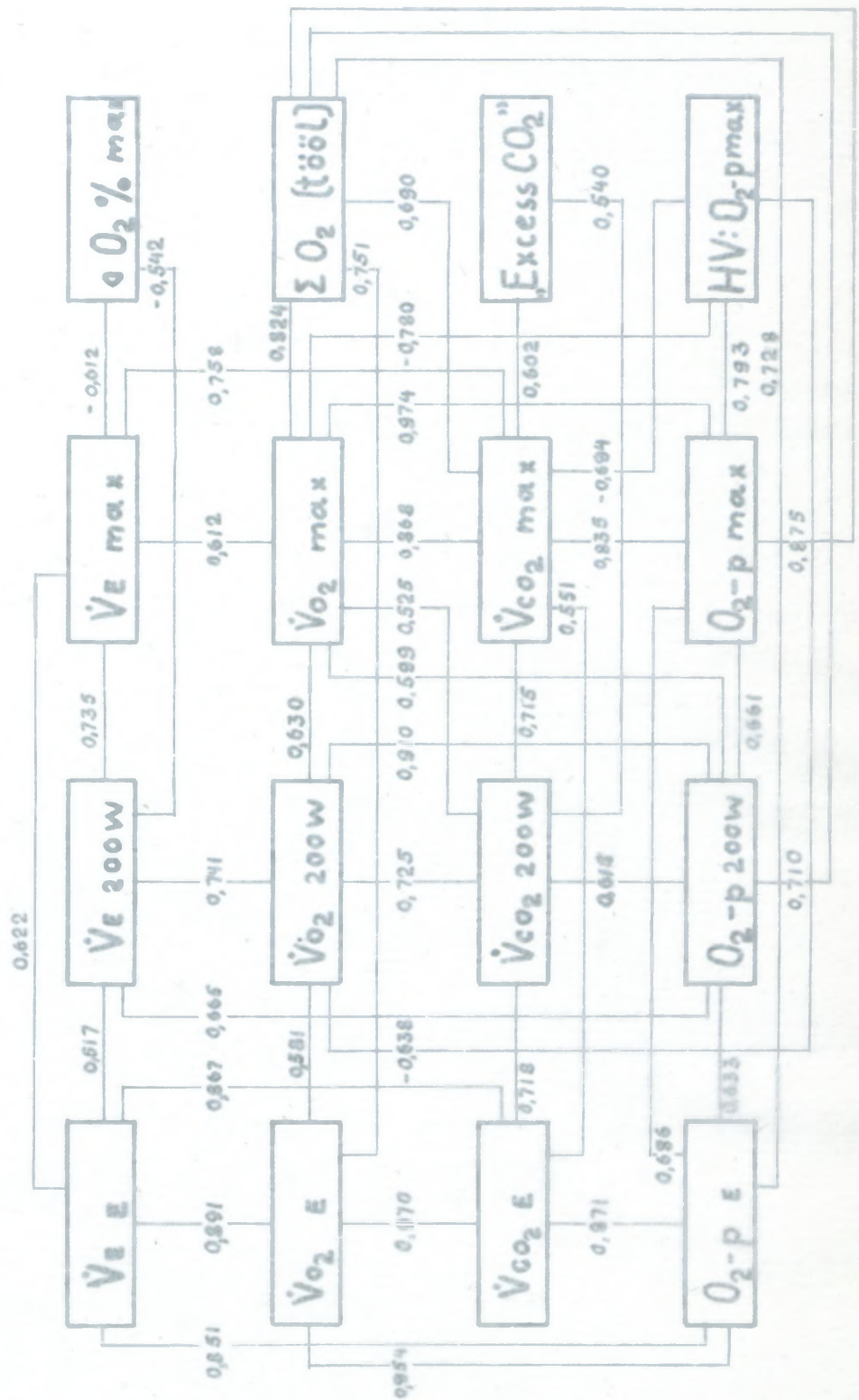
Südaae-vereringe näitajate vahelisi seoseid iseloomustab joonis 21. Selgus, et jõudeolekus, töö sooritamisel ja taastumisperioodil on pulsisageduse väärtused omavahel seotud ( $r = 0,5869$  kuni  $r = 0,9502$ ). Seega kõrgema lähtepulsiga vaatlusalustel on südaae löögisagedus tööil kõrgem ja taastumispulsi summa suurem võrreldes madalama lähtepulsiga uuritavatega.

Näitaja  $PWC_{170}$  on vastastikustes seostes pulsisageduse maksimumiga ( $r = -0,8002$ ), pulsisagedusega 200-vatisel töökoormusel ( $r = -0,9513$ ), vatt-pulsiga ( $r = 0,8901$ ) ja südaae absoluutse mahuga ( $r = 0,5015$ ). Usaldatav seos on ka  $PWC_{170}$  ja pH ning standardbikarbonaatide sisalduse vahel peale tööd ( $r = 0,6170$ ,  $r = 0,6610$ ).

Taastumispulsi summa on vastastikuses seoses pulsisageduse maksimumiga ( $r = 0,6389$ ), lähtepulsiga ( $r = 0,6609$ ) ja vatt-pulsiga ( $r = 0,5771$ ). Usaldatav seos esineb ka taastumispulsi summa ja punveraaluste ning aluse liia vahel pärast tööd ( $r = -0,5530$ ,  $r = -0,6100$ ).

Korrelatsioonigraaf ( spordiga mittetegejad ) .





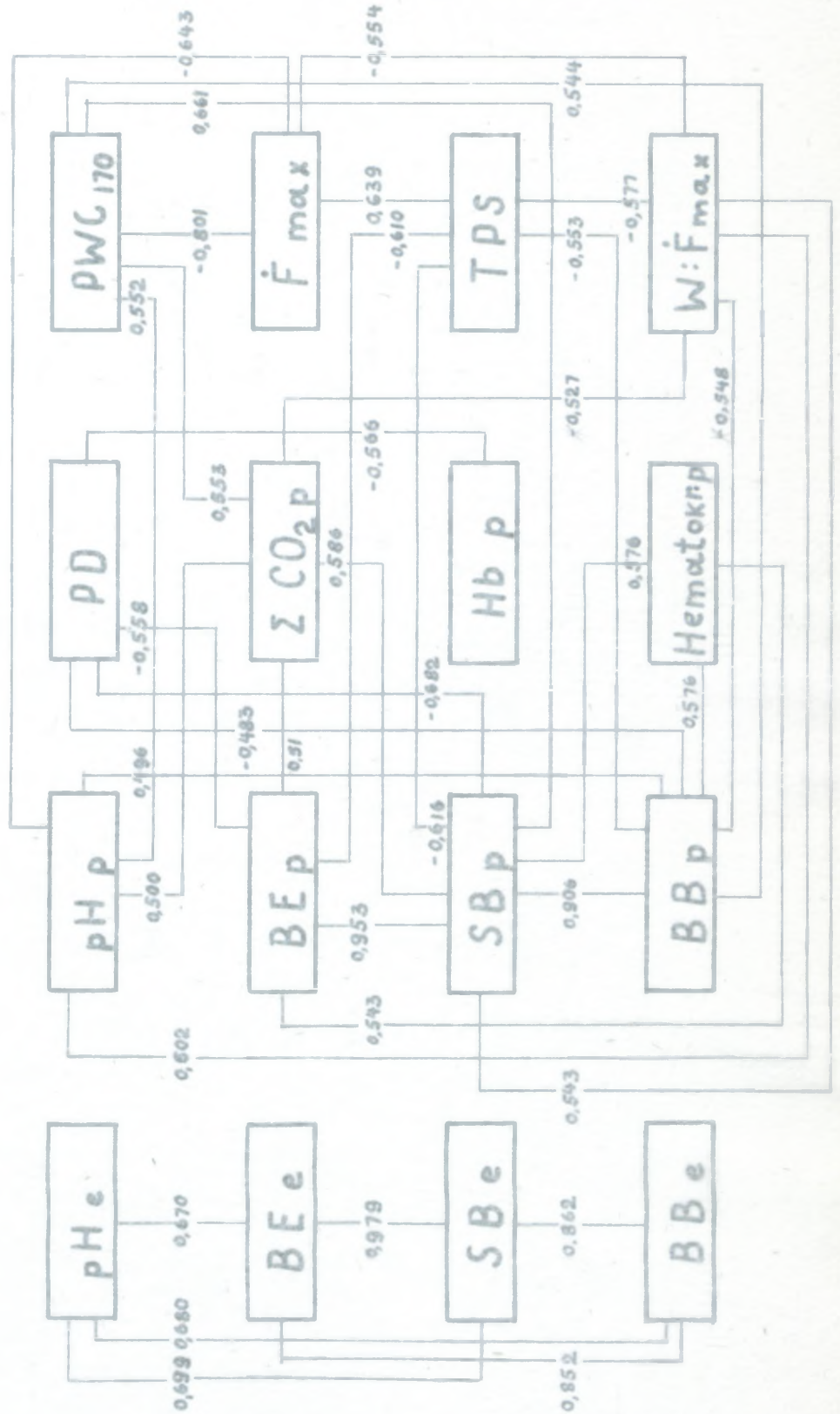
Korrelatsioonigraaf (spordiga mittetegelejad).

Vatt-pulsi väärtus on vastastikuses seoses  $PWC_{170}$  -ga ( $r = 0,7813$ ), pulsisagedusega taastumise esimesel minutil ( $r = 0,5280$ ) ja pH väärtusega pärast tööd ( $r = -0,5024$ ).

Gaasivahetuse näitajate ja kopsude ventilatsiooniga vastastikuseid seoseid iseloomustab joonis 22. Korrelatsioonanalüüs näitas, et kopsude ventilatsioon, süsihappegaasi eritus, hapniku tarbimine ja hapnikupulss on vastastikustes seostes nii lähteseisundis, töö sooritamisel kui ka pärast tööd. Selgus, et parema aeroobse töövõimega uuritavatel on gaasivahetuse näitajad ja hapnikupulss 200-vatilisel töökoormusel kõrgemad võrreldes madalama hapnikulaega vaatlusalustega. Kõrgema maksimaalse kopsude ventilatsiooniga tööl kaasneb madalam hapniku kasutamise protsendi maksimum ( $r = -0,6125$ ).

Summaarne hapniku tarbimine tööl on vastastikuses seoses aeroobse töövõimega ( $r = 0,8242$ ), süsihappegaasi erituse maksimumiga ( $r = 0,6903$ ), vatt-pulsiga ( $r = 0,5863$ ) ja hapnikupulsi maksimumiga ( $r = 0,8753$ ).

Happe-leelise tasakaalu näitajate vahelised seosed on kujutatud joonisel 23. Selgus, et lähteseisundis on pH, aluse liig, standardbikarbonaatide ja puhveraluste sisaldus veres omavahel seoses ( $r = 0,6695$  kuni  $r = 0,9788$ ). Vere pH pärast tööd korreleerub standardbikarbonaatide ja puhveraluste sisaldusega ( $r = 0,4660$ ,  $r = 0,4963$ ).



Korrelatsioonigraaf (spordiga mittetegejad).

Puhverdefitsiit on vastastikuses seoses standardbikarbonaatidega, puhveralustega ja hemoglobiinisisaldusega pärast tööd ( $r = -0,6820$ ,  $r = -0,4830$ ,  $r = -0,5658$ ).

Süsihappegaasi üldhulk veres ( $\leq \text{CO}_2$ ) on pärast tööd vastastikuses seoses aluse liiaga, standardbikarbonaatidega, puhveralustega ja pH-ga ( $r = -0,4830$ ,  $r = 0,5860$ ,  $r = 0,5904$  ja  $r = 0,4999$ ). Usaldatav seos esineb ka vere süsihappegaasi üldhulga ja  $\text{PWC}_{170}$  ning vatt-pulsi vahel ( $r = 0,5531$ ,  $r = -0,5273$ ).

## 6. Faktoranalüüsi tulemused.

Spordiga mittetegelejate rühmal tõi faktoranalüüs esile neli faktorit (tabel 36). Esimene faktor iseloomustab seoseid näitajate vahel, mis iseloomustavad organismi funktsionaalset seisundit.

Selgub, et head kehalist ettevalmistust iseloomustavad kõrge<sup>de</sup> kopsu/elulise mahtuvuse ja pneumotahhomeetria näitajad. Parema kehalise ettevalmistusega vaatlusalustel on madalam pulsisagedus nii jõudeolekus kui ka kasvavate koormuste sooritamisel. Neil uuritavatel on ka maksimaalne pulsisagedus ja taastumispulsi summa madalamad,  $\text{PWC}_{170}$  aga kõrge. Parema-

le üldisele kehalisele ettevalmistusele kaasuvad kõrge-  
mad gaasivahetuse näitajad ning suuremad hapnikupulsi  
ja vatt-pulsi väärtused töö sooritamisel.

Teine faktor iseloomustab seoseid aeroobse töövõi-  
me näitajate vahel. Selgub, et aeroobset töövõimet ise-  
loomustavad peale maksimaalse hapniku tarbimise ka kõr-  
ged maksimaalse süsihappegaasi erituse, maksimaalse ven-  
tilatsiooniga ja vatt-pulsi väärtused töö ajal. Seejuures süd-  
dame mahu ja hapnikupulsi maksimaalväärtuse suhtarv on  
aga madalam just kõrgema aeroobse töövõimega uuritava-  
tel. Erinevalt sportlaste rühmast rõhutab aeroobse töö-  
võime faktor kontrollrühmal kõrge aeroobse tootlikkuse  
seost suuremate pulsisageduse väärtustega 200-vatisel  
koormusel. Kolmandas faktoris on suurem kaal gaasivahe-  
tuse ja vereringe näitajatel 200-vatisel töökoormusel.  
Faktor näitab, et mõõdukatel koormustel (200 W) on  
gaasivahetuse näitajad ja hapnikupulss kõrgeamad neil  
uuritavatel, kellel tööeelses seisundis on hematokrit  
madalam, vere pH, aluste liig ja puhveralused on kõrge-  
mad. Neil vaatlusalustel on südame mahu ja maksimaalse  
hapnikupulsi väärtused madalamad, hemoglobiinisaldus  
veres pärast tööd aga väiksem.

Võrreldes sportlaste rühmaga on mittersportlastel kaks faktorit vähem. Spordiga mittetegelejail puudub "distanti faktor" ja anaeroobse ainevahetuse näitajate seoseid iseloomustab faktor. Viimase faktori esinemine treenituul on ilmselt seoses anaeroobse töövõime suurema osatähtsusega sportlikus tegevuses. Nii esineb sportlastel kasvavatel koormustel ulatuslikum piimhappe kasv ning tekib suurem hapnikuvõlg. Neil on kõrgeim ka lihaste anaeroobne võimsus.

Tabel 36.

Faktoranalüüsi tulemused spordiga  
mittetegelejatel

	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
VK	-0,542	$\dot{V}_{200 W}$ 619	Hgb p -0,608
PN <sub>1</sub>	-0,516	W: $\dot{V}_{max}$ - 686	Hm.E -0,608
pH <sub>p</sub>	-0,642	$\dot{V}_E max$ töö1 -574	pH <sub>E</sub> 0,650
$\dot{V}_E$	0,886	$\dot{V}_{O_2 max}$ - 485	BB <sub>E</sub> 0,738
$\dot{V}_{200 W}$	0,626	$\dot{V}_{CO_2 max}$ - 710	BB <sub>E</sub> 0,697
$\dot{V}_{max}$	0,568	HV:O <sub>2</sub> -puls max 0,546	$\dot{V}_{O_2 200 W}$ 0,630
TPS	0,631		O <sub>2</sub> -puls 200 W 0,524
PWC <sub>170</sub>	-0,602		O <sub>2</sub> -puls max 0,58
W: $\dot{V}_{max}$	-0,647		HV:O <sub>2</sub> -puls max -0,684
$\dot{V}_E 200 W$	-0,468		
$\dot{V}_E max$ töö1	-0,569		
$\dot{V}_{O_2 max}$	-0,624		
$\dot{V}_{CO_2 max}$	-0,593		
O <sub>2</sub> -puls 200 W	-0,568		
O <sub>2</sub> -puls max	-0,711		

Näitajatevahelised seosed on esitatud 95-% usaldatavusastmega.



D. TULEMUSTE ANALÜÜS JA  
ARUTLUS.

I Kaheminutiliste koormuste  
kasutamine organismi funktsionaalse seisundi hindamisel.

Kasvava intensiivsusega koormused leiavad laialdast kasutamist arstlikus kontrollis, töö- ja spordifüsioloogias /70,78,79,151,224,327,328/. Organismi talitlust kasvavatel koormustel on uuritud peamiselt püsiseisundis, kusjuures üksikkoormuste kestuseks võetakse 5 - 6 minutit /78,79,243,267/. Selliste koormustega määratakse kindlaks organismi aeroobne töövõime /10,24,42,45/, hinnatakse anaeroobse metabolismi "kähvitumist" /162,169,274,278/ ja leitakse kehalise töövõime näitaja  $PWC_{170,150}$  / 118,243,267/.

Viimase aja uuringud näitavad, et organismi aeroobse töövõime hindamiseks on sobiv kasutada ka kahe-kolmeainutilise kestusega kasvavaid koormusi /46,163,277/. Tööd alustatakse tavaliselt 50 - 150 vattist, koormust tõstetakse iga 2 - 3 minuti järel 30-50 vatti võrra kuni suutlikkuse piirini.

Ka anaeroobse ainevahetuse käivitumise ja anaeroobse töövõime hindamiseks on lühiajalised (2-3 min.) kestvad koormused sobivad /115,161,201/.

R. B. Motšljanskaja ja kaasautorid /327,328/ kasutasid 2 - 3 minutilise kestusega kasvavaid koormusi noorte sportlaste vastupidavuse küsimuste selgitamisel. Komplekssete uuringute tulemused kinnitasid igati lühiaegsete kasvavate koormuste kasutamise sobivust.

Võrreldes 5 - 6 minutit kestvate üksikkoormustega on lühiaegsetel (2-3 min.) kasvavatel koormustel rida eeliseid. Selliste koormuste abil on võimalik sportlase treenitust hinnata suhteliselt lühikese aja kestel. Uurimismeetod on eriti sobiv sportlaste uurimisel treeninglaagrite tingimustes, kus uuringuteks on vähe aega. Lühiajalised kasvavad koormused väsitavad vaatlusalust hoopis vähem, kui <sup>kestvamad</sup> üksikkoormused. Viimaste kasutamisel pole sooritatava töö koguhulk sageli seotud niivõrd vaatlusaluste kehalise ettevalmistusega, niivõrd väsimuse kujunemisega liigutusparsaadi talitluses. Selliste koormuste kasutamine põhjustab oma monotoonsusega kiirema väsimise.

Et hapnikulase võrdlevaid määramisi lühikeste ja pikkade (5 - 6 min.) kasvavate koormustega leidub kirjanduses üksikuid /43,277/, leiti osal vaatlusalustel maksimaalne hapniku tarbimine kahel meetodil. Esimesel juhul

sooritas vaatlusalune suutlikkuse piirini kasvavate kuue-  
minutiliste koormustega töö, teisel juhul oli üksikkoor-  
muste kestus 2 minutit. Eelvaatluse tulemustest selgub,  
et vaatlusalustel ilaneb kõrgem hapnikulagi kaheeminutilis-  
te kasvavate koormuste sooritamisel. Samal ajal maksimaal-  
ses pulsisageduses olulist erinevust ei esinenud.

Üheks hapniku tarbimise maksimumi madalama väärtuse  
põhjuseks kuueeminutilistel üksikkoormustel võib pidada  
väsimusnähtude teket liigutusaparaadis, mis ei võimalda  
jõuda suuremate koormusteni. Teiselt poolt on teada, et  
eriti pingutava töö puhul ei teki hapniku tarbimises tõe-  
list püsitaset ja hapniku tarbimine võib töö lõpul hakata  
langema. Vaatlusalune ei suuda sageli kõrgeid hapniku tar-  
bimise väärtusi hoida kuigi kaua, mille tulemusena võib  
kuueeminutilise koormuse lõpul määratud hapnikulagi osutu-  
da tõelisest madalamaks.

Kehalise töövõime PWC<sub>170</sub> leidmiseks kasutati eel-  
vaatluses nii viie-, kui kaheeminutilisi kasvavaid koormu-  
si. Niidetatud näitaja määratakse püsiseisundi tingimustes.  
Kui madalatel koormustel tekib pulsisageduse püsitaset  
juba 1-3 minutiga, siis suurematel võimsustel kulub püsi-  
seisundi saavutamiseks 3-6 minutit. Seejuures liialt suur-  
tel koormustel võib pulsisageduse püsitaset mitte tekkida.

Vaatlustulemused näitavad, et iga kahe minuti järel kasvavate koormuste kasutamisel leitud  $PC_{170}$  väärtused ei erine oluliselt kueminutiliste üksikkoormuste sooritamisel leitud näitaja väärtustest.

Iga kahe minuti järel astmeliselt kasvav koormus kutsub esile ulatuslikud muutused organismi talitluses. Viimase üksikkoormuse sooritamisel ilmnevad ensaase näitajate maksimaalväärtused. Nii kasvas vaatlusalustel pulsisagedus töö lõpul kuni 195 löögini min., hingamisagedus ulatus kuni 60 korrani min., vere piimhappesisaldus oli mõnel vaatlusalusel üle 200 mg %.

Käesolev uuring näitas, et kõrvuti aeroobse ainevahetuse mobiliseerimisega omandab viimastel koormustel suurema osatähtsuse anaeroobne metabolism. Selleks, et kontrollida, kas viimane koormus osutub "piirvõimsuseks" on sobiv peale viimast koormust sooritada töö maksimaalses tempos 1 minuti kestel. Selgus, et eel juhul, kui vaatlusalune töötas "tõelise" maksimumini, ei tekkinud olulist vahet spurdiaegse ja viimase koormuse gaasivahetuse näitajate vahel. Spurdi ajal kasutatakse keskmist koormustakistust kuna eel juhul suudab vaatlusalune arendada suurimat võimsust.

Kõrvuti üldise töövõime määramise ning aeroobse ja anaeroobse ainevahetuse maksimaalväärtuste leidmisega.

on kasvavatel koormustel võimalik anda hinnang hingamise ja vereringe talitluse ökonoomsusele erinevates võimsuse tsoonides.

Seega iga kahe minuti järel 50 vati kaupa suutlikkusele kasvavate koormustega saab määrata hapnikulage, anaeroobse töövõime näitajaid ja kehalise töövõime näitajat  $PWC_{170,150}$ .

## II Organismi funktsionaalse seisundi näitajad kasvavate koormuste tingimustes.

### 1. Süda- ja veresoontalitluse näitajad.

Üldtunnustatud seisukoha järgi standardsete koormuste sooritamisel treenitute südame löögisagedus on madalam, kui spordiga mittetegelejal. Ka kasvavatel koormustel on pulsisagedus ühe ja sama võimsusega üksikkoormusel madalam treenituil /113,267,328/. Paljude autorite järgi loetakse treenituil maksimaalse pulsisageduse väärtuseks 175-190 lööki min./237,293,296,336/.

Liialt kõrged südame löögisageduse maksimaalväärtused on iseloomulikud treenimatutele, vähese kehalise ettevalmistusega sportlastele või noortele.

Käesolevast uuringust selgus, et treenituil on pulsisagedus nii tööeelses seisundis, kui ka ühel ja samal üksikkooramusel madalam mittesportlastega võrreldes (joonis 9, tabel 33).

Seejuures usaldatavat erinevust uuritavate rühmade maksimaalses pulsisageduses ei olnud. Mittetreenituil saabub südame löögisageduse maksimum madalamal töökooramusel kui sportlastel. Vaatlusaluste keskmine maksimaalne pulsisagedus oli 185 lööki min. Kirjanduse andmetel loetakse südame löögisageduse maksimaalväärtusi 180-190 lööki min. optimaalseks /296,336/.

Korrelatsioonanalüüs selgitas, et neil vaatlusalustel, kelle pulsisagedus on üksikkooramusel madalam on ka pulsisageduse maksimaalväärtused väiksemad (joonised 15,21).

Madalama tööaegse pulsisagedusega vaatlusalustel on südame absoluutse mahu ja näitaja  $PWC_{170}$  väärtused suuremad. Selle alusel võib arvata, et treenitutel saavutatakse tööl adekvaatne südame minutinaht just suurema löögimahu ja hapniku arterioosse-venoosse diferentsi tingimustes, võrreldes spordiga mittetegelejatega. Arvanust toetavad ka kõrgeamad hapnikupulsi väärtused sportlastel treenimatutega võrreldes (joonis 9, tabel 33).

Südame löögisagedus tööeelses seisundis oli korrelatiivses seoses sportlase põhidistantsi pikkusega. Madalam lähtepulss esines just stajeridistantside esindajatel. Leitud korrelatiivne seos näitab, et tööeline pulsisagedus oleneb suurel määral treeninguvahendite kasutamisest ja treeningu suunitlusest.

Organismi head funktsionaalset seisundit iseloomustab südame löögisageduse kiire taastumine peale kehalist tööd. Käesolevas töös hinnatakse südame löögisageduse taastumist taastumisperioodi esimese minuti pulsisageduse ja taastumisperioodi kolme minuti pulsisageduse väärtuste alusel.

Vaatlustulemused kinnitavad üldtunnustatud seisukohta, et treenituil on taastumispulsi summa (TPS) usaldatavalt madalam kui spordiga mittetegelejatel. Ka taastumise esimese minuti pulsisagedus oli madalam sportlaste rühmal. Korrelatsioonanalüüs selgitas, et taastumispulsi väiksematele väärtustele kaasuvad madalamad südame löögisageduse väärtused lähteseisundis.

Mittetreenituil on taastumispulsi summa veel seoses tööaegse südame löögisagedusega ja pulsisageduse maksimumiga. Neil vaatlusalustel, kellel pulsisagedus oli tööil kõrge, oli ka taastumispulsi summa suurem. Treenituil on tööaegse pulsisageduse väärtustega seoses ainult pulsisagedus taastumise esimesel minutil.

Taastumispulsi summaga on seoses ka  $PWC_{170}$ . Seejuures treenimatul älanab veel seos TPS ja vatt-pulsi vahel. Võib arvata, et treenituil iseloomustab taastumispulsi summa ja tööaegne südame löögisagedus südame-vereringe funktsionaalse seisundi erinevaid aspekte.

Pulsisageduse kõrgemad maksimaalväärtused on usaldatavas seoses pH ulatuslikuma langusega pärast tööd. Kuna pH langus on korrelatiivses seoses teiste happelise tasakaalu näitajatega, siis võib väita, et kõrgematele pulsisageduse maksimaalväärtustele kaasuvad tööl suuremad sisekeskkonna nihked. Ulatuslikum sisekeskkonna näitajate nihe aga osutab maksimaalsel pingutusel oksüdatiivse fosforüleerumise suhtelisele puudulikkusele ja anaeroobse ainevahetuse ulatuslikumale "kähivitumisele". Ka kirjanduse andmetel seostatakse liialt kõrgeid pulsisageduse maksimaalväärtusi aeroobse fosforüleerumise suhtelise puudulikkusega /334/.

Üldtunnustatud seisukoha järgi iseloomustavad paremat organismi funktsionaalset seisundit näitaja  $PWC_{170}$  kõrgeid väärtused. Antud uuring näitab, et sportlastel oli  $PWC_{170}$  usaldatavalt kõrgea võrreldes mittesportlastega. Sportlastel leiti  $PWC_{170}$  keskmiseks väärtuseks 1663,6 kga/min., spordiga mittetegelejal oli vastav arv 1443,0 kga/min. Samasuguseid  $PWC_{170}$

väärtusi sportlastel esitatakse ka kirjanduses /118. 257.316/. Mittesportlastel on kirjanduse andmetel  $PWC_{170}$  väärtused üldiselt madalamad kui käesoleva töö andeill. Seda võib seostada meie vaatlusaluste parema kehalise ettevalmistusega, sest enamuses uuritavatest olid üliõpilased.

Näitaja  $PWC_{170}$  on korrelatiivses seoses südame absoluutse mahu, vatt-pulsi ja happe-leelise tasakaalu näitajatega pärast tööd. Kõrgemate  $PWC_{170}$  väärtustega vaatlusalustel olid südame absoluutse mahu ja vatt-pulsi väärtused suuremad, happe-leelise tasakaalu nihked aga väiksemad võrreldes madalama  $PWC_{170}$ -ga vaatlusalustega. Seega näitaja  $PWC_{170}$  iseloomustab hästi südame-vereringe süsteemi talitluse ökonoomsust tööil. Teiselt poolt on  $PWC_{170}$  seoses ka happe-leelise tasakaalu näitajatega tööil.

Vatt-pulsi on kasutatud treenituse iseloomustamisel ainult üksikute autorite poolt /223/. Käesolevas uuringus saadi usaldatavalt kõrgemad vatt-pulsi väärtused sportlastel. Seejuures vatt-pulsi väärtus on usaldatavas seoses teiste treenitust iseloomustavate näitajatega. Nii oli kõrgema maksimaalse vatt-pulsiga vaatlusalustel suurem südame absoluutne maht, suuremad  $PWC_{170}$  väärtused, suurem aeroobne töövõime ja madalam taastumispulsi summa (joonised 15,21). Kuna vatt-pulsi

on suhteliselt lihtne määrata kasvavatel koormustel, tuleks nimetatud näitajale pöörata spordimeditsiinilis suuremat tähelepanu.

Enamlevinud seisukoha järgi iseloomustavad parimat funktsionaalset seisundit südame mahu suuremad väärtused. Käesolev töö kinnitab, et sportlastel on suuremad südame suhtelise mahu väärtused ( $\text{cm}^3/\text{kg}$ ,  $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ) kui treenimatuil. Seejuures südame absoluutse mahu erinevus kahe rühma vahel ei olnud usaldatav. Sportlaste südame mahu keskmine väärtus oli  $901,4 \text{ cm}^3$  ja  $13,0 \text{ cm}^3/\text{kg}$ . Spordiga mittetegelejal olid vastavad näitajad  $869,0 \text{ cm}^3$  ja  $11,8 \text{ cm}^3/\text{kg}$ . Enamus autoreid toob südame mahu väärtusteks spordiga tegelejal  $800 - 1100 \text{ cm}^3 / 166,217,282,287,345/$ . Seejuures mitte-treenituil on kirjanduse järgi südame maht üldiselt väiksem .

Tööst selgus, et suurema südame mahuga kaasneb madalam pulsisagedus töö ja kõrgeamad  $\text{PWC}_{170}$  väärtused (joonised 15,21). Sportlastel oli südame maht veel usaldatavas seoses vatt-pulsi ja hapnikulaega ning pH nihetega.

Üheks treenituse näitajaks loetakse hapnikupulsi kõrgemaid väärtusi töö sooritamisel. Üldtunnustatud on, et nimetatud näitaja iseloomustab kaudselt nii sü-

dane süstoolse mahu kui ka hapniku arterioosse-venoosse diferentsi muutusi. Tööst selgus, et kasvavatel koormustel esinevad kõrgemad hapnikupulsi väärtused sportlastel. (joonis 9). Antud töö ei võimalda selgitada, milliat osa etendab kõrgete hapnikupulsi väärtuste saavutamisel südame süstoolne maht, hapniku arterioosne-venoosne diferents. Võib arvata, et kõrgemad hapnikupulsi väärtused sportlastel on seoses nii suurema hapniku arterioosse-venoosse diferentsi kui ka suurema löögimahuga. Hapniku arterioosse-venoosse diferentsi kasvu sõltuvalt treenitusest on näidatud paljudes töödes /196,197,230, 322/. Seejuures süstoolse mahu suuremat kasvu tööli treeningute mõjul peavad ühed autorid väheoluliseks /227,296/. teiste andmetel esinevad sportlastel aga töö sooritamisel südame löögimahu suuremad väärtused kui mittetreenitutel /91,197,252/. Et sportlastel on suurem südame maht kui spordiga mittetegelejatel, võib arvata, et neil on ka maksimaalne löögimaht suurem. Seost südame absoluutse mahu ja südame löögimahu vahel tööli on kirjeldanud mitmed autorid / 117,217/.

Tööst selgus, et tsastumisperioodi algul on hapnikupulss samuti kõrge treenituil. V.V.Vassiljeva andmetel /296/ ja N.A.Stepotskina järgi /237/ on südame löögimaht peale tööd peaaegu ühesugune nii sportlastel

kui ka mitteseportlastel. Selle alusel võib arvata, et taastumisperioodil jääb sportlaste hapnikupulss kõrgemaks just arterioosse-venoosse diferentsi arvel.

Kõrvuti südame absoluutse ja suhtelise mahu väärtustega kasutatakse südamelihase funktsionaalse seisundi hindamiseks südame absoluutse mahu suhet maksimaalsesse hapnikupulsisse /165,167,217,346/. Käesolev töö kinnitab, et nimetatud suhtarv osutub küllalt informatiivseks näitajaks sportlaste funktsionaalse seisundi hindamisel. Nii esineb madalama südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtarvuga sportlastel kõrgem aeroobne tootlikkus, suurem hapnikuvõlg ja maksimaalne hapnikupulss kui mitteseportlastel. Seega kõrvuti südame mahu määramisega tuleks sportlastel leida ka maksimaalne hapnikupulss.

Butsenko järgi  $N_1$  lülituses registreeritud elektrokardiogrammis iseloomustab head treenitust kõrgem QRS-kompleks ja T-saki amplituud. R-saki kõrget voltaasi seotatakse südamelihase hüpertroofiaga, T-saki kõrget amplituudi aga sinevahetusprotsesside ümberkorraldamisega südamelihases sportliku treeningu tulemusena /289, 290/.

Käesolevast uuringust selgub, et tööeelses seisundis  $N_1$  lülituses registreeritud elektrokardiogrammis

iseloomustab paremat funktsionaalset seisundit kestvam elektriline süstool (QT), kõrgemad süstoolse näitaja ja T-saki amplituudi väärtused. Seejuures sportlastel lähenes QT-intervall rohkem normile, kui kontrollisikutel.

Kehalisel tööl on iseloomulik T-saki voltaasi langus töö alustamisel, mis edaspidi asendub T-saki kasvuga. Vahetult pärast pingutust esineb sageli T-saki tõus, mis asendub hiljem langusega /29o/. T-saki aellise dünaamika põhjus pole veel selge. Põhjustena tuuakse südame asendi muutumist rindkeres, müokardi ainevahetuse muutumist ja vere ümberjaotumist töö sooritamisel /51,217,289,29o/.

Käesolev uuring kinnitab, et treenitud on töö sooritamisel T-saki voltaas kõrgem, kui spordiga mitte-tegelejatel. Seejuures T-saki amplituudi dünaamika on mõlemal uuritavate rühmal sarnane. Korrelatsioonianaalüüs näitab, et pingutusejärgne T-saki voltaasi kasv on usaldatavas seoses piimhappe ulatuslikuna kasvuga veres, suurena hapnikuvõla ja lihaste kõrgema anaeroobse võimsusega. Seega T-saki muutused pärast tööd olevad oluliselt anaeroobse ainevahetuse intensiivsusest töö sooritamisel. Korrelatiivne seos T-saki amplituudi ja lihaste alaktantse võimsuse vahel lubab oletada, et

T-saki voltaasi<sup>v</sup> tõus peale pingutust sõltub ka lihase-  
sisestest faktoritest. T-saki ulatuslikum tõus peale kas-  
vavat koormust on iseloomulikum just parema anaeroobse  
töövõimega treenitutele. Uurimus näitab, et mittetreeni-  
tuil esineb kasvavatel koormustel sagedamini ST-joone  
negatiivsus kui sportlastel. See näitab, et kasvavatel  
koormustel on südamslihase verevarustus parem treeni-  
tuil.

Tööaegsed elektrilise süstooli väärtused sõltuvad  
suurel määral südame löögisagedusest. Madalama pulsi-  
sagedusega vaatlusalustel on QT-intervall kestvam.  
Sportlaste rühmal esines usaldatav seos ka elektrilise  
süstooli ja  $PWC_{170}$  ning vatt-pulsi vahel. Kõrgema  $PWC_{170}$   
ja vatt-pulsiga uuritavatel oli QT tööil kestvam.

## 2. H i n g a m i s s ü e t e e m i t a l i t - l u s e n ä i t a j a d.

Kirjanduse andmetel on paljude autorite järgi hap-  
niku tarbimine ühel ja samal koormusel kõrgea treenias-  
tuil /113,215,304/. Seejuures osa autoreid ei leia  
hapnikutarbimises olulist erinevust sõltuvalt treenitu-  
sest /86,197/.

Hapniku tarbimise ulatus maksimaalsel pingutusel on olulises seoses treenitusega. On üldtuntud, et maksimaalset hapniku tarbimist kasutatakse organismi funktsionaalse seisundi integraalse näitajana just vastupidavust nõudvatel spordialadel.

Käesolev uuring näitab, et kasvavatel koormustel on igal üksikkoormusel hapniku tarbimine ulatuslikum treenitutel. Eriti suur erinevus tekib hapniku tarbimises viimastel koormustel, mil vaatlusalused töötavad hapnikulae tingimustes. Võib arvata, et ulatuslikum hapniku tarbimine ühel ja samal koormusel on treenituil seoses vereringe, hingamise ja gaasivahetuse kiirema mobiliseerimisega. Ka kirjanduse andmetel on täheldatud treenituil kiiremat hapniku tarbimise kasvu /234/ ning südame minutimahu tõusu tööil /154/.

Korrelatsioonanalüüs näitab, et hapnikulagi on vastastikuselt seoses hapnikupulsi maksimaalväärtustega, maksimaalse ventilatsiooniga ja pneumotahhomeetria näitajaga sissehingamisel (joonised 12.20). Kõrgema aeroobse töövõimega vaatlusalustel olid gaasivahetuse näitajad ( $\dot{V}_E, \dot{V}_{CO_2}, \dot{V}_{O_2}$ ) tööil kõrgemad kui madalama hapnikulaega uuritavatel. Selle alusel võib arvata, et parema treenitusega vaatlusalustel kohandub gaasivahetus kasvavatel koormustel uuele võimsusele kiiremini, sest neil on "sissetöötamise" periood lühem.

Korrelatiivne seos hapnikulae ja pneumotahhometria näitaja vahel sissehingamisel rõhutab sissehingamislihaste jõu ja võimsuse osatähtsust pingutaval tööl. Vaatlusaluste väljahingamislihaste pneumotahhometria näitude individuaalsed variatsioonid olid väikesed. Kirjanduse andmetel soovitatakse hingamisharjutuste abil tugevdada just väljahingamislihaseid /312/. Käesolev uuring näitab, et maksimaalse intensiivsusega tööl on aga sissehingamislihaste funktsionaalsel seisundil suurem tähtsus kui väljahingamislihastel.

Erinevalt spordiga mittetegelejatest, esineb sportlastel usaldatav seos hapnikulae ja hapnikuvõla vahel (joonis 13). Suurema aeroobse töövõimega sportlastel tekkis töö sooritamisel ulatuslikum hapnikuvõlg. Taastumisperioodil kõrgenenud hapniku tarbimist jõudeoleku suhtes seostatakse kõrgenenud piimhappesisalduse oksüdeerimisega, kreatiinfosfaadi ja müoglobiinivarude taastamisega /19,60,127,181,303/. V.I.Volkovi ja kaasautorite arvates /302/ mõjuvad anaeroobse ainevahetuse laguproduktid stimuleerivalt oksüdatiivsele fosforüleerimisele. Selle tulemusena suudavad parema anaeroobse töövõimega sportlased tarbida ka pingutaval tööl rohkest hapnikku.

Hingamissüsteemi talitluse efektiivsuse üheks näitajaks peetakse hapniku kasutamisprotsenti /152,322,329/

Suuremad hapniku kasutamisprotsendid näitavad, et kindla hapnikuhulga tarbimiseks kulub õhku vähem. Uuringust selgus, et sportlastel esineb töö algperioodil usaldatavalt kõrge hapniku kasutamisprotsent, kui treenimata isikutel. Seejuures olulist erinevust ei esinenud hingamise minutimahu. Seega sportlastel on suurem hapniku tarbimine madalatel koormustel seoses kõrgema hapniku kasutamisprotsendiga. Intensiivsema töö puhul ei täheldata hapniku kasutamisprotsendi olulist erinevust uuritavate rühmade vahel. Ulatuslikum hapniku tarbimine suurema intensiivsusega tööl on sportlastel seoses just kopsude ventilatsiooni kasvuga. Esitatud korrelatiivne seos näitab, et sportlastel on hingamissüsteemi talitlus töö algul ökonoomsem kui spordiga mittetegelejatel. Hapniku kasutamisprotsendi kiirem kasv tööaegsela tasemele treenituil toetab seisukohta, et neil toimub vereringe ja hingamissüsteemi mobiliseerimine kiiremini, kui treenimatul.

Kirjanduse andmetel oleneb hapniku kasutamisprotsendi dünaamika kehalisel tööl oluliselt hapniku arteriovenoosse diferentsi muutustest. Selle alusel võib arvata, et treenituil toimub hapniku arteriovenoosse diferentsi kasv tööl kiiremini. Samas ei saa välistada ka treenitute südame süstoolse mahu, hapniku difusiooni- gradiendi jt. faktorite osa hapniku kasutamisprotsendi kiiremal tõusul.

Süsihappegaasi erituses ei esinenud lähteseisundis ja kasvavatel koormustel uuritavate rühmade vahel olulist erinevust. Ka  $\text{CO}_2$  sisalduses väljahingatavas õhus ei ilmanud lähteseisundis ja madalamatel üksikkoormustel usaldatavat erinevust. Raskematel koormustel (300 W) oli süsihappegaasi protsent väljahingatavas õhus kõrgea mittersportlastel.

Suuremat süsihappegaasisaldust väljahingatavas õhus mittersportlastel võib seostada mitteadekvaatse kopsude ventilatsiooniga kõrgeimatel koormustel. Oletust kinnitab negatiivne korrelatiivne seos  $\text{CO}_2$  protsendi ja hingamise minutimahu vahel tööil. Süsihappegaasisaldus väljahingatavas õhus oli kõrgea just neil vaatlusalustel, kelle kopsude ventilatsioon viimasel koormusel oli madalam.

Tööst selgus, et süsihappegaasi erituse maksimaal-  
kehakaalu 1 kg kohta  
väärtus <sup>von</sup> kõrgea treenitutel, võrreldes spordiga mitte-  
tegelejatega. Maksimaalsel kehalisel pingutusel vabaneb süsihappegaas nii aeroobsetest protsessidest, kui ka bikarbonaatidest laktaatide toimel. Kirjanduse järgi iseloomustab anaeroobse ainevahetuse mobiliseerimist nn. "excess  $\text{CO}_2$ " (74,150,201/. Käesolev uuring ei too esile olulisi erinevusi "excess  $\text{CO}_2$ " väärtustes uuritavate rühmade vahel. Ainult maksimaalkoormusel ilaneb treenituil tendents "excess  $\text{CO}_2$ " ulatuslikumale kasvule.

võrreldes spordiga mittetegelejatega. Seejuures kõrgemad "excess CO<sub>2</sub>" väärtused esinesid neil vaatlusalustel, kellel maksimaalne süsihappegaasi eritus oli ulatuslikum.

Korrelatsioonanalüüs näitab, et süsihappegaasi erituse maksimum on usaldatavas seoses hapnikulaega, maksimaalse hapnikupulsiga, gaasivahetuse näitajatega tööil ja südame mahu ning maksimaalse hapnikupulsi suhtarvuga. Seega kõrgematele süsihappegaasi maksimaalväärtustele tööil kaasnevad ka kõrgemad aeroobse töövõime näitajad.

Ka maksimaalse korrelatsiooni tee näitab (joonised 19,24), et süsihappegaasi maksimum kasvavatel koornustel iseloomustab paremini aeroobset ainevahetust kui anaeroobset metabolismi. Seega süsihappegaasi "liig" ja maksimaalne süsihappegaasi eritus iseloomustavad ainevahetuse erinevaid komponente. Kui "excess CO<sub>2</sub>" iseloomustab anaeroobset ainevahetust, siis süsihappegaasi eritus maksimum peegeldab paremini organismi aeroobset töövõimet. Peale selle oleneb CO<sub>2</sub> eritumise maksimum sportlastel ka lihasesisestest faktoritest, mida näitab positiivne korrelatiivne seos lihaste alaktaatse võimsusega.

Uuritavatest gaasivahetuse näitajatest oli respiratoorne koefitsient töö algul treenimatul kõrgem kui sportlastel. Kõrgema respiratoorse koefitsiendi üheks põhjuseks treenimatul võib olla anaeroobse ainevahetuse varasem käivitumine kasvavatel koornustel. Käesolevas

uuringus on treenimatuil suurem RQ töö algul seoses just madalama hapniku tarbimisega, võrreldes treenitutega. Erinevus süsihappegaasi erituses uuritavate rühmade vahel aga si ole usaldatav. Seega kõrgem RQ töö algul viitab oksüdatsiooniprotsesside käivitumise hilinemisele spordiga mittetegelejal.

Hingamise minutimaht ühe- ja sama kooraue sooritamisel oli mõlemal rühmal ühesugune. Treenitutel esines ainult tendents ventilatsiooni suuremale kasvule mitesportlastega võrreldes.

Maksimaalne hingamise minutimaht oli usaldatavalt kõrgem treenituil. Seejuures tööaegne maksimaalne ventilatsioon oli seoses seroobse töövõime näitajatega suuremal määral kui töö eel sooritatud suvaline maksimaalne ventilatsioon. Usaldatav seos euvalise maksimaalse ventilatsiooni ja tööaegse hingamise minutimahu vahel puudub nii sportlastel kui ka treenituil. Korrelatsiooni-analüüs näitab, et organismi funktsionaalset seisundit iseloomustab paremini tööaegne maksimaalne ventilatsioon võrreldes suvaliselt sooritatud maksimaalse ventilatsiooniga. Viimane näitaja sõltub ilaselt suuremal määral vaatlusaluste anatoomilis-morfoloogilistest näitajatest, kui funktsionaalsest seisundist.

### 3. Vere koostise näitajad.

Meile kättesaadava kirjanduse andmetel on happelise tasakaalu võrdlevaid uuringuid aurtlikkusest kasvavatel lühiaegsetel koormustel tehtud vähe. See pärast on käesoleva töö tulemusi raske võrrelda kirjanduse allikatega.

Vaastlustulemused näitavad, et enamikus happelise tasakaalu näitajates ei ole olulist erinevust uuritavate rühmade vahel nii enne kui ka peale tööd. Uuringust selgus, et sportlastel tekkis kasvava võimsusega tööl ulatuslikum piimhappe kasv kui mittesportlastel.

Maksimaalse ja submaksimaalse intensiivsusega pingutusel näitab ulatuslikum laktaadi kasv veres püsivat anaeroobset töövõimet. Sportlastel on anaeroobse ainevahetuse fermentsüsteemide võimsus suurem ning vastavate kompensatoorsete mehhanismide käivitus ulatuslikum, kui mittetreenitud. Sportlased suudavad samuti taluda suuremaid sisekeskkonna nihkeid /179. 186,303,351/.

Piimhappe muutused sportlastel korreleerusid hästi happelise tasakaalu muutustega. Suurema laktaadi kasvuga kaasnes ulatuslikum pH langus ning standardbikarbonaatide ja aluste liia vähenemine veres.

Nimetatud seosed polnud usaldatavad treenimatutel, mida võiks seletada vabade rasvhapete suurema hõrkaasutamise-ga. Selle tulemusel mõjustatakse vere happesust peale laktaadi ka oluliselt ketoainete poolt. Kirjanduse jär-gi on vabadel rasvhapetel energiavahetuses suur osa-tähtsus /30,54,71,149,160/.

Kui treenituil kaasnes kasvavatel koormustel lak-taadi ulatuslikuma tõusuga aluste liia langus, siis ni-metatud seos puudus mittesportlastel. Ka kirjanduse jär-gi on täheldatud korrelatiivset seost piimhappe kasvu ja aluste liia languse vahel /170/. Seevastu K.Jagenan kaasautoritega /151/ ei täheldanud piimhappe tõusu ja "base excess" languse paralleelsust. Võib arvata, et autoritel mõjustas "base excessi" peale laktaadi ka rasv-hapete hulga tõus veres. Rasvhapete osatähtsus kasvab just pikema kestusega pingutustel. Nimetatud korrelatiiv-se seose puudumine käesolevas töös toetab arvamust, et mittesportlastel kasutatakse kasvavatel koormustel vabu rasvhappeid suuremal määral.

Kui treenimatuil kaasusid ulatuslikumale laktaadi kasvule kõrgemad pulsisageduse maksimaalväärtused, siis sportlastel oli kõrgem pulsisageduse maksimum seoses ulatuslikuma pH langusega veres. Nimetatud seosed näi-tavad südame löögisageduse maksimumi sõltuvust vere happesusest.

Vere pH väärtused pärast tööd olid vastastikutest seostes teiste happe-leelise tasakaalu näitajatega (joonised 15,17,20,21,23,24). Ulatuslikumale pH langusele kaasus tavaliselt ka suurem puhveraluste, standardbi-karbonaatide ja aluste liia langus.

Uuringust selgus, et happe-leelise tasakaalu näitajate muutused sõltuvad sportlase põhidistantsi pikkusest. Staieritel olid happe-leelise tasakaalu muutused väiksemad kui keskmaajooksjatel. Ka piimhappe tõus veres oli pikamaajooksjatel väiksem. Füsioloogiliste näitajate muutusi kasvavatel koormustel sõltuvalt põhidistantsist iseloomustab nn. distantsifaktor. Selgub, et distantsifaktor on seoses sportlaste pulsisageduse maksimumiga, südame mahuga, lihaste anaeroobse töövõimega ja süsihappegaasi erituse maksimaalväärtusega.

Happe-leelise tasakaalu suuremaid nihkeid kasvavatel koormustel keskmaajooksjatel võib seletada kõrgemate anaeroobse töövõime näitajatega. Keskmaajooksjate treeningutes on suurem erikaal anaeroobse iseloomuga harjutustel kui staieritel. Selle tulemusena taluvad mailerid ka suuremaid sisekeskkonnas muutusi pingutaval tööil, nende anaeroobse ainevahetuse fermentatsioonid on aga võimsamad.

Kõrgema järgu sportlastel olid happe-leelise tasakaalu muutused kasvavatel koormustel väiksemad kui ma-

dalama kvalifikatsiooniga uuritavatel. Väiksemad happeleelise tasakaalu näitajate muutused olid neil vastlusalustel, kellel esines kõrge  $PWC_{170}$  ja suure südame maht ning vatt-puls.

Uuringust selgus, et puhverdefitsiidi näitaja on mittetreenuil suurem kui sportlastel. Puhverdefitsiidi näitaja korreleerus happeleelise tasakaalu nihetega nii sportlastel, kui treenimatutel. Suuremale puhverdefitsiidile kaasus ulatuslikum  $pH$ -puhveraluste, standardbikarbonaatide ning aluste liia vähenemine. Sportlastel kaasnes madalama puhverdefitsiidiga väiksem pulsisageduse maksimum ja kiirem löögisageduse taastumine pärast tööd. Seega puhverdefitsiidi madalamad väärtused iseloomustavad paremat organismi funktsionaalset seisundit.

Olulist erinevust ei täheldatud uuritavate rühmade vahel erütrotsüütide hulgas ja hemoglobiinisalduses nii enne kui ka pärast tööd. Ainult hematokrit kasvas treenimatuil suuremal määral kui sportlastel. Hematokriti suuremat kasvu treenimatuil võiks seletada ekstratsellulaarse vedelikuhulga ulatuslikuma languse ja vereplasma suurema vähenemisega peale tööd. Hematokriti suuremate väärtuste üheks põhjuseks võib olla ka leukotsüütide ning trombotsüütide ulatuslikum tõus treenimatuil. Käesoleva töö järgi ei saa öelda, millist osa etendab üks või teine faktor.

### III Aeroobse ja anaeroobse töövõime näitajad kas- vavatel koormustel.

Sportlik saavutusvõime ühel või teisel spordialal sõltub suurel määral töötavate organite energiaga varustamisest. Kui maksimaalse ja submaksimaalse intensiivsusega koormustel on suur tähtsus anaeroobsele töövõimel, siis vastupidavusaladel omandab domineeriva osa aeroobne tootlikkus /30,186,303/.

Aeroobset töövõimet mõjustavad paljud faktorid, millest suurem tähtsus on hingamissüsteemi ja südamevereringe talitlusel ning vere koostisel (joonis 1). Aeroobse töövõime integraalseks näitajaks loetakse hapnikulage e. hapniku tarbimise maksimumi. Peale selle iseloomustavad head aeroobset töövõimet kõrged hapnikupulsi väärtused tööl ning suurem töösegne hapniku tarbimise suhe hapnikuvõlasse /215,216,242,304/.

Käesolevas uuringus leiti keskmiseks hapnikulage väärtuseks sportlastel 4,3 l/min. ja 61,8 ml/min.kg. Hapniku tarbimise maksimumi suurimaks väärtuseks oli 81,0 ml/min.kg. Kirjanduse andmetel tuuakse hapnikulage

väärtusteks sportlastel 5-6 l/min. ja 80-85 ml/min. kg /2.232,303,325,343/. Spordiga mittetegelejate keskmine hapniku tarbinise maksimaalväärtus oli 3,5 l/min. ja 48,0 ml/min. kg. Ka kirjanduse andmetel loetakse treenimatuil keskaiseks hapnikulaeks 3,0-3,5 l/min. /7,21,156, 278/.

Käesolev uuring näitab, et kasvavatel koormustel iseloomustavad hästi aeroobsed töövõimetus ka suuremad tööaegsed hapnikupulsi ja süsihappegaasi eritumise maksimaalväärtused. Hapnikupulsi keskmine maksimaalväärtus oli sportlastel 23,7 ml.lööki, spordiga mittetegelejatel oli vastav arv 19,3 ml.lööki. Kirjanduse andmetel on hapnikupulsi väärtusteks sportlastel saadud kuni 30 ml.löögi kohta /166,217,303,304/.

Süsihappegaasi erituse maksimum oli sportlastel keskmiselt 4,1 l/min. ja 59,1 ml/min.kg. Treenimatuil oli süsihappegaasi maksimaalväärtus keskmiselt 3,6 l/min. ja 48,4 ml/min.kg. Korrelatsioonanalüüs ja faktoranalüüs näitavad, et süsihappegaasi erituse maksimaalväärtus on usaldatavas seoses peamiselt aeroobsed töövõimetus iseloomustavate näitajatega. Nii kaasnevad suurema süsihappegaasi erituse maksimaalväärtusega kõrgemad kopsude ventilatsiooni väärtused tööil, intensiivses hapniku tarbinise ja ulatuslikum hapnikupulsi kasv tööil. Suurema

süsihappegaasi erituse maksimumiga kaasneb sportlastel väiksem südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtarv. Seejuures kõrgemad süsihappegaasi erituse maksimaalväärtused näitavad paremat aeroobset töövõimet. Anaeroobset ainevahetust iseloomustavatest näitajatest korreleerus süsihappegaasi erituse maksimumiga ainult "excess CO<sub>2</sub>", mis rõhutab, et CO<sub>2</sub> erituse maksimum oleneb teatud piires ka organismi anaeroobsest töövõimest.

Kirjandusest ei õnnestunud meil leida viiteid CO<sub>2</sub> maksimumi kasutamisest organismi funktsionaalse seisundi hindamisel. Üldtunnustatud seisukoha alusel vabaneb süsihappegaas pingutaval lihastööl nii aeroobsest kui anaeroobsest ainevahetusest. Käesolev uuring aga näitab, et kahe minuti kestevatel kasvavatel koormustel saab süsihappegaasi erituse maksimumi kasutada just aeroobse töövõime hindamisel.

Kõrgema aeroobse töövõimega uuritavatel on südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtarv väiksem võrreldes madalama hapnikulaega vaatlusalustega. Südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtarv sõltub antud juhul nii südame-vereringe kui ka hingamissüsteemi talitlusest pingutaval tööl. Tulemuste analüüs rõhutab, et südame funktsionaalse seisundi hindamisel tuleb kõrvuti südame absoluutse mahu määramisega leida ka maksimaalne hapniku-

puls. Südame hea funktsionaalse seisundi korral kasvab südame mahu kasvule ka hapnikupulsi kasv tööil.

Tööst selgus, et üheks näitajaks, mis iseloomustab kõrgeat aeroobset tootlikkust, on terbitud summaarne hapnikuhulk kasvavatel koormustel. Parema funktsionaalse seisundiga uuritavad suudavad kasvavatel koormustel tänu hingamise ja vereringe kiiremale läberlülitumisele uuele koormusele saavutada kõrgema hapniku tarbimise, mille tulemusena tekkivad "võlanähud" on väiksemad. Teiselt poolt aga suudavad parema treenitusega vaatlusalused hoida kasvavatel koormustel hapnikulase väärtuste lähedast hapniku tarbimist pikema aja kestel, mille tulemusena suudetakse sooritada ka suuremat tööhulks.

Tööaegsele suuremale hapniku summaarsele tarbimisele kaasusid sportlastel ka suuremad vatt-pulsi väärtused. Seega maksimaalse vatt-pulsi väärtus kasvavatel koormustel iseloomustab samuti aeroobset töövõimet. Näitaja on ilmselt seoses südame ökonoomsema talitluse ja lihaste ning närvisüsteemi parema funktsionaalse seisundiga.

Organismi töövõimet kestval pingutusel iseloomustab hästi  $PWC_{170}$ . Käesolevas töös ei ilmanud usaldatavat korrelatsiooni  $PWC_{170}$  ja aeroobse võimekuse

vahel. Ilmselt iseloomustab näitaja  $PWC_{170}$  suuremal määral südame talitluse ökonoomsust tööil kui organismi hapnikuga varustamist maksimaalsel pingutusel.

Anaeroobne töövõime määratletakse peamiselt anaeroobse ainevahetuse fermentaalsesteemide võimsusega, organismi vastupanuga sisekeskkonna nihetele ning vastavate kompensatoorsete reaktsioonide ulatusega. Anaeroobne tootlikkus sõltub oluliselt ka energiarikaste fosforühendite hulgast lihastes ning lihaste ja närvisüsteemi funktsionaalsest seisundist. Anaeroobset töövõimet iseloomustatakse peamiselt hapnikuvõla talumisvõime ning piimhappe kuhjumise maksimaalväärtuste alusel /120, 186, 190, 247, 303, 312/. Kõrvuti anaeroobse ainevahetuse võimsusega iseloomustatakse organismi funktsionaalset seisundit anaeroobse metabolismi "kõhvitumise" kiiruse ja ulatuse järgi kasvavatel koormustel.

Vaatlustulemused näitavad, et hapnikuvõlg oli sportlastel keskmiselt 4,1 liitrit, treenimatul vastavalt 3,0 liitrit. Kirjanduse andmetel esitatakse hapnikuvõla maksimaalväärtustena kuni 10-20 liitrit /115, 195, 303/. Käesolevas töös iseloomustati hapnikuvõlga nn. suhtelise hapnikuvõla alusel, mis näitab liigset hapniku tarbimist taastumise viie minuti kestel. Maksimaalse hapniku-

võla leidamiseks soovitatakse kasutada kordustõid maksimaalses tempos järjest lühenevate puhkepausidega /303/. Meie töös leiti hapnikuvõlg aga kasvavatel koormustel. Nimetatud põhjustel on leitud hapnikuvõlg maksimaalväärtustest madalam.

Korrelatsioonanalüüs selgitas, et seos hapnikuvõla ja piimhappesisalduse vahel ei olnud usaldatav. Seejuures treenimatul ilanes seos hapnikuvõla ja lihaste anaeroobse alaktaatse võimsuse vahel. Hapnikuvõla ja piimhappesisalduse muutuste vahel võib korrelatiivne seos puududa ka kirjanduse andmetel /178,181/. Võib arvata, et taastumise viie minuti kestel leitud hapnikuvõlg iseloomustab just võla alaktaatset komponenti. Arvamust toetab ka vastav maksimaalse korrelatsioonini tee mittetreenituil (joonis 24).

Piimhappesisalduse keskmiseks väärtuseks pärast tööd leiti sportlastel 109,8 mg %, mittetreenituil oli vastav arv 58,4 mg %. Kirjanduse andmetel loetakse vere kõrgeimaaks piimhappe hulgaks tööil 200-220 mg % /181, 271,297/. Käesolevas töös leiti suurimaks laktaadisisalduseks veres 204 mg %. Suhteliselt madalamad piimhappe maksimaalväärtused käesolevas töös on ilmselt seoses aeroobse iseloomuga treeningvahendite kasutamisega jooksjatel antud uuringuperioodil.

Käesolevast tööst selgus, et peale hapnikuvõla ja piimahappe maksimaalväärtuste saab sportlaste anaeroobset tootlikkust hinnata ka aluste liia languse järgi kasvava intensiivsusega tööl. Selgus, et paremat anaeroobset töövõimet iseloomustab ulatuslikum "base excess'i" langus, e. o. mittelenduvate hapete kasv veres.

Parema anaeroobse töövõimega uuritavatel esines peale pingutust ulatuslikum T-saki voltaasi kasv, mida võib seostada südamelihase ainevahetuse häberkorraldumisega pingutaval tööl. Kirjanduses seostatakse T-saki voltaasi muutusi taastumisel verevoolu muutustega, südamelihase ainevahetuse muutustega, keha asendi muutustega. Käesolev töö rõhutab, et ulatuslikum T-saki voltaasi tõus pärast tööd on iseloomulik just parema anaeroobse töövõimega vaatlusalustele. Uuringu alusel ei saa otsustada nende tegurite üle, mis mõjustavad T-saki dünaamikat kehalisel tööl.

Alaktaatse võimsuse hindamisel kasutati töös kaudse meetodina R. Margaria ja kaasautorite testi /187/. Arvukad vaatlused kinnitavad, et trepist ülesjooksu vertikaalkiirus iseloomustab organismi võimet teha kiireid, intensiivseid liigutusi. Nii suutsid suurema lihaste anaeroobse võimsusega vaatlusalused läbida 30 meetrit kiiremini kui väiksema vertikaalkiirusega uuritavad

(joonis 2). Kõrgemad lihaste anaeroobse võimsuse näitajad on spordialade esindajatel, kus nõutakse kiireid, intensiivseid liigutusi (tõkkejooksjad, hüppajad, võrkpallurid).

Anaeroobse ainevahetuse "käivitumise" hindamisel kasvavatel koormustel kasutatakse sageli kõrvuti piimhappe ja püruuvhappe määramisega veel näitajat "excess CO<sub>2</sub>". Süsihappegaasi liig näitab, kui suur osa väljahingatavast süsihappegaasist on pärit anaeroobsest ainevahetusest. Käesolevast uuringust selgub, et madalama võimsusega koormustel esinevad sportlastel ja treenimatutel ühesugused "excess CO<sub>2</sub>" väärtused. Seejuures viimasel koormusel esineb tendents süsihappegaasi liia ulatuslikumaks kasvaks sportlastel. Kui treenimatul kasvas "excess CO<sub>2</sub>" kogu töö kestel ühtlaselt, siis sportlastel oli näitaja tõus ulatuslikum viimasel koormusel. Süsihappegaasi liia kõrgemaid väärtusi viimasel koormusel võib treenituil seostada parema anaeroobse töövõimega. Ulatuslikum "excess CO<sub>2</sub>" kasv viimasel koormusel treenituil rõhutab, et neil toimub anaeroobse ainevahetuse mobiliseerimine suhteliselt lühema ajaga. Korrelatsioonanalüüsist selgub, et suurem "excess CO<sub>2</sub>" oli neil sportlastel, kellel kasvavatel koormustel pH ja pCO<sub>2</sub> langesid suuremal määral. Süsihappegaasi liig

oli veel seoses süsihappegaasi eritusega tööl ja tans-  
tumisel. Korrelatiivse seose puudumist "excess CO<sub>2</sub>" ja  
vere happesuse muutuste vahel treenimatul võib seos-  
tada väiksema pH muutuste varieerumisega.

Kirjanduse andatel kasutatakse anaeroobse aine-  
vahetuse iseloomustamisel kõrvuti piimhappe määramise-  
ga näitajat "excess lactate" ja piimhappe - püruuvhap-  
pe suhtarvu. Viimase aja uuringud aga näitavad, et näi-  
tajal "excess LA" ei ole olulist eelist piimhappe ja  
püruuvhappe suhtarvuga võrreldes /162,268/.

Käesolevast uuringust selgub, et uuritavatel on  
piimhappe-püruuvhappe suhte muutus tööl olulises seoses  
just piimhappe muutustega. Püruuvhappe muutuste indi-  
viduaalsed variatsioonid olid väikesed.

## E. Kokkuvõtte.

Organismi funktsionaalse seisundi hindamisel leidvad laialdast kasutamist kasvavad koormused veloergomeetrial. Kirjanduse andmetel on üksikasjalikumalt uuritud organismi talitlust iga viie-kuue minuti järel kasvavate koormuste puhul. Vähesel tähelepanu on aga pööratud kahe-kolme minuti järel kasvavate koormuste kasutamisele. Viimaste kasutamisel aga saavutatakse treenituse kompleksel hindamisel tunduv aja kokkuvõtteid.

Käesoleva töö ülesandeks seatakse hinnata iga kahe minuti järel kasvavate koormuste sobivust organismi funktsionaalse seisundi hindamiseks. Uuringu alusel püütakse välja selgitada aeroobse ja anaeroobse töövõime näitajad kasvavate koormuste tingimustes.

Belkatses jälgiti vastlusalustel hingamis- ja vereringetalitlust nii kuue-minutiliste kui ka kahe-minutiliste kasvavate koormuste sooritamisel veloergomeetrial. Selgus, et iga kahe minuti järel suutlikkuseeni kasvavate koormuste puhul saadakse kõrgem hapnikulagi kui kuue minuti vältel kasvavate koormus-

tega. Seejuures näitajas PWC<sub>170</sub> ja maksimaalses südame löögisageduses ei esinenud enamusel vaatlusalustel võrreldavate tööde sooritamisel usaldatavat erinevust.

Täiendavalt hinnati eelkatsetes R. Margaria jt. testi /1966/ sobivust lihaste anaeroobse võimsuse määramiseks. Eelkatsed näitasid, et nimetatud proovi alusel leitud kiiruse vertikaalkomponent on olulises osas lühimaajooksu resultaadiga. Usaldatav seos ilmneb ka vertikaalkiiruse ja üleshüppevõime vahel.

Põhivaatlused tehti kahes seerias. Esimeses seerias uuriti kahtekümne kahte kesk- ja pikamaajooksjat üleminekuperioodi lõpul. Teine vaatlusseeria tehti kuuestkümmel spordiga mittetegelejal mehel. Vaatlusalustel määrati südame absoluutne ja suhteline maht ning leiti lihaste anaeroobne võimsus. Peale selle määrati antropomeetrilised näitajad, määrati kopsude eluline mahtuvus, pneumotahhomeetria ja kopsude maksimaalne ventilatsioon.

Töö algas veloergomeetrial 150 vatiat. Iga kahe minuti järel suurendati koormust 50 vati võrra suutlikkuse piirini. Metronoomi abil hoiti tempoks 75 pööret min.

Enne töö alustamist võeti uuritavatel eelnevalt soovendatud sõrme vereproov piimhappe, püruuvhappe,

erütrotsüütide arvu, hematokriti ja hemoglobiini protsendi määramiseks. Happe-leelise tasakaalu näitajatest määrati mikro-Astrupi aparadi abil vere pH, süsihappegaasi pinge ( $pCO_2$ ), standardbikarbonaadid, puhveralused ning aluste liig. Peale selle kalkuleeriti üldsüsihappegaasi hulk ja puhverdefitsiit. Kogu vaatluse kestel registreeriti pidevalt südame löögisagedus kardiotahhograafi abil, hingamissagedus pneumograafi abil ning arteriaalse vere hapnikuga küllastatus oksühemograafi abil. Töö eel, töö ajal ja taastumisel registreeriti elektrokardiogramm iga minuti järel 15-sekundiste intervallide jooksul.

Töö eel, iga üksikkoormuse viimasel 30 sekundil ning taastumisperioodi viie minuti kestel koguti väljahingatav õhk klappidega varustatud näomaski ja torude süsteemi abil Douglasi kottidesse. Süsihappegaasi- ja hapnikusisaldus väljahingatavas õhus määrati spetsiaalse gaasianalüsaatori abil, kontrolliks tehti periooditi analüüse Haldane'i aparadiga. Väljahingatava õhu ruumala määrati eelnevalt kalibreeritud gaasikella abil. Süsihappegaasi ja hapniku tarbimise väärtused on viidud standardtingimustele (STPD). Kopsumahud väljendatakse BTPE tingimustes.

Pärast töö lõppu, taastumise 2.-5. minutini võeti sõrmeest vereproov eespool nimetatud näitajate määramiseks.

Registreeritud vereringe ja hingamisüsteemi näitajate alusel arvutati rida summaarseid näitajaid ja suhtarve, nagu tööaegne summaarne hapniku tarbimine, respiratoorne koefitsient, hapnikupulss, vatt-pulss, taastumispulsi summa,  $PWC_{170}$ , südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtarv ning "excess  $CO_2$ ".

Saadud vaatlustulemuste analüüsimisel kasutati 95 % usaldustaset. Vaatlusaluste rühmade kohta arvutati aritmeetiline keskmine, standardhälve ning aritmeetilise keskmise viga. Üksikute näitajate vaheliste seoste hindamiseks arvutati korrelatsioonikordajad. Näitajatevahelisi olulisi seoseid iseloomustavad korrelatsioonigraafikud. Samuti on kasutatud maksimaalse korrelatsiooni teed. Ühe rühma näitajate vaheliste korrelatsioonide alusel tehti faktoranalüüs.

Käesoleva töö tulemused näitavad, et treenitud suudavad suutlikkuse ni kasvavatel koormustel sooritada rohkem tööd kui spordiga mittetegelejad. Selgub, et ühesuguse võimsusega kasvavatel koormustel on sportlastel hapniku tarbimine ja hapnikupulss suuremad kui treeninata isikutel. Seejuures südame löögisagedus on ühe ja sama koormuse puhul kõrgem spordiga mittetegelejal.

Sportlastel esinevad usaldatavalt kõrgemad maksimaalse hapniku tarbimise ja hapnikupulsi maksimaalväärtused. Sportlaste rühmal leiti keskmiseks hapnikulaeks 4,30 l/min., spordiga mittetegelejate rühmal 3,53 l/min.

Uuritavate rühmade vahel ei olnud olulist erinevust tööaegse hingamise minutimahu ja süsihappegaasi erituses. Samal ajal kopsude ventilatsiooni ja CO<sub>2</sub> erituse maksimaalväärtused olid usaldatavalt kõrgemad treenituil.

Olulist erinevust vastlusaluste rühmade vahel ei olnud samuti tööaegse oksühemoglobiini, hingamisageduse, väljahingatava süsihappegaasi protsendi ja hapniku kasutamise protsendi suurustes. Ainult esimesel koormusel oli sportlastel hapniku kasutamise protsent kõrgem kui treenimatuil. Seejuures töö lõpul ilanes kõrgem CO<sub>2</sub> sisaldus väljahingatavas õhus spordiga mittetegelejatel.

Käesolevast tööst selgub, et treenituil on kasvavatel koormustel vatt-pulss kõrgem ning taastuspulsi summa väiksem võrreldes spordiga mittetegelejatega. Uuring kinnitab, et sportlastel on  $\text{PWC}_{170}$  südame suhteline maht suurem, südame mahu ja maksimaal-

se hapnikupulsi suhtarv aga väiksem kui treenimatuil. Käesolevas töös ei ilmanud usaldatavat erinevust uuritavate rühmade südame absoluutses mahus. See rõhustab, et mitte alati ei iseloomusta suhteliselt suur südame maht organismi paremat funktsionaalset seisundit.

Esitatud materjal näitab, et treenituil kohandub hingamise ja vereringe kasvavatel koormustel uue tööresiidimiga lühema ajaga kui spordiga mitteteegelejatel. Samal ajal on treenituil töö algul hingamissüsteemi talitlus ökonoomsem kui spordiga mitteteegelejatel. Kudede adekvaatses hapnikuga varustamine saavutatakse treenituil ilmselt suurema lööginahu ja ulatuslikuma hapniku arterioosse-venoosse diferentsi abil. Esitatud arvamust toetavad kõrgemad hapnikupulsi ja südame suhtelise mahu väärtused sportlastel.

Kasvavate koormuste tingimustes ilmesid ulatuslikud muutused happe-leelise tasakaalu näitajates. Seejuures enamuse näitajate erinevus sportlaste ja treenimatute vahel ei ole usaldatav. Nii leiti keskmine pH pärast tööd vastavalt 7,17 ja 7,18, standardbikarboonaatide keskmine sisaldus oli töö lõppedes vastavalt 13,4 m-Eq/l ja 14,3 m-Eq/l. Aluste liig oli pärast tööd keskmiselt - 15,4 m-Eq/l ja - 14,1 m-Eq/l. Sport-

lastel leiti ulatuslikum piimhappe tõus pärast tädi kui treenimata isikutel. Kasvavate koorauste kasutamisel tõusis treenimatuil piimhappesisaldus keskniselt 109,8 mg %-ni, spordiga mittetegelejatel oli see vastavalt 58,4 mg %. Korrelatsioonanal us näitas, et sportlastel on laktaadi tõus seoses aluste liia langusega. See seos puudub treenimatuil. Võib arvata, et treenimatuil m justatakse aluste liiga peale piimhappe ja püruuvhappe ka ketoainete poolt. Käesolev uuring näitab, et treenimatuil tekib t  l suurem puhverdefitsiit kui sportlastel. See näitab, et sportlastel on puhvers steenide mahutavus ja v iasus suuremad, mille tõttu sisekeskkonna suhteline stabiilsus tagatakse ka pingutaval t  l.

Elektrokardiogrammi näitajate d naamiks kasvavatel kooraustel oli uuritavatel rühmadel üldjoontes ühesugune. Seejuures treenituil oli T-saki voltaaž kõrgem ja elektriline süstool kestvam nii t  eelseis seisundis töö ajal, kui ka taastumisel. Selgus, et kõrgemad QT v artused treenituil on oluliselt seoses madalama südame löögisagedusega. Käesolevast uuringust selgub, et T-saki voltaaži esialgne tõus taastumisel on sportlastel ulatuslikum kui spordiga mittetegelejatel. Seejuures suurem T-saki voltaaži muutus

tekkis neil sportlastel, kellel piimahappesisalduse tõus tööl oli ulatuslikum, hapnikuvõlg ja lihaste anaeroobne võimsus olid aga suuremad. Selgub, sportlastel esineb kasvavatel koormustel SF-joone depressioon tunduvalt harvemini kui mittetreenitud. See näitab, et treenitud on ka pingutaval tööl südamelihase verevarustus adekvaatne.

Faktoranalüüs kinnitab, et üldist kehalist ettevalmistust iseloomustavad kõrgemad hapnikulae, maksimaalse süsihappegaasi erituse, maksimaalse hapnikupulsi, tööaegse suunaarse hapniku tarbimise ja  $PWC_{170}$  väärtused. Treenitud organisale on iseloomulikud madalam südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtarv, kõrgemad südame suhtelise mahu, pneumotahhomeetria ja elulise mahtuvuse väärtused. Selgub, et parema kehalise ettevalmistusega vaatlusalustel tekib kasvavatel koormustel ulatuslikum hapnikuvõlg.

Saadud vaatlusmaterjali statistiline analüüs näitab, et organismi aeroobset töövõimet iseloomustavad peale maksimaalse hapniku tarbimise ka maksimaalne süsihappegaasi eritus, maksimaalne hapnikupulss ja tööaegne maksimaalne kopsude ventilatsioon. Tööst selgub, et parema aeroobse tootlikkusega vaatlusalustele on iseloomulik väiksem südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtarv, kõrgem pneumotahhomeetria näitaja <sup>eluline</sup> sissehingamisel ja suurem kopsude mahtuvus.

Käesolev töö kinnitab, et kasvavate koormuste tingimustes iseloomustab anaeroobset töövõimet hapnikuvõlg ja piimhappe kuhjumine. Korrelatsioonianalüüs selgitas, et anaeroobse töövõime ühe näitajana sportlastel saab kasutada "base excessi". Selgub, et ulatuslikumale laktaadi kasvule on iseloomulik suurem aluste liia vähenemine.

Tööst selgub, et parema anaeroobse töövõimega vastlusalustel on T-saki voltaasi kasv pärast tööd ulatuslikum, lihaste anaeroobne võimsus aga suurem.

Käesolev uuring kinnitab, et vastlusaluste üldise kehalise ettevalmistuse, aeroobse ja anaeroobse töövõime hindamisel on sobiv kasutada kaheminutilise suutlikkuse piirini kasvavaid koormusi. Tõelise maksimaalkoormuse kontrollimiseks on soovitatav pärast viimast koormust sooritada üheminutiline spurt maksimaalses tempos keskmistel koormustakistustel.

## J A R E L D U S E D.

1. Üldise kehalise ettevalmistuse, aeroobse ja anaeroobse töövõime hindamisel on sobiv kasutada iga kahe minuti järel 50 vati võrra suutlikkuse piirini kasvavaid koormusi veloergomeetril.
2. Kaheminutiliste kasvavate koormuste rakendamisel ilmneb, et treenituil on hapniku tarbimine suurem ja hapnikupulss kõrgem võrreldes spordiga mitte-tegelejatega. Seejuures südame löögisagedus on sportlastel madalam kui mittetreenituil. Madalama südame löögisagedusega kaasnevad väiksenad happeleelise tasakaalu muutused. Suurem hapniku tarbimine töö algul on sportlastel seoses kõrgema hapniku kasutamise protsendiga, suurematel koormustel aga omandab treenituil suurema tähtsuse hingamise minutimaht.
3. Kasvavate koormuste puhul tekib sportlastel suurem hapnikuvõlg ja piimahappe kuhjumine kui treenimata isikuil. Töö põhjustab sportlastel väiksemat puhverdefitsiidi, mis näitab suuremat puhversüsteemide võimsust.
4. Treenituil on elektrokardiogrammi T-saki voltsaar kõrgem ja elektriline süstool kestvam kui spordiga mittetegelejatel nii tööeelses seisundis, kasvavate

koormuste tingimustes kui ka taastumisel. T-saki vol-  
taazi kasv vahetult pärast tööd on aegselt anaeroobse  
töövõime näitajad. Ulatuslikum T-saki amplituudi kasv  
esineb kõrgema anaeroobse töövõimega vaatlusalustel.  
Mittetreennituil esineb ST-joone depressioon kasvava-  
te koormuste rakendamisel sagedamini kui sportlastel.

5. Keskmajaajooksjatel tekivad tööl ulatuslikumad happe-  
leelise tasakaalu muutused kui pikamaajooksjatel.  
Seejuures pikamaajooksjatel on kasvavatel koormustel  
südame löögisagedus madalam kui maileritel.
6. Organismi head funktsionaalsed seisundid peegeldab  
väiksem südame mahu ja maksimaalse hapnikupulsi  
suhtarv, madalam südame löögisagedus kasvavatel koor-  
mustel ning suurem hapniku tarbimine, kopsude venti-  
latsiooni, süsihappegaasi erituse ja hapnikupulsi  
maksimaa. Sportlastel on vatt-pulsi, südame suhtelise  
mahu,  $PWC_{170}$ , pneumotahhomeetria ja kopsude elulise  
mahtuvuse arväärtused suuremad kui spordiga mittete-  
gelejatel.
7. Head aeroobset töövõimet iseloomustavad peale hagni-  
kulae ka kõrgemad süsihappegaasi erituse, hapnikupul-  
si ja hingamise minutimahu maksimaalväärtused. Kõrge-  
ma aeroobse tootlikkusega vaatlusalustel on tarbitud  
hapniku üldhulk kasvavatel koormustel suurem, südame  
absoluutse mahu ja maksimaalse hapnikupulsi suhtarv  
väiksem võrreldes madalama aeroobse töövõimega vaat-  
lusalustega.

8. Kõrget anaeroobset töövõimet iseloomustab kasvavate koormuste tingimustes ulatuslikum piimhappe kuhjumine ja suurem hapnikuvõlg. Parema anaeroobse töövõimega vaatlusalustel tekib ulatuslikum aluste liiva vähenemine ning T-saki voltaasi kasv vahetult pärast tööd. Head anaeroobset tootlikkust näitab lihaste suurem anaeroobne võimsus.

K I R J A N D U S .

1. Adang, F.H., L.M.Linde, H.Miyake: The physical working capacity of normal school children. - *Pediatrics*, 28, 55-64, 1961.
2. Agnevik, G., J.Karlsson: Energy demands during running. *Vorts.auf. s.Internat.Seminar f.Ergonomie von 4.-6.Sept.1967 in w-Berlin, Kongreßband S.281-284, 1967.*
3. Agnevik, G., J.Karlsson, B.Saltin: Oxygen debt, lactate in blood and muscle tissue during maximal exercise in man. - *Symposium International sur la Biochemie de l'Effort, Bruxelles, 13, 1968.*
4. Ahlberg, B.: Capacity for prolonged physical exercise in relation to some anthropometric and other data. - *Försvarsmedicin, 2, 194-202, 1967.*
5. Ahlberg, B., J.Bergström, J.Brøholt, L.G.Hjeltnæs, E.Hultman, G.Maschio: Human muscle glycogen content and capacity for prolonged exercise after different diets. - *Försvarsmedicin, 3, 85-99, 1967.*
6. Allard, C., C.Goulet: Physical working capacity in a French-Canadian population. An epidemiological study. *Försvarsmedicin, 3, 209-220, 1967.*
7. Allen, J.G.: Aerobic capacity and physiological fitness of Australian men. - *Ergonomics, 9(6), 485-494, 1966.*
8. Alpert, N.R.: Effect of acute cardiac tamponade upon respiratory metabolism of the dog. - *Am.J. Physiol., 168, 565, 1952.*
9. Alpert, N.R.: Lactate production and removal and the regulation of metabolism. - *Ann.N.Y.Acad.Sci., 119(31):995-1012, 1965.*
10. Andersen, K.L., A.Benestad, N.Segren: A field study of physiological adjustment to increased muscular activity with and without cold exposure. - Part III. Maximal oxygen uptake. *Acta Universit. Lund., 12(2), 1966.*

11. Andersen, K.L.: The effect of physical training upon the oxygen uptake power of men of various age and fitness level. - *Forsvarsmedicin*, 3(3), 183-187, 1967.
12. Anthony, A.J.: Funktionsprüfung der Atmung. Leipzig, 1937.
13. Asmussen, E.: Aerobic recovery after anaerobiosis in rest and work. - *Acta Physiol.Scand.*, 11, 197-210, 1946.
14. Asmussen, E., H.Nielsen : Studies on the regulation of the respiration in heavy work. *Acta Physiol.Scand.*, 12, 171-188, 1946.
15. Asmussen, E.: Pyruvate and lactate content of the blood during and after muscular work. - *Acta Physiol.Scand.*, 20, 125-136, 1950.
16. Asmussen, E., J.Hemmingsen : Determination of maximum working capacity at different ages in work with the legs or with the arms. - *Scand.J.Clin.Lab.Invest.*, 10, 67-71, 1958.
17. Asmussen, E.: The physiological background of physical fitness. *Teor.Praxe tel.Vych.*, Suppl 6., 16, 3-7, 1968.
18. Åstrand, I.: Aerobic work capacity in man and women. With special reference to age. *Acta Physiol.Scand.*, 49, Suppl.169, 1-92, 1960.
19. Åstrand, I., R-O. Åstrand, E.H.Christensen, R.Hedman : Myohemoglobin as an oxygen-store in man. - *Acta Physiol.Scand.*, 48, 454-460, 1960.
20. Åstrand, I.: Aerobic work capacity. *Circulat.Research*, 20(3), Suppl I, 211-217, 1967.
21. Åstrand, R-O.: Experimental studies of physical capacity in relation to sex and age. Copenhagen, Munksgaard 1952.
22. Åstrand, R-O., I.Ryhaing: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J.Appl.Physiol.*, 7, 218-221, 1954.

23. Åstrand, P.-O.: Human physical fitness with special reference to ~~sex~~ and age. - *Physiol.Rev.*, 36, 307-335, 1956.
24. Åstrand, P.-O., Saltin, B.: Oxygen uptake during the first minutes of heavy muscular exercise. - *J.Appl. Physiol.*, 16, (6), 971-976, 1961.
25. Åstrand, P.-O., B. Saltin: Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *J.Appl. Physiol.*, 16(6):977-981, 1961.
26. Åstrand, P.-O., J. Hallböök, R. Hedman, B. Saltin: Blood lactates after prolonged severe exercise. - *J.Appl. Physiol.*, 18(3): 619-622, 1963.
27. Åstrand, P.-O., T. E. Cuddy, B. Saltin, J. Stenberg: Cardiac output during submaximal and maximal work. - *J.Appl. Physiol.*, 19, 268-273, 1964.
28. Åstrand, P.-O. : Aerobic work capacity during maximal performance under various conditions. - *Circul. Research.*, 20(3), Suppl. 1, 202-210, 1967.
29. Åstrand, P.-O.: Measurement of maximal aerobic capacity. *Canad. Med. Ass. J.* 96(25), 732-734, 1967.
30. Åstrand, P.-O.: Limiting factors in prolonged heavy exercise. - *Theor. Praxe tčl. Vych. Suppl.* 16(6), 7-12, 1968.
31. Astrup, P.: A simple electrometric technique for the determination of carbon dioxide tension in blood plasma, total content dioxide in plasma, and bicarbonate content in separated plasma at a fixed carbon dioxide tension (40 mmHg). - *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 8, 33-43, 1956.
32. Bang, O.: The lactate content of the blood during and after muscular exercise in man. - *Scand. Arch. Physiol.*, 74, Suppl. 10, 49-82, 1936
33. Banister, E. W., R. C. Jackson : The effect of speed and load changes on oxygen intake for equivalent power outputs during bicycle ergometry. - *Int. Z. angew. Physiol. einschli. Arbeitsphysiol.* 24, 284-290, 1967.

34. Barait-Boyes, G. B., E. H. Wood: Hemodynamic response of healthy subjects to exercise in the supine posture while breathing oxygen. - *J. Appl. Physiol.*, 11, 129-135, 1957.
35. Barker, S. B., W. H. Summerson: The colorimetric determination of lactic acid in biological material. - *J. Biol. Chem.* 138, 535-554, 1941.
36. Bengtsson, E.: The working capacity in normal children, evaluated by submaximal exercise on the bicycle ergometer and compared with adults. - *Acta Med. Scand.*, 154, 91, 1956.
37. Bergström, J.: Local changes ATP and phosphory creatine in human muscle tissue in connection with exercise. - *Circul. Research, Suppl.* 22, 21 91-98, 1967.
38. Bergström, J., L. Hermansen, E. Hultman, B. Saltin; Diet muscle glucogen and physical performance. - *Acta physiol. Scand.*, 71, 140-150, 1967.
39. Bergström, J., E. Hultman: A study of the glycogen metabolism during exercise in man. - *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 19, 218-228, 1967.
40. Bevegård, S. A., Holmgren, B. Johansson.: The effect of body position on the circulation of rest and during exercise, with special reference to the influence on the stroke volume. - *Acta Physiol. Scand.*, 49, 279-298, 1960.
41. Bevegård, S.: Studies on the regulation of the circulation in man. - *Acta Physiol. Scand.*, 57. Suppl. 200, 1962.
42. Binkhorst, R. A., P. van Leeuwen.: A rapid method for the determination of aerobic capacity. - *Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol.* 19, 459-467, 1963.
43. Binkhorst, R. A., J. Pool, P. van Leeuwen, A. Bouhuys.: Maximum oxygen uptake in healthy non athletic males. - *Internat. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol.* 22(1), 10-18, 1966

44. Böhlau, V.: Die Altersabhängigkeit der Erholungsquotienten und seine Bestimmungstechnik als Maß der Restitution. - München, 1954
45. Bonjer, F.H.: Measurement of working capacity by assessment of the aerobic capacity in a single session. - Med. Proc., 25(4), 1363-1365, 1966.
46. Bottin, R., J. Petit, R. Deroanne, J. Juchmes, F. Pirnay: Mesures comparées de la consommation maximum d'O<sub>2</sub> par paliers de 2 ou de 3 minutes. - Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol., 26, 355-362, 1968.
47. Bouhuys, A., J. Pool, R. A. Binkhorst, P. Leeuwen.: Metabolic acidosis of exercise in healthy males. - J. Appl. Physiol. 21(3), 1040-1046, 1966.
48. Bruce, R. A., J. W. Jones, G. Strait.: Anaerobic metabolic responses to acute maximal exercise in male athletes. - Amer. Heart J., 67, (5), 643-650, 1964.
49. Buskirk, E., H. L. Taylor.: Maximal oxygen intake and its relation to body composition with special reference to chronic physical activity and obesity. - J. Appl. Physiol., 11, 72-78, 1957.
50. Buskirk, E. R., J. Kollias, R. F. Akers, E. K. Prokop, E. P. Reategui.: Maximal performance at altitude and on return from altitude in conditioned runners. - J. Appl. Physiol. 23(2), 259-266, 1967.
51. Butachenko, L.: Das Ruhe- und Belastungs - EKG bei Sportlern. - Leipzig, Barth, 1967.
52. Carlson, F. D., A. Siger.: The creatine phosphoryltransfer reaction in iodoacetate - poisoned muscle. - J. Gen. Physiol., 43, 301-303, 1959.
53. Carlson, L. A., B. Pernow.: Studies on the peripheral circulation and metabolism in man. I. Oxygen utilization and lactate-pyruvate formation in the legs at rest and during exercise in healthy subjects. - Acta physiol. Scand. 52 (3), 328-342, 1961.

54. Carlson, L.A.: Lipid metabolism and muscular work. Fed. Proc., 26(6), 1755-1759, 1967.
55. Carlson, F.D., D.J. Hardy, D.R. Wilkie.: The relation between heart produced and phosphocreatine split during isometric contraction of frog's muscle. - J. Physiol. (London), 189, 209-235, 1967.
56. Carlsten, A., G. Grimby.: The circulatory response to muscular exercise in man. - Springfield, 1966.
57. Cerretelli, P., F. Cuttica, B. Carli.: Aerobic and anaerobic energy capacity and power in the aged. - J. Geront., 14, 1119-1122, 1966.
58. Chapman, C.B., J.N. Fisher, B.J. Sproule.: Behavior of stroke volume at rest and during exercise in human beings. - J. Clin. Invest., 39, 1208-1213, 1960.
59. Christensen, E.H., P. Högberg.: Physiology of skiing. - Arbeitsphysiol., 14, 292-303, 1950.
60. Christensen, E.H., R. Hedman, B. Saltin.: Intermittent and continuous running. - Acta physiol. Scand., 50, 269-286, 1960.
61. Clark, A.J., M.G. Eggleton, P. Eggleton.: Phosphagen in the perfused heart of the frog. - J. Physiol. (London), 85, 332, 1932.
62. Claunitzer, C., R. Donath, S. Israel.: Das Verhalten der Säure - Basen - Parameter im Kapillarblut nach fahrradergometrischer Ausbelastung bei Sportlern. - Medizin und Sport, 9(1), 20-25, 1969.
63. Clode, M., T.J.H. Clark, B.J.M. Campbell.: The immediate CO<sub>2</sub> storage capacity of the body during exercise. - Clin. Sci., 32, 161-165, 1967.
64. Concolazio, C.F., L.O. Matoush, R.A. Nelson.: Energy metabolism in maximum and submaximum performance at high altitudes. - Fed. Proc. Part. I, 25(4), 1380-1385, 1966.

65. Costill, D.L.: The relationship between selected physical variables and distance running performance. - *J.Sports Med.* 7(2), 61-66, 1967.
66. Cotes, J.G.: Exercise limitations in health and disease. - In Proceedings of Symposium on Breathlessness, Manchester. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1966.
67. Cumming, G.R. / A. Goodwin, G. Baggle, Y. Antel : Repeated measurements of aerobic capacity during a week of intensive training at a youths track camp. - *Canad.J.Physiol.Pharmacol.*, 45, 805-811, 1967.
68. Datta, S.R., N.L. Ramnathan : Energy expenditure in work predicted from heart rate and pulmonary ventilation. - *J.Appl.Physiol.*, 26(3): 297-302, 1969.
69. Davies, C.T.W.: Limitations to the prediction of maximum oxygen intake cardiac frequency measurements. - *J.Appl.Physiol.*, 24(5), 700-706, 1968.
70. Davies, H., N. Gazetopoulos, C. Oliver : Ventilatory and metabolic response to graduated and prolonged exercise in normal subjects. - *Clin.Sci.* 29, 443-452, 1967.
71. De Coster, A., M. Levarlet, V. Conard, J.R.M. Franckson : Influence de l'effort musculaire sur les lactates le pH et les acides gras plasmatiques. - *Compt.rend.Soc.biol.*, 156(11), 1937-1939, 1962.
72. De Coster, A., R. Hersin, S. Degée : Blood changes in lactic and pyruvic acids during exercise. - *Internationales Seminar für Ergonomie* 24/26.5.1965.
73. Dehio, K.: Keber das Altern der Herzans. - *St.Petersburger med.Wochenschr.*, 26(9), 79-84, 1901.
74. De Moor, J.: Individual differences in oxygen debt curves related to mechanical efficiency and sex. - *J.Appl.Physiol.*, 6(8), 460-466, 1954.

75. Dill, D. B., H. T. Edwards, J. H. Talbott.: Studies in muscular activity. - VII. Factors limiting the capacity for work. - J. Physiol. (Lond.), 77, 49-62, 1932.
76. Dill, D. B., H. T. Edwards, E. V. Newman, R. Margaria.: Analysis of recovery from anaerobic work. - Arbeitsphysiol., 9, 298-307, 1936.
77. Dill, D. B., B. Sactor.: Exercise and the oxygen debt. - J. Sports Med. 2, 66-73, 1962.
78. Doll, E., J. Keul, C. Maiwald, H. Reindell.: Das Verhalten von Sauerstoffdruck, Kohlensäure-  
druck, pH, Standardbicarbonat und base excess im arteriellen Blut bei verschiedenen Belastungsformen. - Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. 22, 327-355, 1966.
79. Doll, E., J. Keul, C. Maiwald.: Oxygen tension and acid-base equilibrium venous blood of working muscle. - Am. J. Physiol., 215(1), 23, 1968.
80. Donald, K. W., J. M. Bishop, L. O. Wade.: A study of the minute to minute changes of arteriovenous oxygen content, difference oxygen uptake and cardiac output and rate of achieving steady state during exercise in rheumatic heart disease. - J. Clin. Invest., 33, 1145-1167, 1954.
81. Donald, K. W., J. M. Bishop, C. Cumming, O. L. Wade.: The effect of exercise on the cardiac output and circulatory dynamics of normal subjects. - Clin. Sci., 14, 37-73, 1955.
82. Donald, K. W., J. Gloster, E. Harris, J. Reever, P. Harris.: The production of lactic acid during exercise in normal subjects and in patients with rheumatic heart disease. - Amer. Heart. J., 62, 494-510, 1961.
83. Duke, T. H., C. Gaas, C. W. Vaughan.: Respiratory oxygen debt and excess lactate in man. - J. Appl. Physiol. 20(5):898-904, 1965.

84. Döbeln, W.: Maximal oxygen intake, body size, and total hemoglobin in normal man. - *Acta Physiol. Scand.*, 38, 193-199, 1957.
85. Döbeln, W., J. Åstrand, A. Bergström: An analysis of age and other factors related to maximal oxygen uptake. - *J. Appl. Physiol.*, 22(5), 934-938, 1967.
86. Eckoldt, E., W. Roth, E. Thile, W. Thile: Blutgasanalytische und spiroergometrische Messungen bei Normalpersonen und Sportlern. - *Medizin und Sport*, 8(4), 102-107, 1968.
87. Edwards, H. T., A. J. Thorndike, D. B. Dill: The energy requirement in strenuous muscular exercise. - *New England J. Med.*, 213(13), 532-535, 1935.
88. Edwards, H. T.: Lactic acid in rest and work at high altitude. - *Am. J. Physiol.*, 116, 367-375, 1936.
89. Eggleton, P., G. P. Eggleton: Further observations on phosphagen. - *J. Physiol. (Lond.)*, 65(1), 15, 1928.
90. Eichhorn, J., H. Brünner, K. E. Klein, H. M. Wegmann: Fehleinschätzungen der maximalen Sauerstoffaufnahme bei ihrer Bestimmung mit indirekten Methoden. - *Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol.*, 24, 275-283, 1967.
91. Ekblom, B., P.-C. Åstrand, B. Saltin, J. Stenberg, B. Wallerström: Effect of training on circulatory response to exercise. - *J. Appl. Physiol.*, 24(4), 518-528, 1968.
92. Ekelund, L. G., A. Holmgren: Central hemodynamics during exercise. - *Suppl. I Circulat. Research* 20, 21, 33-43, 1967.
93. Ekelund, L. G.: Circulatory and respiratory adaptations during prolonged exercise of moderate intensity in the sitting position. - *Acta Physiol. Scand.*, 69, 327-340, 1967.

94. Klo, O., L. Hirvonen, T. Peltonen, I. Välimäki :  
Physical working capacity of normal and  
diabetic children. - *Ann. Paediatr. Fenn.*,  
11, 25-29, 1965.
95. Ebdon, G., E. Lehnartz : Über den zeitlichen Ver-  
lauf der Milchsäurebildung bei der Muskel-  
kontraktion. - *Z. Physiol. Chem.*, 178, 311-  
315, 1928.
96. Enschede, F. A. I., J. Jongbloed : The physical condi-  
tion of top-skaters during training. -  
*Int. Z. Angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol.*,  
20, 252-257, 1964.
97. Faulkner, J. A., J. Kollias, C. B. Favous, E. R. Baskirk,  
B. Balke : Maximum aerobic capacity and  
running performance at altitude. - *J. Appl.  
Physiol.*, 24(5):685-691, 1968.
98. Flock, E. V., D. J. Ingle, J. L. Bollman : Formation of  
lactic acid, an initial process in working  
muscle. - *J. Biol. Chem.*, 129, 99-110, 1939.
99. Frandric, R. : La consommation maximale d'oxygene. -  
*Presse med.*, 69(28), 1267-1269, 1961.
100. Freedman, M. E., G. I. Snider, P. Brostoff, S. Kimelblot,  
I. N. Katz : Effects of training on response  
of cardiac output to muscular exercise in  
athletes. - *J. Appl. Physiol.*, 8, 37-47, 1955.
101. Frick, M. H., A. Konttinen, H. S. S. Sarajas : Effect of  
physical training on circulation at rest  
and during exercise. - *Amer. J. Cardiol.*, 12,  
142-147, 1953.
102. Friedmann, T. E., C. J. Barborika : The significance of  
the ratio of lactic to pyruvic acid in the  
blood after exercise. - *J. Biol. Chem.*, 141,  
993-994, 1941.
103. Friedmann, T. E., G. E. Haugen : Pyruvic acid. II. The  
determination of ketoacids in blood and  
urine. - *J. Biol. Chem.*, 147, 415-551, 1943.

104. Gavrillescu, N., D. Stanescu, D. Teculescu : Accuracy of the Astrup micro-method for blood pH and  $PCO_2$  determinations. - *Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol.*, 23, 212-218, 1966.
105. Glassford, R. G., H. Y. Baycraft, A. W. Sedgwick, R. B. J. Macnal : Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods. - *J. Appl. Physiol.*, 20(3), 509-513, 1965.
106. Grimby, G. : Exercise in man during pyrogen - induced fever. - *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 14, 321-328, 1962.
107. Grimby, G., B. Söderholm : Energy expenditure of men in different age groups during level walking and bicycle ergometer. - *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 14, 321-328, 1962.
108. Grimby, G., N. J. Nilsson, H. Sanne : Serial determination of cardiac output during prolonged exercise. - *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 15, Suppl., 76, 52, 1963.
- 109a. Grover, R. F., J. T. Reeves : Exercise performance of athletes at sea level and 3100 meters altitude. - *Schweiz. Zeitschr. f. Sportmed.*, 14, 130-148, 1966.
110. Hammel, H. J., F. Backhausen, H. Mies, J. Stracke : Über den Einfluß der Steigung auf Atmung und Stoffwechsel beim Lauf. - *Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol.*, 26, 341-354, 1968.
111. Hansen, E. : Über die Sauerstoffschuld bei körperlicher Arbeit. - *Arbeitsphysiol.*, 8(2), 151-169, 1935.
112. Hansen, J. E., G. P. Stelter, J. A. Vogel : Arterial pyruvate, lactate, pH and  $P_{CO_2}$  during work at sea level and high altitude. - *J. Appl. Physiol.*, 23(4), 523-530, 1967

113. Hanson, J. S., B. S. Tabakin : Comparison of the circulatory response to upright exercise in 25 "normal" men and distance runners. - Brit. Heart. J., 27, 211-219, 1965.
114. Harris, P.: Lactate, pyruvate, glucose and free fatty acid in mixed venous and arterial blood. - J. Appl. Physiol., 18, 933-936, 1963.
115. Helbing, G.: Vergleichende Untersuchungen über die maximale Sauerstoffschuld bei untrainierten und trainierten 20-40 jährigen Männern und Leistungs umsatzbedingungen bei maximales ergometrischer Arbeit. - Med. Diss. F. Berlin, 435, 531, 1966.
116. Helbing, G., P. E. Nowacki : Die maximale Sauerstoffschuld als Leistungskriterium .XVI Weltkongress für Sportmedizin., - Kongreßreferat 133., Hannover, 1966.
117. Hellström, R., A. Holmgren : On the repeatability of submaximal work tests and the influence of body position on heart rate during exercise at submaximal work loads. - Scand. J. Clin. Lab. Invest., 479-485, 1966.
118. Hellström, R., K. Linroth : Physical working capacity, training and climate. - Acta Med. Scand., Suppl. 472, 207-214, 1967.
119. Henry, F. M., J. De Moor: Metabolic efficiencies of exercise in relation to work load at constant speed. - J. Appl. Physiol., 2(9), 481-487, 1950.
120. Henry, F. M. 'Aerobic oxygen consumption and lactic debt in muscular work. - J. Appl. Physiol., 3, 427-438, 1951.
121. Henry, F. M., J. C. De Moor : Lactic and alactic oxygen consumption in moderate exercise of graded intensity. - J. Appl. Physiol., 8(6), 608-614, 1956.

122. Hermansen, L., K. L. Andersen : Aerobic work capacity in young Norwegian men and women. - *J. Appl. Physiol.*, 20(3), 425-431, 1965.
123. Hermansen, L. : Blood pH during strenuous exercise of short duration Symposium International sur la Biochemie de l'Effort Bruxelles, 28, 1968.
124. Hermansen, L., B. Saltin: Oxygen uptake during maximal treadmill and bicycle exercise. - *J. Appl. Physiol.*, 26, (1), 31-37, 1969.
125. Hettinger, T., N. C. Birkhead, S. M. Horvath, B. Issekutz, K. Rodahl: Assessment of physical working capacity. - *J. Appl. Physiol.*, 16(1), 153-156, 1961.
126. Higgs, B. E., M. Clode, G. Mc. Hardy, N. L. Jones, M. J. M. Campbell: Changes in ventilation, gas exchange and circulation during exercise in normal subjects. - *Clin. Sci.*, 32, 329, 1967.
127. Hill, A. V., C. N. H. Long, H. Lupton : Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. - P. I-III Proc. Roy. Soc. (London) Ser. B., 96, 438-475, 1924.
128. Hill, A. V., C. N. H. Long, H. Lupton: Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. - P. IV-VI. Proc. Roy. Soc. London Ser. B., 99, 84, 1925.
129. Hill, A. : Muscular movements in man : the factors governing speed and recovery from fatigue. - N-York., 1927.
130. Hill, A. V. : The revolution in muscle physiology. - *Physiol. Rev.*, 12, 56-67, 1932.
131. Himwich, H. E. : The role of lactic acid in the living organism. - *Yale J. Biol. Med.*, 4, 259, 1931-1932.
132. Hlavova, A. : Lactate and pyruvate changes in the leg during and after exercise in normal subjects and in patients with femoral artery occlusion. - *Clin. Sci.*, 341, 397-409, 1968.

133. Hollmann, W., H. Venrath : Die Beeinflussung von Herzgröße, maximales  $O_2$ -Aufnahme und der Ausdauer-grenze durch ein Ausdauer-training mittlerer und hoher Inter-sität. - Sportarzt., 9, 189-193, 1963.
134. Hollmann, W., H. Venrath, G. Herkenrath, H. Bar-wisch : Der Einfluß unterschiedlicher  $O_2$  - Konzentrationen in der Inspirations-luft auf das cardiopulmonale Verhalten bei 12-bis 50 sekundigen Maximalbelas-tung. - Sportart., 17, 137-148, 1966.
135. Holmgren, A. : Circulatory changes during muscular work in man. - Scand. J. Clin. Lab. In-vest., 8, Suppl. 24, 1956.
136. Holmgren, A., B. Jonson, T. Sjöstrand : Circulatory data in normal subjects at rest and during exercise in recumbent position, with special reference to the stroke volu-me at different work intensities. - Acta Physiol. Scand., 49, 343-363, 1960.
137. Holmgren, A., P. Mossfeldt, T. Sjöstrand, G. Ström. : Ef-fect of training on work capacity , total hemoglobin, blood volume, heart volume and pulse rate in recumbent and upright positions. - International re-search in sport and physical education, Springfield, 335-349, 1964.
138. Holmgren, A., N. Svanborg : Venous admixture during exercise in sitting position. - Scand. J. Clin. Lab. Invest., 17, 209-218, 1965.
139. Holmgren, A. : Commentary. - Canad. Med. Ass. J. 96(25), 794, 1967.
140. Hood, W. B., B. Krasnov, E. I. Rolett, P. Surchak, R. Gorlin : Anaerobic metabolism of the exercising leg in men. - Clin. Sci., 28, 175-189, 1965.

141. Huckabee, W.E.: Relationships of pyruvate and lactate during anaerobic metabolism. I. Effects of infusion of pyruvate or glucose and of hyperventilation. - J. Clin. Invest., 37, 244-254, 1958.
142. Huckabee, W.E.: Relationship of pyruvate and lactate during anaerobic metabolism. II. Exercise and formation of  $O_2$ -debt. - J. Clin. Invest., 37, 255-267, 1958.
143. Huckabee, W.E.: Relationships of pyruvate and lactate during anaerobic metabolism. IV. Local tissue components of total body  $O_2$ -debt. - Am. J. Physiol., 196(2), 253-260, 1959.
144. Hultman, E.: Physiological role of muscle glycogen in man with special reference to exercise. - Circul. Research, Suppl. I., 20, 21, 99-113, 1967.
145. Hultman, E., J. Bergström, A. H. Mc. Lennan: Breakdown and resynthesis of phosphocreatine and adenosine triphosphate in connection with muscular work in man. - Scand. J. Clin. Lab. Invest., 19(1), 56-66, 1967.
146. Ishiko, T.: Aerobic capacity and external criteria of performance. - Canad. Med. Ass. J., 96(25), 746-749, 1967.
147. Israel, S., H. Brenke : Die Beziehungen zwischen Körpergewicht und maximaler Herzfrequenz sowie maximalem Sauerstoffpuls. - Med. und Sport, 6(6), 187-189, 1966.
148. Israel, S., H. Brenke : Das Verhalten Spirometrischer Messgrößen bei Laufern und Radsportlern sowie Kanuten bei Hand- und Fußarbeit. - Med. und Sport, 7(4), 104-108, 1967.

149. Issakutz, B., K. Rodahl : Respiratory quotient during exercise. - J. Appl. Physiol., 16, 4, 606-610, 1961.
150. Issakutz, B., H. C. Birkhead, K. Rodahl : Use of respiratory quotients in assessment of aerobic work capacity. - J. Appl. Physiol., 17(1), 47-50, 1962.
151. Jagemann, K., B. Pansold, W. Roth : Die Rolle des Laktats bei der Einschätzung des muskulären Trainingszustandes und einige kritische Bemerkungen zum "base excess" - Laktat - Verhältnis. - Med. und Sport, 9(6), 174-179, 1969.
152. Jirka, Z., C. Adamus : Changes of ventilation equivalents in young people in the course of three years of training. - J. Sports Med., 5(1), 35, 1965.
153. Johnson, R. E., H. T. Edwards : Lactate and pyruvate in blood urine after exercise. - J. Biol. Chem., 118, 427-431, 1937.
154. Jones, W. B., R. N. Fincham, R. O. Russell, T. J. Reeves : Transient cardiac output response to multiple levels of supine exercise. - J. Appl. Physiol., 28(2), 183-189, 1970.
155. Karlsson, J., P.-O. Åstrand, B. Ekblom : Training of the oxygen transport system in man. - J. Appl. Physiol., 22(6), 1061-1065, 1967.
156. Kasch, F. W., W. H. Phillips, J. E. Carter, W. D. Ross, J. L. Boyer : Maximum work capacity in middle aged males by a step test method. - J. Sports Med., 5(4), 198-202, 1965.
157. Kasch, F. W., W. H. Phillips, W. D. Ross, J. E. L. Carter, J. L. Boyer : A comparison of maximal oxygen uptake by treadmill and step-test procedures. - J. Appl. Physiol., 21(4), 1387-1388, 1966.
158. Kessler, K. : Über die arterielle  $\text{CO}_2$ -Spannung und die arteriell-endeexpiratorische  $\text{CO}_2$ -Spannungsdifferenz während körperlicher Arbeit. - Int. Z. angew. Physiol. einsch.

Arbeitsphysiol., 23, 140-158, 1966.

159. Keul, J.: Lactate-pyruvate ratio and its relation to oxygen pressure in arterial, coronarvenous and femoral venous blood. - Arch. Int. Physiol. et de Biochemie., 75, 573-578, 1967.
160. Keul, J., E. Doll, D. Keppler : The substrate supply of the human skeletal muscle at rest, during and after work. - Experimentia, 23(II), 974-979, 1967.
161. Keul, J., E. Doll, D. Keppler, H. Reindell : Zur Bedeutung der Laktatbildung bei Intervallarbeit. - "Z. Kreislaufforsch" 56, (8), 823-830, 1967.
162. Keul, J., D. Keppler, E. Doll: Der Lactat-Pyruvate Quotient und seine Beziehung zum Sauerstoffdruck im arteriellen, femoralvenösen und coronarvenösen Blut. - Sportarzt (Küler), 19, 10, 435-438, 1968.
163. Klausen, K., S. Robinson, E. Michael, L. G. Myhre : Effect of high altitude on maximal working capacity. - J. Appl. Physiol., 21, (4), 1191-1194, 1966.
164. Knehr, C. A., D. B. Dill, W. Neufeld: Training and its effects on man rest and work. - Am. J. Physiol. 136, 148-156, 1942.
165. Knuttgen, H. G.: Oxygen debt, lactate, pyruvate and excess lactate after muscular work. - J. Appl. Physiol., 17(4), 639-644, 1962.
166. König, K., H. Reindell, K. Musshoff, H. Roskamm, M. Kessler: Das Herzvolumen und die körperliche Leistungsfähigkeit bei 20-60 jährigen gesunden Männern. - Arch. Kreislaufforsch., 35, 37, 1961.
167. König, K., H. Reindell, H. Roskamm : Die spiroergometrische Leistungsprüfung mit Hilfe absoluter Leistungsgrößen und Hilfe der Herzvolumen-Leistungsquotienten. - "Klin. Wochenschr.", 40(7), 348-355, 1962.
168. Krogh, A.: The comparative physiology of respiratory mechanisms. Univ. Penn. Press, Phila., 1941.

169. Knappe, W., R. Juchacz: Das Verhalten von Pyruvat und Laktat unter ergometrischer Belastung bei Sportler, Normalpersonen und Patienten mit funktionellen Herzkreislaufstörungen. - Sportarzt, (Köln) 20, (9), 357-364, 1969.
170. Landry, P., G.M. Fitzgibbon: Die Beziehungen zwischen Laktat und Base Excess im arteriellen Blut bei verschiedenen standardisierten Belastungsverfahren. - Sportarzt, (Köln) 20 (6), 223-228, 1969.
171. Lorenz, P.: Anschauungsunterricht in Mathematischer Statistik. Bd. III. Leipzig, S. Hirzel Verlag. 1961.
172. Lukin, L., H.J. Ralston: Oxygen deficit and repayment in exercise. - Internat. Z. angew. Physiol. einschli. Arbeitsphysiol., 19 (3) 183-193, 1962.
173. Lundsgaard, E.: Weitere Untersuchungen über Muskelkontraktionen ohne Milchsäurebildung. - Bioch. Zeitschr., 227, 51-83, 1930.
174. Lundsgaard, E.: Untersuchungen über Muskelkontraktionen ohne Milchsäurebildung. - Biochem. Zeitschr., 217, 162-177, 1930.
175. Mährlein W., M. Krause, H. Rossmar: Ergometrie und Säure-Basen-Haushalt unter stufenförmig gesteigerten steady-state-Belastungen bei Skilangläufern. - Med. und Sport., 2, 133-36, 1966.
176. Margaria, R., H.T. Edwards, D.B. Mill: The possible mechanism of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic in muscular contraction. - Amer. J. Physiol., 106, 689-715, 1933.
177. Margaria, R., H.T. Edwards: The removal of lactic acid from the body during recovery from muscular work. - Am. J. Physiol., 107(3), 681-690, 1934.

178. Margaria, R., H. T. Edwards : The sources of energy in muscular work performance in anaerobic conditions. - *Am. J. Physiol.*, 108(2), 341-348, 1934.
179. Margaria, R.: Biochemistry of muscular contraction and recovery. - *J. Sports. Med.*, 3, 145-156, 1963.
180. Margaria, R., P. Cerretelli, P. E. di Prampero, C. Manzoni, G. Torcilli : Kinetics and mechanism of oxygen debt contraction in man. - *J. Appl. Physiol.* 18(2), 371-377, 1963.
181. Margaria, R.: An historical review of the physiology of oxygen debt and steady state in relation to lactic acid formation and removal. - *Internat. Research in Sport.*, Springfield, 301-321, 1964.
182. Margaria, R., P. Cerretelli, F. Mangili : Balance and kinetics of anaerobic energy release during strenuous exercise in man. - *J. Appl. Physiol.*, 19(4), 623-628, 1964.
183. Margaria, R., P. Aghemo, E. Rovelli : Indirect determination of maximal  $O_2$  consumption in man. - *J. Appl. Physiol.*, 20, 1070-1073, 1965.
184. Margaria, R., F. Mangili, F. Cattica, P. Cerretelli: The kinetics of the oxygen consumption at the onset of muscular exercise in man. *Ergonomics*, 8(1), 49-54, 1965.
185. Margaria, R.: Energy production for muscular work in the aged. - *J. Gerontol.*, 14, 1135-1142, 1966.
186. Margaria, R.: Assessment of physical activity in oxidative and anaerobic maximal exercise. - *Fed. Proc.*, 25:1409-1414, 1966.
187. Margaria, R., P. Aghemo, E. Rovelli : Measurement of muscular power (anaerobic) in man. - *J. Appl. Physiol.*, 21(5):1663-1664, 1966.

188. Margaria, R. : Anaerobic metabolism in muscle. -  
Canad. Med. Ass. J., 96(25), 770-774, 1967.
189. Margaria, R. : Work capacity and sport performance  
in high altitude. - Arch. Fisiol., 65,  
323-43, 1967.
190. Margaria, R. : Capacity and power of the energy  
processes in muscle activity: Their  
practical relevance in athletics. -  
Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphy-  
siol., 25, 352-360, 1968.
191. Maritz, J. S., J. P. Morrison, J. Peter, N. B. Strydom,  
C. H. Wyndham : A practical method of  
an individual maximal oxygen intake.  
- Ergonomics, 4(2), 97-122, 1961.
192. Meyerhof, O. : Die Energieumwandlungen im Muskel  
II Das Schicksal der Milchsäure in  
der Erholungsperiode des Muskels. -  
Arch. Ges. Physiol., 182, 284-317, 1920.
193. Meyerhof, O. : Die Energieumwandlungen im Muskel I  
Über die Beziehungen der Milchsäure  
zur Wärmebildung und Arbeitsleistung  
des Muskels in der Anaerobiose. - Arch.  
Ges. Physiol., 182, 232-283, 1920.
194. Meyerhof, O. : Die Energieumwandlungen im Muskel.  
VI Über den Ursprung der Kontraktions-  
wärme. - Arch. Ges. Physiol., 195, 22-74,  
1922.
195. Millahn, H. P., I. Döschner : Die maximale Sauer-  
stoffschuld bei Männern und Frauen in  
Abhängigkeit vom Trainingszustand. -  
Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeits-  
physiol., 25(2), 67-79, 1968.
196. Mitchell, J. H., B. J. Sproule, C. B. Chapman: The physio-  
logical meaning of the maximal oxygen  
intake test. - J. Clin. Invest., 37, 538-547,  
1958.
197. Buschhoff, K., H. Reindell, H. Klepsig, H. F. Kirchoff:  
Herzvolumen, Schlagvolumen und körper-  
liche Leistungsfähigkeit. - Cardiologia,  
31, 359-374, 1957.

198. Musshoff, H., H. Reindell, H. Klepsing: Stroke volume, arteriovenous difference, cardiac output and physical working capacity and their relationship to heart volume. - Acta Cardiol., 14(5), 427-452, 1959.
199. Müller, E.A.: Ein Leistungs-Pulsindex als Mass der Leistungsfähigkeit. - Arbeitsphysiol., 14, 271, 1950.
200. Müller, E.A.: Die Messung der Körperlichen Leistungsfähigkeit mit einem einzigen Prüferfaden. - Forschungsher. Landes Nordrhein-Westfalen, 29, 1031, 1961.
201. Naimark, A., K. Wasserman, M. B. Mc Ilroy: Continuous measurement of ventilatory exchange ratio during exercise. A test of cardiovascular function. - J. Appl. Physiol., 19, 644-652, 1964.
202. Neumann, G., R. Müller, J. Scher, F. Scharschmidt, H. Kutschert: Spiroergometrische und elektrokardiographische Kontrolluntersuchungen unmittelbar vor und nach einer Radrundfahrt. - Med. und Sport., 9(1), 17-20, 1969.
203. Newman, E.V., D. B. Mill, H. T. Edwards, A. Webster: The rate of lactic acid removal in exercise. - Am. J. Physiol., 118, 457-462, 1937.
204. Newman, E.V.: Distribution of lactic acid between blood and muscle of rats. - Am. J. Physiol., 12, 359-366, 1938.
205. Nielsen, M., O. Hansen: Maximale Körperliche Arbeit bei Atmung  $O_2$  - reicher Luft. - Scand. Arch. Physiol., 76, 37-59, 1937.
206. Nöcker, J., V. Böhlau: Der Sauerstoffpuls in Abhängigkeit von Lebensalter. - Verh. Deutch. Ges. f. Kreislaufforsch., 24, 225, 1958.

207. Oja, S.M., H.J. Sildmäe, A.A. Viru, A.A. Viru, E.J. Hansson : Utilisation des capacités aérobies de l'organisme pendant les exercices physiques à intensité variable. - Poumon, respiration et sport, Praha, 114-115, 1966.
208. Olson, R.E. : Excess lactate and anaerobiosis. - Ann. Intern. Med., 59:960-963, 1963.
209. Pelnář, P. : Nový způsob vyšetřování vykonanosti systému dýchacích. Čet. akademie věd a umění. Praha, 1948.
210. Pernow, B., J. Åhren : Lactate and pyruvate formation and oxygen utilization in the human forearm muscles during work of high intensity and varying duration. - Acta Physiol. Scand., 56(3-4), 267-285, 1962.
211. Pernow, B., J. Åhren, S. Zetterquist : Studies on the peripheral circulation and metabolism in man. IV. Oxygen utilization and lactate formation in the legs of healthy young men during strenuous exercise. - Acta Physiol. Scand., 54(4), 289-298, 1965.
212. Piiper, J.P., E. Cerretelli, F. Mangili : Energy metabolism and circulation in dogs exercising in hypoxia. - J. Appl. Physiol., 21, 1143-1149, 1966.
213. Preapero, P.E., R. Margaria : Relationship between  $O_2$  consumption, high energy phosphates and the kinetics of the  $O_2$  debt in exercise. - Pflügers Arch., 304, 11-19, 1968.
214. Reategui, E.P. : Maximal performance at altitude and on return from altitude in conditioned runners. - J. Appl. Physiol., 23(2), 259-266, 1967.
215. Reindell, H., H.W. Kirschoff : Über Kombinierte

Funktionsprüfungen der Kreislaufes und der Atmung I Mitteilung. T.2. Untersuchungen an Menschen mit durch schrittlicher Leistungsbreite und an Hochleistungsportlern. - Deutch. Med. Hochschrift., 81(17), 659-661, 1950.

216. Reindell, H., H. Roskamm : Ein Beitrag zu den physiologischen Grundlagen des Intervalltrainings unter besonderer Berücksichtigung des Kreislaufes. - Schweiz. Z. Sportmed. 7, 1-12, 1959.
217. Reindell, H., H. Klepzig, H. Stein, K. Musshoff, H. Roskamm, E. Schildge : Herz, Kreislaufkrankheiten und Sport, München, 1960.
218. Robinson, S., H. T. Edwards, D. B. Dill. : New records in human power. Science 85, 409-410, 1937.
219. Robinson, S. : Experimental studies of physical fitness in relation to age. - Arbeitsphysiol., 10, 251-323, 1938.
220. Robinson, S., P. M. Hamon: the lactic acid mechanism and certain properties of the blood in relation to training. - Am. J. Physiol., 132, 757-769, 1941.
221. Robinson, S. : Training acclimatization and heat tolerance. - Canad. Med. Ass. J., 96(25)795-798, 1967.
222. Roskamm, H., H. Reindell, M. Müller : Herzgrösse und ergometrisch getestete Ausdauerleistungsfähigkeit bei Hochleistungsportlern aus 9 deutschen Nationalmannschaften. - Zeitschr. Kreislaufforsch. (Darmstadt), 55(1), 2-14, 1966.
223. Roskamm, H. : Optimum patterns of exercise for healthy adults. - Canad. Med. Ass. J., 96(25), 895-898, 1967.

224. Roth, W., H. Waschech, W. Schneider : Probleme des Säuren - Basen - Gleichgewichts in der Sportphysiologie. - Med. und Sport, 9(6), 161-173, 1969.
225. Rouš, J., J. Matejková, Z. Plascheta, D. Blahová, K. Kočnar, V. Dražil, D. Vitek. - The effect of capacity in various sports. - Teor. Praxe těl. Vych., 16 Suppl. 6, 26-29, 1968.
226. Rowell, L. B., H. L. Taylor, S. Wang: Limitations to prediction of maximal oxygen intake. - J. Appl. Physiol., 19(5):919-927, 1964.
227. Rushmer, R. F.: Constancy of stroke volume in ventricular responses to exertion. - Amer. J. Physiol., 196, 745-750, 1959.
228. Sactor, B.: A biochemical basis of flight muscle activity. - Proc. IV International Congress of Biochem., 12, 138-152, 1958.
229. Saiki, H., R. Margaria, P. Cuttica : Lactic acid production in submaximal work. - Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol., 24, 57-61, 1967.
230. Saltin, B.: Aerobic work capacity and circulation at exercise in man. - Acta Physiol. Scand., 62, Suppl., 230, 1964.
231. Saltin, B.: Aerobic and anaerobic work capacity at 2300 meters. - Med. thorac., 24, 205-210, 1967.
232. Saltin, B., P.-O. Åstrand : Maximal oxygen uptake in athletes. - J. Appl. Physiol., 23(3), 353-358, 1967.
233. Saltin, B., G. Blomqvist, J. H. Mitchell, R. I. Johnson, K. Wildenthal, C. B. Chapman : Response to exercise after bed rest and after training. - Circulat., 38, Suppl. 7, 1-78, 1968.

234. Schleusing, G., K. Meinel: Spiroergometrische Untersuchungen bei Sprintbelastung auf dem Laufband. - Med. und Sport, 7(6), 187-191, 1967.
235. Schneider, E.G., S. Robinson, J.L. Newton : Oxygen debt in aerobic work. - J. Appl. Physiol., 25(1), 58-62, 1968.
236. Seliger, V. : Long lasting investigation of physical activities. - Teor. Prexe tel. Vych. Suppl. 6, 16, 20-24, 1968.
237. Seliger, V., J. Wagner : Evaluation of heart rate changes during exercise on a bicycle ergometer. - Physiol. Bohemoslov., 18, 41-47, 1969.
238. Sendroy, J. : Relationship of oxygen debt to blood lactate and pyruvate in exercised dogs. - Naval. med. Res. Inst., 16, 787-802, 1958.
239. Shepherd, R.J. : The relative merits of the step test bicycle ergometer, and treadmill in the assessment of cardiorespiratory fitness. - Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol., 23, 219-230, 1966.
240. Shepherd, R.J. : Practical indices of metabolic activity. - Int. Z. angew. Physiologie einsch. Arbeitsphysiol., 25, 13-24, 1968.
241. Siggaard-Andersen, O., K. Engel, K. Jorgensen, P. Astrup : A micro method for determination of pH, carbon dioxide tension, base excess and standard bicarbonate in capillary blood. - Scand. J. Clin. Lab. Invest., 12:172-179, 1960.
242. Simonson, E. : Arbeitsphysiologie Bethes Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. - Berlin, 1930.
243. Sjöstrand, T. : Changes in the respiratory organs of workmen at an ore smelting works. - Acta. Med. Scand., 128, Suppl. 196, 687-699, 1947.

244. Sjöstrand, T.: Relation zwischen Bau und Funktion des Kreislauf-systems und ihre Veränderungen unter pathologischen Bedingungen. - Forum cardiologicum 3, Boehringer, Soehne, 1961.
245. Sprague, R. J., J. H. Mitchell, W. P. Miller : Cardiopulmonary physiological responses to heavy exercise in patients with anemia. - J. Clin. Invest., 39:378-388, 1960.
246. Stanberg, J., P.-O. Åstrand, B. Ekblom, J. Royce, B. Saltin: Haemodynamic response to work with different muscle groups, sitting and supine. - J. Appl. Physiol., 61, 22-31, 1967.
247. Strandell, T.: Heart rate, arterial lactate concentration and oxygen uptake during exercise in old men compared with young men. - Acta Physiol. Scand. 60, 197, 1964.
248. Strandell, T.: Heart volume and its relation to anthropometric data in old men compared with young men. - Acta Med. Scand., 17(2), 205-219, 1964.
249. Strauvenberg, S. E., K. Feller : Beitrag zur Frage der Leistungsaburteilung bei Maximalbelastung unter Berücksichtigung einiger Stoffwechselkriterien, - Med. und Sport, 7(4), 101-104, 1967.
250. Szent-Györgyi, A.: Myosin and muscular contraction. Basel: Karger, 1942.
251. Szent-Györgyi, A.: Chemistry of muscular contraction. - N. York, Academic, 1951.
252. Tabakin, B. S., J. S. Hanson, A. M. Levy : Effects of physical training on the cardiovascular and respiratory response to graded upright exercise in distance runners. - B. it. Heart. J. 27, 205-214, 1965.

253. Taylor, H. L., E. Buskirk, A. Henschel : Maximal oxygen uptake as an objective measure of cardiorespiratory performance. - *J. Appl. Physiol.*, 8(1), 73-80, 1955.
254. TerMahlinna, P., H. Ismail, D. F. Mac Lead : Nomogram by Åstrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake. - *J. Appl. Physiol.* 21(2), 513-515, 1966.
255. Thomas, H. D., B. Bosvell, C. Gaos, T. I. Reeves : Cardiac output during exercise and anaerobic metabolism in man. - *J. Appl. Physiol.*, 19(5), 839-848, 1964.
256. Thomas, H. D., C. Gaos, C. W. Vaughan : Respiratory oxygen debt and excess lactate in man. - *J. Appl. Physiol.* 20(5), 598-604, 1965.
257. Torrwall, G.: Assessment of physical capabilities. - *Acta. Physiol. Scand.*, 58, Suppl., 201, 1963.
258. Turell, E. S., S. Robinson : The acid-base equilibrium of the blood in exercise. - *Am. J. Physiol.*, 137, 742-745, 1942.
259. Van Slyke, D. D.: The carbon dioxide carries of the blood. - *Physiol. Rev.*, 1, 141, 1921.
260. Viru, A.: Importance du fonctionnement des surrénales dans la genèse de la discoordination entre les capacités physiques et l'adaptation de l'organisme à l'effort. - *Poumon, Respiration et Sport, Praha*, 443-445, 1966.
261. Volkov, H. I.: Oxygen consumption and lactic acid content of blood during strenuous muscular exercise. - *Fed. Proc.*, 22, 118-123, 1962.
262. Volkov, H. I., S. M. Gordon, V. N. Chereninov, J. A. Shirkevets.: Betterment of physical work capacity of man, resulting from their special training in sport. - VI-th World Congress of Sport Medicine 1966 in Hanover. Report. Nr. 154.

263. Vries, H. A., C. B. Klafs : Prediction of maximal oxygen intake from submaximal tests. - *J. Sports Med.*, 5(4), 207-214, 1965.
264. Wade, O. L., J. M. Bishop : Cardiac output and regional blood flow. - Oxford, Blackwell, 1962.
265. Wang, Y., R. J. Marshall, T. J. Shepherd : The effect of changes in posture and of graded exercise on stroke volume in man. - *J. Clin. Invest.*, 39, 1051-1061, 1961.
266. Wang, Y., J. T. Shepherd, R. J. Marshall, I. Rowell, H. L. Taylor : Cardiac response to exercise in unconditioned young men and in athletes. - *Circulation* 24, 1064-1075, 1961.
267. Wahlund, H. : Determination of the physical working capacity. - *Acta Med. Scand.* 9 Suppl., 215, 1948.
268. Wasserman, K., G. G. Button, A. L. van Kessel : Excess lactate concept and oxygen debt of exercise. - *J. Appl. Physiol.*, 20(6), 1299-1306, 1965.
269. Wasserman, K. : Lactate and related acid base and blood gas changes during constant load and graded exercise. - *Canad. Med. Ass. J.*, 96(25), 775-779, 1967.
270. Wasserman, K. : Commentary. - *Canad. Med. Ass. J.*, 96(25), 780, 1967.
271. Wells, J. G., B. Balke, D. D. van Fossas : Lactic acid accumulation during work. A suggested standardization of work classification. - *J. Appl. Physiol.*, 10(1), 51-55, 1957.
272. Wendelin, H., P. Heikkinen, L. Hirvonen : The physical fitness of university students. - *J. Sports Med.*, 5(4), 224-232, 1965.
273. Williams, C. G., C. H. Wyndham, A. J. du Raan, R. Kok : A comparison of the physical work capacity of individuals as determined by various tasks. - *Znt. Z. angew. Physiol. einschli. Arbeitsphysiol.* 24, 102-110, 1967.

274. Williams, C.G., C.H. Wyndham, R. Kok, M.J.E. von Rahden:  
Effect of training on maximum oxygen intake  
and anaerobic metabolism in man. -  
Int.z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphy-  
siol., 24, 18-23, 1967.
275. Williams, C.G., A.J.N. Du Resn, M.J. von Rahden, C.H. Wynd-  
ham: The capacity for endurance work  
in highly trained men. - Int. Z. angew.  
Physiol. einsch., Arbeitsphysiol., 26,  
141-149, 1968.
276. Wyndham, C.H., H.C. Seftel, C.G. Williams, V. Wilson, N.B.  
Strydom, G.A.G. Bredell, M.J.E. von Rahden:  
Circulatory mechanism of anaerobic  
metabolism in working muscle. - S. Afr.  
Med. J., 6, 1008-1014, 1965.
277. Wyndham, C.H., N.B. Strydom, W.P. Leary and C.G. Williams:  
A comparison of methods of assessing  
the maximum oxygen intake. - Int. z. angew.  
Physiol. einsch. Arbeitsphysiol., 22, 285-  
295, 1966.
278. Wyndham, C.H., N.B. Strydom, W.P. Leary and C.G. Williams:  
Studies of the maximum capacity of man  
for physical effort. - Int. z. angew. Phy-  
siol. einsch. Arbeitsphysiol., 22, 285-295,  
1966.
279. Wyndham, C.H., C.G. Williams, M.I. Wytson, A.H. Munro:  
Improving the accuracy of prediction  
of an individual's maximum oxygen intake.  
- Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeits-  
physio., 23, 354-366, 1967.
280. Wyndham, C.H.: Submaximal tests for estimation maxi-  
mum oxygen intake. - Canad. Med. Ass. J.  
96(25), 736-742, 1967.

281. Агапов, Ю. Я. Кислотно-щелочной баланс. М., 1968.
282. Анастасиевич, Р., Н. Новакович, С. Савич, В. Джуржевич.: Объем и работоспособность сердца у ведущих спортсменов разных видов спорта. В сб.: Физиологическая характеристика высокой работоспособности спортсменов. 102-109, М., 1966.
283. Барбашова, З. И.: Аклиматизация к гипоксии и ее физиологические механизмы. М.-Л. 1960.
284. Борисов, А. П.: Предельное потребление кислорода при плавании. В сб.: Исследования по физиологии выносливости. М.-Л. 113-123, 1949.
285. Борисов, А. П.: О максимальном потреблении кислорода у спортсменов. Канд. дисс. М., 1955.
286. Борисов, А. П.: Зависимость спортивных достижений от функции дыхания и кровообращения. Теория и практика физ. культ., 25 (6), 27-30, 1962.
287. Борисова, А. Ю.: Объем сердца и его взаимосвязь с кардиодинамикой у спортсменов. Теория и практика физ. культ. 32 (5), 30-33, 1969.
288. Бутченко, Л. А.: Электрокардиография в спортивной медицине. Л., 1963.

289. Бутченко, Л.А.: Изменения ЭКГ во время мышечной деятельности и в восстановительном периоде. В сб.: Спортивная медицина и лечебная физкультура в Ленинграде. Л., 2., 29-34, 1967.
290. Бутченко, Л.А.: Сердце спортсмена по данным электрокардиографических исследований. Докт. дисс., Л., 1969.
291. Вайнбаум, Я.С., А.А.Аснеров.: Степ-тест субмаксимальной нагрузкой для оценки физической работоспособности. Теория и практика физ.культ. 33 (2), 26-28, 1970.
292. Васильева, В.В., Э.Б.Коссовская, В.П.Правосудов, В.П.Сальченко.: Исследования газообмена, оксигенации крови и частоты сердечных сокращений при интенсивной работе в лабораторных условиях. Физиол. журнал СССР., 46 (7), 842-850, 1960.
293. Васильева, В.В.: Еще раз о частоте сердечных сокращений при спортивной деятельности. Теория и практика физ.культ., 25 (10), 42-43, 1962.
294. Васильева, В.В., В.П.Правосудов.: Частота сердечных сокращений при спортивной деятельности. В сб.: Закономерности спортивной работоспособности. М., 205-213, 1963.

295. Васильева, В. В., И. А. Степачкина.: Некоторые гемодинамические показатели в периоде восстановления после мышечной деятельности. Физиол. журнал СССР, 51 (11), 1308-1314, 1965.
296. Васильева, В. В.: Приспособительные реакции органов кровообращения и мышечной деятельности у спортсменов. Докт. дисс. Л., 1968.
297. Волков, Н. И.: Потребление кислорода и содержание молочной кислоты в крови при напряженной мышечной работе. Физиол. журнал СССР, 48 (3), 314-320, 1962.
298. Волков, Н. И., В. М. Защорский.: Кинетика лактата в крови человека при напряженной мышечной работе. " Acta biol et med german " 13 (5), 659-673, 1964.
299. Волков, Н. И.: Гипоксия и анаэробная производительность спортсменов. В сб.: Акклиматизация и тренировка спортсменов в горной местности. Алма-Ата, 109-113, 1965
300. Волков, Н. И., В. И. Черемичников, Е. И. Разумовский.: Кислородный обмен у человека при мышечной деятельности. В сб.: Кислородный режим организма и его регулирование, Киев, 261-279, 1966.
301. Волков, Н. И.: Биохимические основы выносливости спортсмена. Теория и практика физ. культ. 30 (4), 19-26, 1967.

302. Волков, Н. И., С. М. Гордон, Е. А. Шикровец, В. С. Иванов. :  
Максимум аэробной и анаэробной работоспособности у пловцов. Теория и практика физ. культ., 31 (10), 31-35, 1968.
303. Волков, Н. И. : Энергетический обмен и работоспособность человека в условиях напряженной мышечной деятельности. Лисс. канд., М., 1969.
304. Волков, Н. И., В. Г. Хволев, Д. А. Новикова, Р. Е. Мотылянская Л. И. Стогова, Г. Е. Калугина, В. С. Гориневская. : Внешнее дыхание, газообмен и выносливость. В об. Выносливость у элитных спортсменов. М., 21-67, 1969.
305. Вольф, В. Г. : Статистическая обработка опытных данных. М., 1966.
306. Виру, А. А. : Об особенностях развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у школьников средней школы Эстонской ССР. В об. : "Сборник докладов четвертой научной конференции Таллинского н/и института эпидемиологии, микробиологии и гигиены." Таллин, 318-320, 1963
307. Выханду, Л. К. : Об исследовании многопризнаковых биологических систем. Применение математических методов в биологии. Л., т. 3, 19-22. 1964.

308. Даныко, Ю. И.: Адаптация сердечно-сосудистой системы к прогрессивно возрастающей мышечной нагрузке у детей и взрослых. Канд. дисс., Л., 1939.
309. Еременко, Н. П.: Устойчивое состояние при повторной мышечной работе. Физиол. журнал СССР. 42 (II), 946-952, 1956.
310. Ефремов, Г. О.: Предельное потребление кислорода при беге на месте у лиц с различной степенью тренированности. В об.: Исследования по физиологии выносливости. М.-Л., 1949.
311. Зятков, А. М.: Проведение легочных объемов газов к нормальным условиям и расчеты некоторых должных величин. Л., 1965.
312. Зацюрский, В. М.: Физические качества спортсмена. М., 1970.
313. Имелик, О. И.: Изменения дыхания при мышечной работе исследованные пневмотахографическим методом. Дисс. канд., Тарту, 1955.
314. Кальесто, Ю.-Х. А.: Исследование энергетической стоимости различных ходов на лыжах и эффективности их переключений. Канд. дисс., Тарту, 1967.



320. Копрое, Д., Г., Р. Э. Форстер, А. Б. Дюбуа, У. А. Бриско, Э. Карлсен.: Легкие. М., 1961.
321. Коирад, Г. П., А. Л. Слоны, В. С. Фарфель.: Физиология труда. М., 1935.
322. Коссовская, Э. Б.: О подвижности вегетативных функций при мышечной деятельности. В сб.: Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций. М., 154-164, 1965.
323. Коссовская, Э. Б.: Динамика вентиляционного эквивалента по кислороду при мышечной деятельности и в восстановительном периоде. В сб.: Адаптация спортсменов к работе при разном кислородном режиме. М., 24-33, 1969.
324. Лрбинова, М. Н., В. А. Энгельгардт.: Цит.: Бернович, Е. М.: Энергетический обмен в норме и патологии. М., 1964.
325. Михайлов, В. В., И. Т. Огольцов.: Максимальное потребление кислорода у членов сборных команд СССР по личному спорту и в процессе подготовки к элитным олимпийским играм. В сб.: Материалы VIII научной конференции по вопросам морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности. II - 15 мая 1967 г. Волгоград. М., 1964.
326. Михайлов, В. В.: Некоторые проблемы выносливости спортсменов в циклической работе. Теория и практика физ. культ., 31 (1), 55-62, 1968.

327. Мотылянская, Р. Е.: Пути исследования проблемы развития выносливости у птиц спортсменов. В сб.: Выносливость у птиц спортсменов. М., 5 - 21, 1969.
328. Мотылянская, Р. Е., Л. И. Стогова, М. С. Шидловер, Н. М. Валеев, В. Н. Артамонов, Г. В. Маггенберг, М. Е. Росновский.: Адаптация аппарата кровообращения к нагрузкам на выносливость В сб.: Выносливость у птиц спортсменов. М., 134-157, 1969.
329. Навратил, М., К. Кадлец, С. Лаум.: Патофизиология дыхания. М., 1967.
330. Нисневич, Э. Д.: Кислотно-щелочное равновесие крови и его значение в клинической практике. Лабораторное дело. 5, 259-265, 1969.
331. Огальцов, И. Г.: Анализ подготовки ведущих лыжников гошевиков зимним олимпийским играм. Теория и практика физ. культ. 31 (7), 32-37, 1968.
332. Пярнат, Я. П.: Взаимосвязь между кровообращением и газообменом при работе с переменной интенсивностью. В сб.: Дыхание и спорт., 78-82, Таллин, 1967.
333. Раскин, М. В., В. С. Варфал.: Частота сердечных сокращений на финише соревнования в беге. Теория и практика физ. культ., 10 ( 5 ): 215-222, 1947.

334. Сибуль, И.К., А.А.Виру, Х.О.Сильдияэ, А.П.Писуне.  
К вопросу о высоких спортивных нагрузках. Проблемы радиотелеметрии в физиологии и медицине. Свердловск, 217-219. 1968.
335. Сивков, К.К., М.А.Меликова.: Содержание молочной кислоты в крови при физических упражнениях. Теория и практика физ.культ. 29 (II), 60-61, 1966.
336. Сильдияэ, Х.О.: О динамике частоты сокращений сердца при физических напряжениях в зависимости от степени тренированности лиц. Канд. дисс., Тарту, 1964.
337. Степочкина, Н.А.: Взаимосвязь гемодинамических показателей в покое и в восстановительном периоде после физической работы. В сб.: Координация двигательных и вегетативных функций при мышечной деятельности человека. М.-Л. 105-116, 1965.
338. Стогова, Л.М., Р.Е.Мотылянская, Г.Е.Калугина, Н.М.Валеев, Р.С.Сиздальницкий, М.С.Шудловер, Г.М.Пихасих.: Морфологические и функциональные особенности сердца у спортсменов тренирующихся в видах спорта, развивающих выносливость. В сб.: "Выносливость у elite спортсменов." М., 67-122, 1969.
339. Тихане, Х., Т.Ралман.: Изменения кислотно-щелочного равновесия при уремии и после гемодиализа. В сб.: Учение залекси Тартуского гос. университета. Труды по медицине XIX., 287-291, 1969.
340. Фарфель, В.С.: Исследования по физиологии предельной мышечной работы и выносливости Канд. дисс., Л., 1945.

341. Сарфель, В.С., В.В. Михайлов.: Максимальное потребление кислорода как показатель объема окислительных процессов и общей работоспособности организма. В об.: Кислородный режим организма и его регулирование. Киев, 254-260, 1966.
342. Сарфель, В.С.: Кислородное обеспечение организма спортсмена как показатель его тренированности. В об.: Медицинские проблемы исследования и управления тренированности спортсменов. М., 103-104, 1969.
343. Сарфель, В.С., М.А. Артиков, Г.И. Куренков, В.И. Мирнов.: Максимальное потребление кислорода у спортсменов высшей квалификации в условиях среднегорья. В об.: Адаптация спортсменов к работе при разном кислородном режиме. М., 3 - 8, 1969.
344. Хрущев, С.В., З.Израель.: Объем сердца у высококвалифицированных спортсменов. Теория и практика физ.культ. 29 (10), 42-46, 1966.
345. Хрущев, С.В., З.Израель, В.А. Хрущева.: Динамика максимального потребления кислорода и кислород-пульса у высококвалифицированных спортсменов. Теория и практика физ.культ. 31 (1), 36-41, 1968.

346. Хруцоз, С. В. : Значение некоторых коэффициентов, характеризующих взаимоотношение морфологических и функциональных параметров сердца, для оценки тренированности высококвалифицированных спортсменов. В сб. : "Медицинские проблемы исследования и управления тренированностью спортсменов." М., 105-107, 1969.
347. Зигельгардт, В. А., М. Х. Лабина, Р. А. Мейтина. : Химизм и механика мышц по опытам на мюзиновой нити. Доклады АН СССР, 31, 639, 1941.
348. Эплер, М., А. Виру, Э. Куррик. : О динамике изменений кровяного давления и ритма сердца при кратковременных физических нагрузках. В сб. : Конференция по вопросам физиологии спорта. Тбилизи, 224-226, 1960.
349. Эплер, М. А. : Динамика среднего артериального давления при различных мышечных нагрузках. В сб. : Материалы X всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биохимии и биохимии мышечной деятельности. Тбилиси, 1968, М., 175-176, 1968.
350. Эрес, В. : Потребление кислорода и содержание молочной кислоты в крови при напряженной мышечной работе. Физиол. журнал СССР, 48, (3) 314-320, 1962.

351. Яковлев, Н. Н.: Очерки по биохимии спорта. М., 1955.
352. Яковлев, Н. Н.: О кортикальной регуляцией обмена веществ при выполнении спортивных нагрузок. Теория и практика физ. культ., 13 (9), 648-654, 1952.
353. Яковлев, Н. Н.: Анаэробное и аэробное фосфорилирование при мышечной деятельности, их соотношение и регуляция. В сб.: Фосфорилирование и функция Л., 1960.
354. Яковлев, Н. Н., Л. Т. Левкевич, А. Ф. Макарова, Н. К. Попова, В. А. Rogozhin, Н. Р. Чаговец.: Возрастные особенности реакции организма на выполнение физических упражнений. Физиол. журнал СССР, 46 (7), 834-841, 1960.
355. Яковлев, Н. Н., С. В. Колядин, А. Ф. Краснова, Л. Г. Левкевич, Н. Попова, В. А. Rogozhin, Н. Р. Чаговец, Л. А. Костыгова.: Особенности физиологической адаптации организма к мышечной деятельности в зависимости от величины интервалов отдыха между нагрузками в процессе тренировки. Физиол. журнал СССР, 47 (6), 752, 1961.

356. Яковлев, Н. Н., А. Ф. Прасолов, Л. Т. Ломоносов, Н. К. Попов, В. В. А. Розовкин, Н. Р. Чалов. : Изменения содержания сахара и молочной кислоты в крови у спортивной молодежи при выполнении олимпийской работы в процессе освоения " спортивной формы ". Визноз. журнал СССР, 48 (10), 1265-1269, 1962.
357. Яковлев, Н. Н. : Биохимические основы взаимоотношений лимфоцитов и вегетативных функций при гипотензивной коррекции патии лимфоцитов и вегетативных функций при гипотензивной коррекции человека. И. 1., 31-42, 1965.

Tabel 1

## Vaatlusaluste üldandmed (sportlaste rühm)

Vaatlus- alune	Pikkus (cm)	Kaal (kg)	Kõhe pindala (m <sup>2</sup> )	Vanus (a)	Sportijätk
1.T.J.	183	71	1,9	18	I
2.A.H.	175	64	1,7	28	SN
3.P.R.	170	66	1,7	20	II
4.H.K.	170	67	1,8	25	I
5.M.J.	172	64	1,7	19	I
6.A.L.	180	84	2,0	28	I
7.T.T.	174	68	1,8	18	I
8.H.T.	178	68	1,8	19	II
9.U.V.	169	56	1,5	18	I
10.M.N.	178	67	1,7	16	II
11.T.H.	192	80	2,0	22	NS
12.N.S.	177	61	1,7	21	II
13.O.L.	179	76	1,8	21	NS
14.H.S.	187	76	1,9	20	II
15.V.K.	180	68	1,9	18	II
16.E.S.	177	64	1,7	18	I
17.V.V.	168	64	1,7	28	NK
18.H.K.	179	72	1,9	28	NS
19.A.M.	180	82	2,0	22	NK
20.E.N.	181	68	1,8	21	II
21.E.P.	182	71	1,9	22	NS
22.T.S.	178	63	1,7	20	I
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	177,7 ± 1,2	69,1 ± 1,5	1,80 ± 0,03	21,4 ± 0,8	-

Tabel 2

Vaatlusaluste Uldandmed (spordiga mittetegelejad)

Vaatlus- alune	Koha pindala (m <sup>2</sup> )	Pikkus (cm)	Kaal (kg)	Vanus (a)
H.L.	1,7	162	71	23
H.K.	1,8	174	70	28
J.S.	2,1	185	85	28
B.K.	1,8	178	71	24
J.K.	2,0	185	72	23
H.K.	1,9	180	77	25
S.L.	1,8	176	70	20
J.M.	1,8	170	70	23
A.T.	1,7	164	62	20
B.T.	2,1	188	80	19
A.M.	1,9	176	72	29
T.R.	2,0	181	80	28
J.P.	2,1	189	80	20
V.B.	1,9	183	72	23
A.A.	2,0	187	77	23
V.L.	1,9	179	73	30
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	1,91 $\pm 0,03$	178,6 $\pm 2,0$	73,9 $\pm 1,4$	24,1 $\pm 0,9$

Tabel 3

## Vaatlustulemused(aerutajad)

Vaatlus- alune	Vanus (a)	Pikkus (cm)	Kaal (kg)	Resultaat		Hungaria test (m/sek)
				30m (sek)	3000 m (sek)	
L.P.	17	184	76	5,9	802	1,27
V.M.	17	181	76	6,0	800	1,27
V.B.	17	175	70	5,7	791	1,34
A.M.	17	174	71	5,8	827	1,25
R.Ö.	17	180	66	5,9	768	1,36
U.H.	17	179	68	6,1	819	1,27
V.S.	16	181	74	6,3	863	1,11
M.S.	16	177	65	6,2	835	1,13
L.S.	16	180	61	6,1	861	1,15
L.N.	15	177	65	5,7	805	1,27
S.S.	15	177	70	6,3	852	1,15
P.K.	15	169	63	5,8	797	1,31
A.B.	15	172	62	6,2	901	1,17
J.O.	16	175	68	6,3	873	1,11
S.L.	15	170	59	6,4	817	1,11
O.S.	16	173	67	5,8	876	1,34
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	16,1 $\pm 0,2$	176,5 $\pm 1,1$	67,6 $\pm 1,3$	6,03 $\pm 0,05$	830,4 $\pm 9,25$	1,22 $\pm 0,02$

Tabel 4

## Vaatlustalennused võrkalluritel.

Vaatlus- alune	Pikkus (cm)	Kaal (kg)	Vanns (a)	Vertikaal- kiirus (m/sek)	Uleslõppevõime (cm)
S.R.	180	71	21	1,68	67
R.R.	184	75	21	1,82	78
L.R.	180	72	21	1,68	76
P.P.	184	74	20	1,53	69
T.V.	186	80	20	1,60	70
K.M.	185	93	20	1,31	66
L.U.	191	90	19	1,40	70
T.V.	184	83	20	1,27	67
S.A.	185	76	26	1,60	65
L.A.	182	71	23	1,55	69
L.P.	188	80	22	1,57	74
E.R.	191	84	21	1,34	61
$\bar{x}$	185,1	79,1	21,2	1,54	69,3
$S_{\bar{x}}$	1,0	2,2	0,6	0,05	2,0

Tabel 7

## Vaatlusaluste välishingamise näitajad (spordlased)

Vaatlusalune	VK (ml)	Vmax (l)	Pneumotahhoni (1/sek)	
			näit	võllja
1. T.J.	5800	187	5,2	4,7
2. A.H.	6270	170	7,0	4,5
3. P.R.	5060	168	6,5	5,5
4. H.K.	5170	208	5,7	5,4
5. H.J.	6050	204	6,0	4,7
6. A.L.	6610	230	13,1	6,5
7. T.T.	5500	258	8,0	7,2
8. E.T.	5940	214	8,2	6,6
9. U.V.	5060	151	5,5	4,5
10. H.H.	5500	125	5,4	5,2
11. T.M.	7150	230	10,0	6,0
12. H.S.	4950	185	6,3	5,3
13. O.L.	7920	264	8,2	7,3
14. H.S.	6610	184	6,5	5,2
15. V.K.	1950	200	7,2	6,4
16. E.S.	5940	174	6,4	5,4
17. V.V.	5500	167	6,7	6,2
18. H.K.	5390	216	8,2	7,6
19. A.H.	5830	180	7,3	6,4
20. E.H.	5500	172	6,5	5,4
21. E.P.	7150	264	14,0	5,8
22. T.S.	5170	202	6,1	5,5

 $\bar{x} \pm s_x$ 

5864,5

197,9

7,45

5,79

 $\pm 171,2$  $\pm 7,7$  $\pm 0,5$  $\pm 0,2$

## Vaatlusaluste hingamissageduse, hingamise minutimahu ja respiratoorse koefitsiendi väärtused (sportlaste rühm)

Vaatlus- alune	Hingamissagedus (h/min)								$\dot{V}_E$ ( l/min BPPS )								Respiratoorne koefitsient (RQ)								
	E	150W	200W	250W	300W	350W	max	T <sub>1</sub>	E	150W	200W	250W	300W	350W	max	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> -T <sub>5</sub>	E	150 W	200 W	250 W	300W	350W	T 1'	T 2-5'
T.J.	14	22	24	26	32	40	40	26	18	42	73	70	81	66	81	44	100	0.76	0.65	0.64	0.62	0.77	0.61	0.86	0.81
A.N.	14	17	26	32	33	43	43	24	12	75	75	110	139	156	156	109	154	0.62	0.66	0.63	0.72	0.73	0.77	0.74	0.64
P.R.	12	33	57	60	62	-	62	32	11	66	75	127	159	-	159	78	139	0.63	0.81	0.80	0.92	0.88	-	0.97	1.02
M.K.	16	29	31	37	38	52	52	38	14	73	75	114	125	192	192	80	149	0.65	0.72	0.81	0.89	0.88	0.88	1.08	0.96
M.J.	20	34	43	50	52	-	52	32	20	81	110	134	154	-	154	87	157	0.65	0.86	0.95	0.99	0.93	-	1.18	0.99
A.L.	13	20	18	23	26	30	30	26	19	59	77	92	92	154	154	98	189	0.68	0.85	0.88	0.99	0.90	0.91	0.98	1.06
T.T.	16	20	24	26	32	36	36	30	10	40	40	70	81	106	106	73	135	0.65	0.68	0.69	0.81	0.83	0.84	1.04	0.97
E.T.	20	22	25	29	32	37	37	24	14	48	68	73	101	125	125	83	140	0.78	0.80	0.84	0.81	0.89	0.95	1.15	0.98
Ü.V.	16	19	25	28	31	34	34	28	16	46	62	64	101	88	101	64	104	0.66	0.81	0.85	0.86	0.83	0.88	0.97	0.93
M.M.	17	22	24	32	37	43	43	24	13	53	68	98	121	112	121	89	176	0.83	0.72	0.80	0.86	0.88	0.86	1.04	1.01
T.M.	15	21	30	32	37	46	46	34	15	64	130	112	163	234	234	109	224	0.72	0.84	0.90	0.92	0.92	0.94	1.09	0.99
N.S.	19	24	26	34	-	-	34	32	18	64	70	130	-	-	130	99	161	0.76	0.93	0.93	0.98	-	-	1.13	0.99
O.L.	12	26	30	34	40	42	42	34	22	87	136	141	173	222	222	125	212	0.78	0.85	1.10	1.14	1.27	1.35	1.21	1.21
H.S.	16	20	24	26	32	43	43	26	23	89	139	119	154	183	183	110	191	0.80	0.81	0.85	0.97	0.97	0.98	1.04	1.01
V.K.	15	23	25	30	34	39	39	28	14	40	62	79	90	101	101	41	99	0.67	0.80	0.88	0.95	1.01	0.93	1.08	1.00
E.S.	15	18	21	26	33	36	36	28	18	59	70	101	108	161	161	98	180	0.84	0.88	0.86	0.97	1.00	1.10	1.21	1.18
V.V.	19	34	48	46	52	-	52	40	15	82	119	129	152	-	152	68	91	0.90	0.98	1.07	0.98	0.99	-	1.07	0.85
N.K.	16	30	37	39	39	40	40	28	12	55	66	90	97	110	110	139	144	0.75	0.79	0.79	0.81	0.83	0.91	1.10	1.10
A.M.	20	32	35	36	38	44	44	26	16	51	88	101	121	139	139	140	148	0.85	0.75	0.85	0.91	0.98	0.95	1.06	1.42
E.M.	18	21	24	26	37	-	37	22	17	62	79	197	145	-	197	126	153	0.77	0.99	1.04	1.08	1.24	-	1.51	1.53
E.P.	16	22	26	29	32	35	35	28	15	51	58	84	103	162	162	97	137	0.82	0.91	0.92	0.91	0.90	1.08	1.14	1.22
T.S.	14	26	33	36	41	-	41	25	10	45	52	53	92	-	92	47	78	0.85	0.78	0.79	0.85	0.89	-	1.12	1.20
$\bar{x} \pm s_x$	15.9	24.3	29.8	34.0	37.6	40.0	41.7	28.9	15.5	60.5	81.4	103.9	121.5	144.4	151.2	91.1	148.2	0.746	0.812	0.858	0.903	0.930	0.933	1.080	1.049
$\bar{x} \pm s_x$	+0.5	+1.1	+2.0	+1.9	+1.8	+1.3	+1.6	+1.0	+0.8	+3.2	+5.9	+6.8	+6.5	+11.9	+9.0	+6.0	+8.2	+0.018	+0.020	+0.026	+0.024	+0.028	+0.040	+0.031	+0.041

\* E - enne tööd

T<sub>1</sub> - taastumise 1. minutilT<sub>2</sub>-T<sub>5</sub> - taastumise 2. - 5. minutini

max - näitaja maksimaalne väärtus

Vaatlusaluste gaasivahetuse näitajad

(sportlaste rühm)

Tabel 9.

Vaatlusalune	$F_{ECO_2}$ (%)								$\dot{V}_{CO_2}$ (l/min STPD)								$\Delta O_2$ (%)				$V_{O_2}$ (ml/min STPD)										$\Sigma O_2$ tšöl (13TPD)		
	E	150W	200W	250W	300W	350W	T <sub>1</sub>	T <sub>2-T<sub>5</sub></sub>	E	150W	200W	250W	300W	350W	T <sub>1</sub>	T <sub>2-T<sub>5</sub></sub>	E	150W	200W	250W	300W	350W	T <sub>1</sub>	T <sub>2-T<sub>5</sub></sub>	E	150W	200W	250W	300W	350W		T <sub>1</sub>	T <sub>2-T<sub>5</sub></sub>
T.J.	1.30	3.40	2.70	3.75	3.35	3.00	3.50	3.10	0.195	1.140	1.760	2.100	2.180	1.560	1.200	2.400	1.72	5.21	4.76	6.00	4.34	4.56	4.00	3.60	0.258	1.720	2.750	3.360	2.820	2.380	1.400	2.960	20.820
A.W.	1.80	3.50	3.90	3.75	3.40	2.35	2.90	2.10	0.180	2.060	2.300	3.200	3.740	3.530	2.500	2.560	2.93	5.31	5.74	6.25	4.70	3.70	3.95	3.28	0.293	3.120	3.680	4.600	5.150	4.600	3.400	4.000	41.300
P.R.	1.60	3.58	3.58	3.04	2.80	-	3.00	2.98	0.144	1.930	2.180	3.780	3.620	-	1.930	3.380	2.55	4.40	4.38	3.88	3.22	-	3.10	2.92	0.230	2.370	2.680	4.040	4.150	-	1.980	3.300	26.440
H.K.	1.25	3.55	3.80	3.75	3.40	3.00	2.90	2.50	0.150	2.100	2.320	3.560	3.480	4.620	1.630	3.390	1.92	4.92	4.73	4.23	3.88	3.42	3.00	2.60	0.230	2.900	2.880	4.020	3.960	5.260	1.500	3.520	38.040
H.J.	1.70	3.05	3.35	3.32	3.05	-	3.32	2.40	0.272	2.010	2.980	3.620	2.820	-	2.320	3.080	2.63	3.53	3.52	3.34	3.28	-	1.98	2.44	0.405	2.330	3.140	3.640	4.100	-	1.980	3.120	26.420
A.L.	1.40	3.88	3.65	3.68	3.85	3.50	3.30	2.65	0.210	1.870	2.260	2.760	2.880	4.370	2.640	4.070	2.06	4.53	4.01	4.00	4.27	3.86	3.34	2.50	0.312	2.200	2.500	3.000	3.220	4.850	2.680	3.850	36.040
T.T.	1.75	3.75	3.40	4.65	4.00	3.95	3.88	2.70	0.140	1.400	1.090	2.690	2.650	3.400	2.270	2.980	2.70	5.50	4.90	5.77	4.80	4.69	3.70	2.80	0.216	1.760	1.570	3.340	4.800	4.690	2.440	3.080	27.720
E.T.	2.10	3.85	3.90	3.80	3.85	3.50	3.30	2.40	0.231	1.500	2.140	2.240	3.140	3.570	1.950	3.100	2.71	4.84	4.64	4.73	4.33	3.67	3.40	2.50	0.298	2.120	2.540	2.780	3.600	3.750	1.700	3.160	31.040
U.V.	1.70	3.20	3.80	3.90	2.92	3.90	3.65	2.75	0.221	1.170	1.860	1.980	2.370	2.730	1.860	2.290	2.69	3.94	4.47	4.51	3.54	4.45	3.75	2.98	0.335	1.460	2.190	2.300	2.860	3.100	1.920	2.470	23.820
H.M.	2.00	3.40	3.65	3.40	3.60	3.50	3.50	2.40	0.200	1.430	2.020	2.620	3.530	3.140	2.480	3.380	2.42	4.53	4.58	3.95	4.02	3.69	3.35	2.38	0.242	1.930	2.520	3.040	3.940	3.320	2.380	3.350	26.560
T.M.	2.15	4.40	3.35	3.75	3.30	2.80	3.20	2.40	0.258	2.240	3.330	3.450	4.260	5.250	2.780	4.290	3.01	5.20	3.64	4.14	3.59	2.97	2.92	2.44	0.360	2.660	3.750	3.700	4.650	5.550	2.540	2.440	40.630
N.S.	1.70	3.30	3.70	3.90	-	-	2.80	2.40	0.255	1.680	3.070	4.050	-	-	2.210	3.100	2.25	3.53	3.99	3.83	-	-	2.46	2.44	0.338	1.800	2.230	4.000	-	-	1.940	3.140	16.080
O.L.	1.70	3.60	3.20	3.90	3.65	3.20	3.69	3.10	0.272	2.450	3.450	4.350	5.000	5.640	3.650	5.210	2.17	3.69	2.86	3.44	2.87	2.36	2.74	2.57	0.348	2.870	3.120	3.820	3.920	4.150	2.740	4.300	35.760
H.S.	1.90	4.05	3.15	4.00	3.70	3.50	3.70	3.15	0.323	2.040	3.460	3.800	4.500	5.070	3.260	4.770	2.41	3.76	3.66	4.10	3.84	3.57	3.55	3.13	0.405	2.520	4.040	3.900	4.670	5.180	3.120	4.750	40.680
V.K.	1.20	4.70	4.90	5.30	4.90	4.35	4.40	3.60	0.133	1.430	2.340	3.280	3.470	3.430	1.450	2.810	1.81	5.75	5.57	5.59	4.81	4.71	4.01	3.58	0.198	1.780	2.680	3.470	3.420	3.720	1.340	2.800	29.740
E.S.	2.40	4.10	4.15	4.80	4.40	3.75	3.85	3.55	0.335	1.870	2.280	3.800	3.700	4.720	2.920	5.000	2.85	4.65	4.82	4.97	4.38	3.41	3.20	3.01	0.398	2.140	2.650	3.920	3.680	4.300	2.420	4.250	33.340
V.V.	1.55	3.90	3.25	2.95	2.74	-	2.90	3.00	0.186	2.460	3.160	3.820	4.200	-	1.800	2.230	1.72	4.00	3.84	2.99	2.79	-	2.69	2.54	0.206	2.520	2.950	3.880	4.230	-	1.490	1.890	27.100
H.K.	1.50	3.50	3.40	4.00	3.90	3.90	3.35	2.30	0.150	1.540	1.800	2.920	3.040	3.470	3.750	2.660	2.00	4.43	4.33	4.93	4.58	4.32	3.03	2.09	0.200	1.950	2.300	3.600	3.680	3.840	3.420	2.420	31.080
A.M.	1.40	3.30	3.25	3.55	3.58	3.60	3.45	2.20	0.184	1.550	2.680	2.980	3.430	3.970	3.820	2.600	1.64	4.10	3.84	3.91	3.78	3.82	3.24	1.55	0.214	2.080	2.680	3.280	3.620	4.200	3.600	1.830	31.720
E.H.	1.55	4.40	4.10	4.50	4.15	-	4.00	3.35	0.216	2.200	2.580	3.470	4.820	-	5.050	4.070	2.00	4.50	3.94	4.17	3.34	-	2.65	2.19	0.280	2.200	2.480	3.200	3.880	-	3.340	2.670	23.820
E.P.	2.30	4.40	4.40	4.10	4.50	4.30	3.90	3.30	0.276	1.810	2.330	2.750	3.730	5.600	3.000	3.860	1.80	4.89	4.82	4.52	4.92	3.97	3.44	2.70	0.334	2.000	2.540	3.020	4.180	5.170	2.640	3.160	33.820
T.S.	2.00	2.95	3.80	4.10	4.05	-	4.20	3.30	0.160	1.210	1.800	2.020	3.400	-	1.670	2.280	2.37	3.81	4.86	5.13	4.54	-	3.74	2.71	0.190	1.560	2.290	2.400	3.840	-	1.500	1.800	20.180
$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	1.73	3.72	3.63	3.90	3.63	3.54	3.48	2.80	0.213	1.777	2.372	3.152	3.522	4.004	2.552	3.340	2.29	4.51	4.32	4.42	3.99	3.82	3.24	2.68	0.286	2.181	2.734	3.469	4.100	4.254	2.340	3.103	30.09
	$\pm 0.07$	$\pm 0.10$	$\pm 0.10$	$\pm 0.12$	$\pm 0.12$	$\pm 0.12$	$\pm 0.10$	$\pm 0.015$	$\pm 0.012$	$\pm 0.085$	$\pm 0.129$	$\pm 0.147$	$\pm 0.163$	$\pm 0.279$	$\pm 0.198$	$\pm 0.192$	$\pm 0.09$	$\pm 0.14$	$\pm 0.16$	$\pm 0.09$	$\pm 0.14$	$\pm 0.16$	$\pm 0.11$	$\pm 0.10$	$\pm 0.015$	$\pm 0.095$	$\pm 0.119$	$\pm 0.120$	$\pm 0.120$	$\pm 0.219$	$\pm 0.154$	$\pm 0.171$	$\pm 1.49$

E - enne tööd  
 T<sub>1</sub> - taastumise 1. minutil  
 T<sub>2-T<sub>5</sub></sub> - taastumise 2.-5. minutini

Tabel 10

Vaatlusaluste gaasivahetuse maksimaalsed näitajad  
ja hapnikuvõlg (sportlaste film)

Vaatlus- alune	$V_{O_2}$ max		$V_{CO_2}$ max		$O_2$ -võlg (1 STPD)
	l/min	ml/min.kg	l/min	ml/min.kg	
T.J.	3,360	40,0	2,180	30,6	3,050
A.H.	5,150	80,6	3,740	57,0	5,945
P.R.	4,150	63,0	3,780	57,2	4,130
H.K.	5,260	79,0	4,620	68,7	4,110
H.J.	4,100	64,0	3,620	56,6	3,075
A.L.	4,850	58,0	4,370	52,0	4,970
T.T.	4,800	59,9	3,400	50,0	4,440
E.T.	3,750	55,0	3,570	52,5	2,360
N.V.	3,100	55,5	2,730	48,7	2,815
N.M.	3,940	60,0	3,530	52,8	4,520
T.H.	5,550	69,5	5,250	65,6	4,790
H.S.	4,000	65,5	4,050	66,5	3,390
O.L.	4,150	55,0	5,640	74,0	5,300
H.S.	5,180	68,5	5,070	66,5	5,850
V.K.	3,720	55,0	3,430	50,5	3,150
K.S.	4,300	87,1	4,720	74,0	4,680
V.V.	4,230	66,4	4,200	66,0	2,310
H.K.	4,000	55,5	3,470	48,0	4,840
A.M.	4,200	51,5	3,070	48,6	4,360
E.H.	3,880	57,0	4,320	71,0	4,610
E.P.	5,170	73,0	5,600	78,8	4,130
T.S.	3,840	61,0	3,400	54,0	2,400
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	4,300 $\pm 0,140$	61,79 $\pm 1,97$	4,053 $\pm 0,189$	59,07 $\pm 2,44$	4,060 $\pm 0,230$

Tabel 11

Süsihappegaasi "liig" sportlastel (l/min).

Vaatlus. alune	150 W	200 W	250 W	300 W	350W.	max
T.J.	-	-	-	0,04	-	0,04
A.H.	0,11	-	0,43	0,54	0,67	0,67
P.R.	0,44	0,50	1,24	1,02	-	1,24
M.K.	0,20	0,45	0,96	0,90	1,20	1,20
M.J.	0,50	0,94	1,28	0,16	-	1,28
A.L.	0,37	0,56	0,72	0,70	1,07	1,07
T.T.	0,26	0,09	0,51	-	0,40	0,51
E.T.	-	0,17	0,04	0,34	0,67	0,67
U.V.	0,27	0,41	0,48	0,62	0,69	0,69
M.M.	-	-	0,12	0,33	0,34	0,34
T.M.	0,34	0,63	0,80	0,96	1,25	1,25
N.S.	0,33	0,37	2,15	-	-	2,15
O.L.	0,23	0,45	1,31	1,96	2,44	2,44
H.S.	0,04	0,26	0,70	0,80	0,97	0,97
V.K.	0,23	0,02	-	1,17	0,93	1,17
E.S.	0,07	-	0,30	0,60	1,12	1,12
V.V.	0,18	0,50	0,32	0,40	-	0,50
N.K.	0,07	0,03	0,22	0,26	0,57	0,57
A.M.	-	0,40	0,44	0,33	0,37	0,44
E.M.	0,50	0,66	1,01	1,82	-	1,82
E.P.	0,16	0,25	0,25	0,33	1,15	1,15
T.S.	-	-	-	0,20	-	0,20
$\bar{x} \pm s_x$	0,253 $\pm 0,035$	0,394 $\pm 0,059$	0,699 $\pm 0,121$	0,674 $\pm 0,115$	0,923 $\pm 0,135$	0,972 $\pm 0,130$

Tabel 12

Oksihemoglobiini protsendi muutused t881 (sportlaste rühm)

Vaatlus- alune	150 W	200 W	250 W	300 W	350 W	min.
T.J.	91	86	82	81	80	80
A.H.	96	96	95	95	94	94
P.R.	94	93	92	90	-	90
M.K.	95	94	93	89	86	86
M.J.	94	93	93	91	-	91
A.L.	96	96	96	94	88	88
T.T.	93	91	91	90	90	90
E.T.	93	93	92	87	85	85
U.V.	96	96	97	94	92	92
M.H.	93	92	90	85	92	85
T.M.	94	94	93	93	91	91
H.S.	96	95	93	-	-	93
O.L.	96	95	95	95	96	95
H.S.	96	96	93	87	86	86
V.K.	91	87	70	73	72	70
E.S.	95	94	90	87	86	86
V.V.	94	93	82	78	-	78
N.K.	96	96	95	94	94	94
A.M.	95	95	93	93	90	90
E.H.	91	87	84	82	-	82
E.P.	95	93	92	90	90	90
T.S.	95	94	89	90	-	90
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	94,3 $\pm 0,6$	93,1 $\pm 0,6$	91,0 $\pm 1,0$	88,5 $\pm 1,3$	88,4 $\pm 1,5$	88,0 $\pm 0,9$

## Südame löögisagedus ja hapnikupulsa kasvavatel koormustel. \* (sportlaste rühm)

Vaatlus- alune	Südame löögisagedus (lööki/min)								TP3 lööki (W/188- ki)	$\frac{\text{maxW}}{\text{max F}}$	PWC 170 (kgm/ min)	Hapnikupulsa (ml/lööki)							
	E	150W	200W	250W	300W	350W	T <sub>1</sub>	max				E	150W	200W	250W	300W	350W	max	T <sub>1</sub>
1. T.J.	70	124	142	160	175	187	148	187	360	1,87	1800	3,7	13,8	19,3	21,0	16,1	12,7	21,0	9,5
2. A.N.	80	126	140	162	176	190	160	190	420	1,84	1800	3,7	24,8	26,3	28,4	29,2	24,2	29,2	21,2
3. P.P.	84	160	164	187	195	-	178	195	460	1,54	1200	2,7	14,8	16,3	21,6	21,2	-	21,6	11,2
4. M.K.	80	130	140	163	175	187	166	187	427	1,87	1800	2,9	22,3	20,6	24,7	22,6	28,1	28,1	9,1
5. M.J.	70	150	165	177	182	-	168	182	412	1,64	1500	5,8	15,5	19,0	20,6	21,1	-	21,1	11,8
6. A.L.	70	110	116	130	140	158	150	158	380	2,40	2400	4,4	20,0	21,6	23,0	23,0	29,6	29,6	17,9
7. T.T.	66	142	150	169	179	190	170	190	434	1,84	1500	3,3	12,4	10,5	19,8	26,8	24,6	26,8	14,3
8. P.T.	70	118	135	150	165	180	152	180	380	1,94	1800	4,2	18,0	18,8	18,5	21,8	20,8	21,8	11,2
9. Ü.V.	80	129	142	160	174	190	170	190	430	1,84	1800	4,2	11,3	15,4	14,4	16,4	16,3	16,4	11,3
10. M.M.	80	121	138	162	174	-	164	174	462	1,73	1800	3,0	15,9	18,2	18,9	22,6	-	22,6	14,5
11. T.M.	86	146	164	170	172	192	176	192	490	1,82	1500	4,2	18,2	22,9	21,8	27,0	28,2	28,2	14,4
12. H.S.	76	142	162	175	-	-	158	158	382	1,42	1500	4,5	12,6	13,7	22,8	-	-	22,8	12,3
13. O.L.	66	129	144	162	174	190	166	190	392	1,86	1800	5,3	22,2	21,7	23,7	22,6	21,8	23,7	16,5
14. H.S.	80	140	158	170	181	190	173	190	430	1,86	1500	5,0	18,0	25,6	22,9	25,7	27,3	27,3	18,0
15. V.K.	90	142	154	179	188	191	168	191	418	1,84	1500	2,2	12,5	17,4	19,4	18,2	19,5	19,5	8,0
16. E.S.	74	138	149	170	184	194	167	194	310	1,80	1500	5,4	15,5	17,8	23,0	20,0	22,2	23,0	14,9
17. V.V.	56	140	153	166	173	-	150	173	362	1,72	1800	3,7	18,0	19,3	23,4	24,5	-	24,5	9,9
18. M.K.	62	118	128	143	155	175	148	175	372	2,00	2100	3,2	16,5	18,0	25,2	23,8	22,0	25,2	23,0
19. A.M.	72	132	148	160	171	188	162	188	402	1,85	1800	3,0	15,7	18,1	20,5	21,2	22,4	22,4	22,2
20. E.M.	80	144	170	184	194	-	180	194	470	1,54	1200	3,5	15,7	14,6	17,4	20,0	-	20,0	18,6
21. E.P.	72	125	135	158	174	192	176	192	420	1,81	1200	4,6	16,1	18,8	19,1	24,0	27,0	27,0	23,5
22. T.S.	60	132	152	166	177	-	154	177	398	1,70	1800	3,2	11,8	15,0	14,5	21,6	-	21,6	9,7
$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	73,8	133,5	147,7	164,7	175,1	186,3	163,6	185,1	409,6	1,79	1663,6	3,90	16,43	18,59	21,11	22,35	23,11	23,70	14,69
	$\pm 1,8$	$\pm 2,6$	$\pm 2,8$	$\pm 2,7$	$\pm 2,6$	$\pm 2,14$	$\pm 2,2$	$\pm 1,8$	$\pm 8,9$	$\pm 0,12$	$\pm 161,6$	$\pm 0,20$	$\pm 0,76$	$\pm 0,79$	$\pm 0,71$	$\pm 0,72$	$\pm 1,81$	$\pm 0,75$	$\pm 1,02$

\* E - enne tööd

T<sub>1</sub> - taastumise 1. minutil

TP3 - taastunispulsi summa

max - näitaja maksimaalne väärtus

Elektrokardiogrammi näitajad \* (Sportlaste rühm)

Vaatus- alune	R - R intervall (sek)								Elektriline süstol <sup>0</sup> (QT) (sek)								QT - QT norm (sek)					
	E	150W	200W	250W	300W	350W	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	E	150W	200W	250W	300W	350W	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	E	150W	200W	250W	300W	350W
T.J.	1.03	0.51	0.45	0.41	0.37	0.36	0.50	0.75	0.39	0.30	0.27	0.25	0.23	0.23	0.25	0.34	-0.02	-0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.04
A.N.	0.80	0.48	0.41	0.39	0.34	0.34	0.34	0.51	0.36	0.30	0.23	0.23	0.23	0.20	0.18	0.24	0.00	-0.01	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03
P.R.	0.75	0.39	0.36	0.34	0.32	-	0.34	0.52	0.34	0.27	0.23	0.23	0.23	-	0.21	0.28	-0.02	-0.01	-0.04	-0.03	-0.02	-
M.K.	0.86	0.50	0.45	0.41	0.34	0.34	0.34	0.52	0.39	0.32	0.30	0.27	0.25	0.23	0.23	0.32	0.00	+0.01	+0.01	-0.01	-0.01	-0.03
H.J.	0.91	0.45	0.41	0.36	0.36	-	0.34	0.57	0.39	0.27	0.25	0.23	0.23	-	0.23	0.29	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.04	-
A.L.	0.94	0.62	0.55	0.50	0.46	0.41	0.50	0.59	0.39	0.34	0.30	0.32	0.30	0.25	0.27	0.30	-0.01	-0.01	-0.02	+0.01	+0.01	-0.03
T.T.	1.02	0.57	0.41	0.39	0.36	0.34	0.39	0.41	0.39	0.30	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.23	-0.02	-0.02	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03
E.T.	0.93	0.55	0.48	0.43	0.41	0.36	0.34	0.59	0.36	0.30	0.27	0.25	0.25	0.23	0.23	0.34	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04
Ü.V.	0.98	0.52	0.48	0.46	0.39	0.36	0.43	0.64	0.39	0.32	0.30	0.27	0.23	0.23	0.27	0.34	-0.02	+0.01	0.00	-0.01	-0.05	-0.04
M.H.	0.80	0.55	0.48	0.41	0.36	-	0.43	0.62	0.36	0.32	0.30	0.25	0.25	-	0.27	0.36	-0.02	0.00	0.00	-0.03	-0.02	-0.02
T.M.	0.75	0.45	0.43	0.41	0.36	0.36	0.34	0.52	0.34	0.27	0.25	0.25	0.22	0.23	0.23	0.30	-0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04
N.S.	0.72	0.45	0.39	0.34	-	-	0.44	0.61	0.34	0.29	0.25	0.23	-	-	0.23	0.31	0.00	+0.01	-0.01	-0.02	-	-
O.L.	1.09	0.50	0.45	0.41	0.39	0.34	0.34	0.59	0.41	0.32	0.27	0.26	0.23	0.23	0.23	0.29	0.00	+0.01	-0.01	-0.01	-0.05	-0.03
H.S.	0.68	0.48	0.43	0.39	0.39	0.34	0.34	0.57	0.36	0.32	0.27	0.25	0.25	0.23	0.23	0.32	+0.02	+0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03
V.K.	0.71	0.57	0.46	0.36	0.36	0.34	0.34	0.52	0.34	0.34	0.26	0.25	0.23	0.23	0.23	0.30	0.00	+0.02	-	-0.02	-0.04	-0.03
E.S.	0.64	0.49	0.45	0.41	0.39	0.34	0.36	0.59	0.34	0.25	0.27	0.25	0.23	0.20	0.20	0.34	+0.01	-0.03	-0.01	-0.03	-0.05	-0.05
V.V.	1.04	0.37	0.37	0.36	0.34	-	0.48	0.66	0.38	0.22	0.24	0.22	0.22	-	0.28	0.32	0.00	-0.03	-0.01	-0.01	-0.03	-
N.K.	0.92	0.48	0.46	0.40	0.38	0.34	0.34	0.55	0.40	0.28	0.26	0.26	0.24	0.22	0.20	0.28	+0.04	0.00	-0.01	+0.01	-0.01	-0.03
A.M.	0.92	0.46	0.40	0.38	0.34	0.32	0.32	0.55	0.37	0.28	0.24	0.22	0.22	0.20	0.20	0.29	+0.01	+0.01	-0.01	-0.03	-0.03	-0.04
E.M.	0.80	0.48	0.41	0.39	0.34	-	0.34	0.51	0.36	0.30	0.23	0.23	0.23	-	0.18	0.24	0.00	0.00	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
E.P.	0.78	0.42	0.38	0.37	0.35	0.32	0.32	0.56	0.32	0.26	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.28	-0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.04
T.S.	1.00	0.48	0.41	0.38	0.34	-	0.34	0.55	0.36	0.24	0.24	0.22	0.20	-	0.24	0.29	0.00	-0.04	-0.02	-0.03	-0.05	-
$\bar{x} \pm s_x$	0.871	0.490	0.433	0.395	0.365	0.347	0.375	0.568	0.370	0.290	0.260	0.250	0.240	0.220	0.230	0.300	-0.005	-0.006	-0.015	-0.023	-0.030	-0.036
	$\pm 0.028$	$\pm 0.013$	$\pm 0.009$	$\pm 0.008$	$\pm 0.007$	$\pm 0.006$	$\pm 0.013$	$\pm 0.014$	$\pm 0.005$	$\pm 0.006$	$\pm 0.005$	$\pm 0.005$	$\pm 0.004$	$\pm 0.004$	$\pm 0.004$	$\pm 0.006$						

E - enne tööd

T<sub>1</sub> - taastumise 1. minutil

T<sub>5</sub> - taastumise 5. minutil

Tabel 14

		QT - QT norm (sek)						Süstoolne näitaja (SN)								T - saki amplituud (mv)								
E	150W	200W	250W	300W	350W	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	E	150	200	250	300	350	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	E	150	200	250	300	350	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
-0,02	-0,01	-0,01	-0,03	-0,04	-0,04	-0,05	-0,02	37	58	60	61	62	58	58	45	1,6	2,0	1,4	1,6	1,6	1,2	2,4	1,8	2,0
0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,03	-0,03	-0,02	+0,02	45	56	60	66	67	68	68	60	0,4	0,2	1,0	1,0	1,6	2,4	1,6	2,4	1,6
-0,02	-0,01	-0,04	-0,03	-0,02	-	-0,05	-0,05	45	70	62	66	71	-	71	52	2,0	2,0	1,6	1,6	2,0	-	2,4	2,8	2,0
0,00	+0,01	+0,01	-0,01	-0,01	-0,03	-0,03	-0,01	44	63	65	66	73	66	66	63	2,0	2,0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,8	2,8	2,4
-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,04	-	-0,03	-0,02	42	60	61	62	62	-	66	52	0,8	0,8	1,2	1,6	1,2	-	1,2	1,2	1,2
-0,01	-0,01	-0,02	+0,01	+0,01	-0,03	-0,03	0,00	41	55	54	63	69	61	54	53	0,6	0,4	0,8	0,8	0,4	0,6	0,6	2,4	0,8
-0,02	-0,02	-0,05	-0,05	-0,04	-0,03	-0,02	-0,06	37	52	56	58	75	66	67	56	0,8	0,8	1,6	2,0	1,6	2,0	1,6	2,0	2,0
-0,03	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03	-0,04	-0,03	+0,02	39	54	57	57	61	62	66	57	2,0	1,6	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	2,8	3,2
-0,02	+0,01	0,00	-0,01	-0,05	-0,04	-0,02	+0,01	39	63	61	60	58	62	63	53	2,8	1,0	2,0	1,6	2,0	2,0	2,8	3,2	1,6
-0,02	0,00	0,00	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02	+0,03	41	58	61	61	68	-	63	59	2,0	2,0	2,4	2,0	2,8	-	2,4	2,8	2,0
-0,02	-0,01	-0,03	-0,03	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	45	60	57	61	62	62	66	56	1,2	1,2	2,4	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6
0,00	+0,01	-0,01	-0,02	-	-	-0,04	0,00	47	63	63	68	-	-	52	51	0,8	1,2	2,0	2,0	-	-	2,4	2,8	1,2
0,00	+0,01	-0,01	-0,01	-0,05	-0,03	-0,03	-0,02	36	63	60	61	58	66	66	50	2,4	1,6	1,2	2,0	1,6	1,6	2,4	2,8	2,0
+0,02	+0,02	-0,01	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	0,00	55	61	63	67	67	66	66	56	2,0	1,2	1,6	1,6	1,2	2,0	1,2	1,2	1,6
0,00	+0,02	-	-0,02	-0,04	-0,03	-0,03	-0,03	48	60	62	68	62	66	66	56	2,0	0,8	1,2	1,2	1,6	1,6	2,0	2,8	1,6
+0,01	-0,03	-0,01	-0,03	-0,05	-0,05	-0,06	+0,02	53	57	60	61	58	60	56	57	0,6	0,2	1,2	0,4	0,4	0,2	1,2	1,6	1,0
0,00	-0,03	-0,01	-0,01	-0,03	-	-0,03	-0,02	35	59	64	61	67	-	52	45	1,6	1,6	2,0	2,4	2,0	-	2,0	2,4	1,2
+0,04	0,00	-0,01	+0,01	-0,01	-0,03	-0,04	-0,01	43	58	56	65	63	67	58	51	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	1,6	2,0	3,2	2,0
+0,01	+0,01	-0,01	-0,03	-0,03	-0,04	-	-0,01	40	63	60	57	67	62	50	50	2,8	1,6	1,2	1,2	1,4	1,2	1,6	1,6	2,0
0,00	0,00	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,03	45	61	56	58	66	-	63	53	0,8	0,8	0,8	0,6	1,2	-	1,6	1,6	1,0
-0,02	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,04	-	-0,01	41	61	65	65	66	68	62	50	1,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,6	1,6	2,4	2,0
0,00	-0,04	-0,02	-0,03	-0,05	-	-0,04	-0,01	36	50	58	57	58	-	58	50	1,6	0,6	1,2	1,6	2,0	-	1,6	2,2	2,0
-0,005	-0,006	-0,015	-0,023	-0,030	-0,036	-0,033	-0,001	42.4	59.2	60.0	62.2	64.6	64.3	61.3	53.4	1,46	1,16	1,54	1,60	1,64	1,66	1,86	2,36	2,10
								±0,1	±0,9	±0,5	±0,8	±0,1	±0,7	±0,0	±0,0	±0,16	±0,12	±0,10	±0,12	±0,12	±0,12	±0,12	±0,14	±0,14

6

Tabel 15

Lihaste anaeroobse võimeuse ja sildama mahu väärtused  
(sportlaste rühm).

Ventlus- alune	Margaria test		HV		HV
	n/sek.	kgm/sek.	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup> /kg	O <sub>2</sub> -puls max
T.J.	1,55	110	1060	14,9	50,5
A.H.	1,51	97	1002	15,9	35,0
P.R.	1,79	118	800	12,1	37,6
M.K.	1,62	109	735	11,0	26,2
H.J.	1,48	94	744	11,6	35,2
A.L.	1,54	130	1160	13,9	39,2
T.T.	1,50	106	890	11,8	29,5
E.T.	1,58	107	995	14,6	45,5
U.V.	1,31	73	885	15,8	54,0
H.M.	1,62	108	925	13,8	41,0
T.M.	1,62	130	1060	13,3	37,6
H.S.	1,89	115	890	14,6	38,0
O.L.	1,48	112	850	10,7	35,8
H.S.	1,62	123	775	10,2	28,4
V.K.	1,79	129	850	12,5	43,5
E.S.	1,79	124	705	11,0	30,6
V.V.	1,48	94	1070	16,7	43,5
H.K.	1,42	102	940	12,7	37,4
A.H.	1,85	152	990	11,3	43,2
E.H.	1,48	107	820	11,4	41,0
E.P.	1,69	120	975	13,7	36,0
T.G.	1,48	100	960	12,7	38,4

 $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ 
 $1,60$   
 $\pm 0,03$ 
 $110,3$   
 $\pm 2,9$ 
 $901,4$   
 $\pm 26,7$ 
 $13,01$   
 $\pm 0,40$ 
 $38,55$   
 $\pm 1,63$



(sportlaste rüba)

Tabel 16

P	PY			LA/PY			pH			pCO <sub>2</sub>			BE			BB			SB			Σ	CO <sub>2</sub>		Puhver- defitsit	
	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P		Δ	E		P
58	48	1,2	1,6	0,4	8,2	36,0	28,8	7,45	7,26	0,19	39,0	33,0	-06,0	-0,3	-11,3	11,0	53,0	37,2	15,8	24,5	16,8	7,7	25,1	17,8	-7,3	430
204	194	1,0	2,5	1,5	10,0	82,0	72,0	7,42	7,42	0,00	36,2	31,0	-05,2	-0,5	-14,0	13,5	43,8	36,2	7,6	23,5	14,4	9,1	23,5	20,5	-7,0	465
172	164	1,0	4,0	3,0	8,0	43,0	35,0	7,35	7,02	0,33	48,0	40,0	-8,0	-2,2	-21,4	19,2	47,0	26,0	21,0	22,2	9,8	13,4	25,4	11,0	-14,4	705
141	131	1,0	3,0	2,0	10,0	47,0	37,0	7,30	7,08	0,28	42,9	30,5	-12,4	-6,6	-20,4	13,8	46,4	26,0	20,4	19,3	10,1	9,2	21,3	9,6	-11,7	492
190	170	1,0	3,0	2,0	20,0	64,0	44,0	7,36	7,15	0,21	43,7	63,0	+19,3	-2,9	-18,8	15,9	43,0	40,7	2,3	21,6	14,4	7,2	23,8	23,4	-0,4	368
105	100	0,7	3,3	2,6	7,2	32,0	24,8	7,36	7,22	0,14	40,8	29,4	-11,4	-2,8	-14,3	11,5	47,0	29,4	17,6	21,9	13,0	8,9	23,5	12,4	-11,1	595
82	73	2,0	3,0	1,0	4,5	27,3	22,8	7,36	7,17	0,19	49,5	36,0	-13,5	0,0	-15,8	15,8	54,8	34,0	20,8	24,0	13,2	10,8	28,4	13,7	-14,7	590
130	120	1,6	2,6	1,0	6,2	50,0	43,8	7,35	7,07	0,28	50,7	36,0	-14,7	-4,0	-22,1	18,1	47,0	29,9	17,1	21,0	10,8	10,2	25,3	11,3	-14,0	555
96	85	1,3	2,6	1,3	8,5	37,0	28,5	7,37	7,12	0,25	37,0	48,0	+11,0	-6,3	-13,3	7,0	41,8	31,5	10,3	19,2	13,8	5,4	19,1	16,3	-2,6	342
70	67	1,3	3,3	2,0	2,3	21,0	18,7	7,34	7,18	0,16	40,0	34,0	-6,0	-4,0	-15,5	11,5	47,0	38,0	9,0	20,8	13,4	7,4	22,0	13,0	-8,0	396
123	105	2,0	4,0	2,0	9,0	30,8	21,8	7,38	7,18	0,20	38,5	37,0	-1,5	-2,6	-15,0	12,4	47,0	34,8	12,2	21,8	14,0	7,8	22,8	14,2	-8,6	500
107	97	1,6	4,0	2,4	12,5	26,8	14,3	7,36	7,20	0,16	30,0	60,0	+30,0	-6,4	-11,5	5,1	47,0	38,5	8,5	19,3	15,8	3,5	16,6	21,8	+5,2	170
95	92	1,1	2,3	1,2	2,7	41,2	38,5	7,38	7,10	0,28	35,0	52,2	+17,2	-3,0	-13,2	10,2	51,3	38,0	13,3	21,5	16,0	5,5	21,1	17,2	-3,9	332
137	124	1,3	2,6	1,3	10,0	52,5	42,5	7,40	7,18	0,22	45,0	30,0	-15,0	-0,2	-16,5	16,3	55,5	32,4	23,1	25,7	12,8	12,9	28,3	11,5	-16,8	755
180	180	1,3	2,4	1,1	15,4	92,0	76,6	7,38	7,10	0,28	31,0	35,0	+4,0	-4,8	-17,5	12,7	40,0	26,5	13,5	19,3	11,0	8,3	18,5	11,4	-7,1	450
85	76	2,4	4,0	1,6	3,8	21,2	17,4	7,36	7,14	0,22	38,0	30,0	-8,0	-3,3	-18,3	15,0	40,5	29,0	11,5	21,0	11,6	9,4	21,6	10,6	-11,0	480
64	58	0,9	3,4	2,5	6,7	18,8	12,1	7,36	7,22	0,14	42,8	35,0	-7,8	-1,8	-12,5	10,7	48,0	37,0	11,0	22,7	14,6	8,1	25,3	14,4	-10,9	415
56	53	0,9	3,6	2,7	3,3	15,5	12,2	7,35	7,25	0,20	47,8	41,0	+6,8	-2,7	-9,6	6,9	48,2	41,0	7,2	22,0	17,1	5,1	25,4	18,6	-6,8	236
73	61	2,0	6,0	4,0	6,0	12,2	16,2	7,39	7,24	0,15	34,5	31,5	-3,0	-3,0	-13,0	10,0	45,2	34,9	10,3	21,5	14,6	6,9	21,4	14,0	-7,4	454
100	97	1,0	4,0	3,0	3,0	25,0	22,0	7,38	7,08	0,30	43,0	31,5	-12,5	-0,2	-12,0	16,8	48,0	23,0	25,0	23,7	9,2	14,5	25,8	9,9	-15,9	790
73	61	2,0	6,0	4,0	6,0	12,2	16,2	7,38	7,15	0,23	44,0	32,5	-11,5	-4,0	-17,6	13,6	40,5	31,7	8,8	20,6	12,3	8,3	22,9	12,0	-10,9	472
37	31	2,0	3,6	1,6	3,0	10,3	7,9	7,39	7,24	0,15	38,7	45,00	+06,3	-1,2	-9,4	8,2	49,7	41,0	8,7	22,9	17,2	5,2	23,2	19,8	-3,4	262
109,8	100,5	1,4	3,3	1,9	7,1	36,5	29,17	7,374	7,171	0,203	40,73	38,25	-2,48	-2,99	-15,36	+12,50	46,90	34,40	-12,40	21,77	13,45	-8,40	23,20	14,75	-8,50	468,4
110,7	110,0	10,1	10,2	10,2	0,9	4,6	3,9	10,008	10,018	10,013	11,20	12,06	12,65	10,43	10,76	10,80	10,92	11,56	11,26	10,39	10,50	10,59	10,62	10,87	11,14	32,5

Tabel 19

## Välisingamise näitajad (spordiga mittetögejad)

Vaatus- alune	VK (ml)	V <sub>max</sub> (l)	Pneumotahhon. (l/sek.)	
			sisse	välja
N.L.	5000	198	9,2	6,2
H.K.	5200	185	6,5	5,5
J.S.	5500	187	8,0	7,6
E.K.	5400	154	9,0	5,2
J.K.	5500	187	8,5	5,7
H.K.	5900	220	8,5	8,5
S.K.	5500	145	6,0	4,2
J.M.	5720	220	8,8	6,0
A.T.	4810	207	6,3	9,2
E.T.	6500	211	8,5	6,7
A.M.	5830	114	6,2	6,1
T.R.	5500	141	5,7	5,5
J.P.	6600	185	7,0	6,7
V.B.	5940	183	6,3	5,0
A.A.	5500	186	7,5	5,0
V.L.	6050	237	11,0	7,5

$\bar{x} \pm s_x$	5653,1	185,0	7,69	6,22
$\pm$	120,3	±8,2	±0,37	±0,34

Tabel 20

Hingamissageduse, hingamise minutimahu ja respiratoorse koefitsiendi väärtused (spordiga mittetegelejad).

Vaastlus- alune	$\dot{f}$ (h/min.)						$\dot{V}_E$ (l/min. BTPS)						RQ			300W	$T_1$	$T_2 - T_5$				
	E	150W	200W	250W	300W	max	$T_1$	E	150W	200W	250W	300W	max	$T_1$	$T_2 - T_5$				E	150W	200W	250W
N.L.	15	24	26	29	38	38	25	22	55	81	92	143	143	70	130	0.780	0.990	0.990	0.99	1,130	1,20	1,34
H.K.	18	25	29	34	39	39	29	22	55	79	95	123	123	73	142	0.820	0.910	0.96	1.00	1,05	1,12	0,88
J.S.	19	22	24	32	36	36	24	11	44	66	68	87	87	54	146	0.770	0.810	0.69	0.86	0,93	1,03	0,95
E.K.	14	18	18	21	29	29	25	22	70	59	70	101	101	46	185	0.790	0.89	0.95	0.90	1,00	1,15	1,23
J.K.	21	21	26	27	32	32	26	12	44	55	48	70	70	51	96	0.820	0.910	0.88	0.82	0,87	0,87	1,03
N.K.	20	28	34	37	46	46	36	20	73	108	99	143	143	166	152	0.880	0.810	0.86	0.96	0,93	1,02	1,03
S.K.	18	27	29	37	43	43	33	20	66	71	77	73	77	63	103	0.920	0.880	0.97	0.86	0,98	1,12	1,23
J.M.	18	31	35	39	47	57	33	22	86	66	99	139	139	50	100	0.940	0.900	0.90	0.94	0,97	0,81	1,05
A.T.	20	38	43	51	-	51	38	14	32	77	141	-	141	69	229	0.870	0.950	1.140	1.24	-	1,30	1,10
E.T.	23	25	27	30	31	31	29	22	59	79	90	142	142	72	113	0.720	1.020	1.07	1.10	1,34	1,38	1,12
A.M.	19	22	27	29	-	29	26	12	59	48	100	-	100	35	114	0.740	0.820	0.73	0.96	-	1,25	1,15
T.R.	16	25	28	37	-	37	27	11	55	64	90	-	90	62	134	0.830	1.110	1.16	1.17	-	1,33	1,14
J.P.	17	25	24	25	26	26	21	11	44	42	42	60	60	47	70	0.740	0.880	0.88	1.04	0,94	1,24	1,17
V.B.	18	39	40	51	58	58	40	19	57	84	95	119	119	56	97	0.790	0.850	0.93	0.91	0,90	1,01	1,13
A.A.	16	26	28	36	37	37	25	10	59	64	79	79	79	35	110	0.720	0.740	0.81	0.90	1,05	1,05	1,23
V.L.	14	18	22	24	34	34	24	20	40	59	70	86	86	38	109	0.880	1.050	1.00	1.01	0,99	0,96	1,06
$\bar{x} \pm S_x$	18,0 ±0,6	25,9 ±1,5	28,7 ±1,6	33,7 ±2,1	38,2 ±2,4	38,31 ±2,2	28,2 ±1,4	16,9 ±1,2	56,1 ±3,4	68,9 ±4,0	84,6 ±5,8	104,9 ±8,6	106,2 ±7,3	55,4 ±3,2	126,9 ±9,7	0.807 ±0,018	0.909 ±0,024	0.932 ±0,032	0.979 ±0,029	1,007 ±0,034	1,114 ±0,041	1,115 ±0,028

Tabel 21

Gaasivahetuse näitajad (spordiga mittetegelejad).

Vaetus- alune	$\Delta O_2$ (%)							$F_{HCO_2}$ (%)							$\dot{V}_{O_2}$ (l/min STPD)				$\Sigma \dot{V}_{O_2}$ tootl (l STPD)	$V_{CO_2}$ (l/min STPD)									
	E	150	200	250	300	$T_1$	$T_2-T_5$	E	150	200	250	300	$T_1$	$T_2-T_5$	E	150	200	250		300	$T_1$	$T_2-T_5$	E	150	200	250	300	$T_1$	$T_2-T_5$
	W	W	W	W	W			W	W	W	W	W			W	W	W	W		W			W	W	W	W	W		
N.L.	1.90	3.95	3.75	4.30	3.79	3.47	2.66	1.46	3.90	3.70	4.25	4.00	4.00	3.50	0.340	1.820	2.550	3.350	4.300	2.050	2.9000	24.04	0.264	1.790	2.520	3.320	4.880	2.360	3.810
H.K.	2.34	4.31	3.97	4.03	3.89	3.64	2.70	2.40	3.95	3.80	4.05	4.10	4.10	2.40	0.530	1.990	2.640	3.200	4.000	2.220	3.430	23.66	0.435	1.820	2.530	3.200	4.120	2.500	3.650
J.S.	1.82	4.30	4.29	4.83	4.30	3.79	3.37	1.40	3.50	3.55	4.15	4.00	4.00	3.20	0.168	1.590	2.360	2.780	3.100	1.680	5.120	16.56	0.129	1.290	1.360	2.370	2.220	1.800	3.900
E.K.	2.08	3.31	4.63	5.77	4.68	4.01	2.61	1.50	2.95	4.40	5.10	4.70	4.60	3.20	0.374	1.950	2.300	3.400	3.970	1.560	4.040	23.24	0.270	1.740	2.180	3.020	4.000	1.800	4.960
J.K.	2.32	4.22	3.48	6.54	6.30	5.57	4.20	1.90	3.85	4.80	5.55	5.50	4.85	4.35	0.232	1.560	2.520	2.620	3.720	2.340	3.360	17.12	0.190	1.420	2.220	2.220	3.240	2.040	3.480
M.K.	2.55	4.04	3.63	4.27	3.57	3.62	2.77	2.25	3.30	3.15	4.10	3.40	3.70	2.85	0.409	2.420	3.240	3.500	4.210	1.990	3.410	22.53	0.361	1.980	2.810	3.360	4.020	2.350	3.510
S.K.	1.97	3.92	3.90	3.41	3.15	2.76	2.04	1.80	3.45	3.40	3.25	3.10	3.10	2.50	0.335	2.200	2.140	2.250	1.950	1.470	1.800	15.13	0.306	1.930	2.080	2.160	1.920	1.640	2.200
J.M.	2.40	3.51	4.42	4.28	3.86	3.85	2.80	2.25	3.15	4.00	4.05	3.75	3.75	2.95	0.433	2.480	2.430	3.560	4.250	1.580	2.300	25.44	0.406	2.230	2.200	3.360	4.350	1.540	2.420
A.L.	2.05	3.49	2.95	2.51	-	2.16	1.82	1.75	3.65	3.35	3.10	-	2.80	2.00	0.248	0.942	1.920	2.960	-	1.250	3.340	11.64	0.210	0.985	2.180	3.660	-	1.620	3.700
E.L.	2.15	3.61	3.73	3.95	3.40	2.99	2.87	1.55	3.70	4.05	4.35	4.05	4.15	3.25	0.470	1.810	2.500	3.000	4.310	1.800	2.700	23.24	0.340	1.850	2.670	3.310	5.140	2.490	3.040
A.M.	1.62	2.73	4.13	4.27	-	2.77	2.52	1.20	2.25	3.65	4.10	-	3.45	3.05	0.162	1.340	1.660	3.540	-	0.800	2.400	13.08	0.120	1.100	1.460	3.400	-	1.000	2.900
T.R.	2.60	3.65	4.09	3.80	-	3.12	2.67	2.15	4.05	4.75	4.45	-	4.15	3.05	0.234	1.560	2.150	2.820	-	1.530	2.940	13.06	0.194	1.820	2.490	3.290	-	2.120	3.340
J.P.	2.15	3.62	4.45	4.89	5.35	3.56	3.02	1.60	3.20	3.90	5.10	5.05	4.40	3.55	0.194	1.340	1.560	1.720	2.840	1.460	1.790	14.92	0.144	1.180	1.360	1.780	2.140	1.800	2.090
V.B.	1.91	3.87	2.95	3.24	3.20	2.96	2.08	1.65	3.65	2.75	2.95	2.90	3.00	2.35	0.288	1.860	2.070	2.570	3.140	1.400	1.690	19.28	0.226	1.750	1.930	2.330	2.840	1.420	1.900
A.A.	2.16	4.48	4.51	5.08	5.28	5.27	3.13	1.55	3.30	3.65	4.60	5.55	5.55	3.85	0.173	2.240	2.390	3.360	3.480	1.530	2.880	19.96	0.124	1.650	1.940	3.040	3.660	1.610	3.540
V.L.	1.95	3.62	4.33	4.61	4.95	5.18	3.49	1.70	3.80	4.35	4.70	4.90	4.95	3.70	0.310	1.350	2.170	2.700	3.540	1.660	3.280	19.52	0.272	1.420	2.180	2.750	3.500	1.590	3.370
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	2.16	3.79	4.06	4.36	4.29	3.68	2.80	1.76	3.48	3.82	4.24	4.23	4.03	3.11	0.306	1.778	2.287	2.958	3.601	2.649	2.899	18.90	0.249	1.600	2.131	2.910	3.599	1.855	3.238
	$\pm 0.08$	$\pm 0.11$	$\pm 0.16$	$\pm 0.24$	$\pm 0.27$	$\pm 0.24$	$\pm 0.15$	$\pm 0.09$	$\pm 0.10$	$\pm 0.14$	$\pm 0.18$	$\pm 0.23$	$\pm 0.18$	$\pm 0.15$	$\pm 0.284$	$\pm 0.108$	$\pm 0.099$	$\pm 0.129$	$\pm 0.194$	$\pm 0.094$	$\pm 0.187$	1.12	$\pm 0.025$	$\pm 0.274$	$\pm 0.110$	$\pm 0.140$	$\pm 0.271$	$\pm 0.106$	$\pm 0.198$

TABEL 22

Gaasivahetuse maksimaalväärtused ja hapnikuvõlg  
(spordiga mittetegolejad)

Vastlus- alune	$\dot{V}_{O_2}$ - max		$\dot{V}_{CO_2}$ max		$O_2$ võlg (1 STPD)
	(l/min)	(ml/min.kg)	(l/min)	(ml/min.kg)	
H.L.	4,300	60,0	4,880	69,0	3,25
H.K.	4,000	57,1	4,220	60,0	3,00
J.S.	3,100	36,6	2,370	27,8	4,96
H.K.	3,970	55,8	4,000	56,5	3,73
J.K.	3,720	51,6	2,400	45,1	4,54
H.K.	4,210	54,8	4,020	52,5	3,36
S.K.	2,250	32,1	2,160	28,4	1,59
J.H.	4,250	61,0	4,350	62,0	1,72
A.T.	2,060	47,6	3,660	59,0	3,35
E.T.	4,310	53,0	5,140	64,5	2,15
A.M.	3,540	49,0	3,400	47,2	2,39
T.R.	2,820	35,2	3,290	41,0	3,34
J.P.	2,840	35,4	2,140	26,8	2,55
V.B.	3,140	43,5	2,840	39,6	1,65
A.A.	3,480	45,0	3,660	47,6	3,35
V.L.	3,540	49,5	3,500	48,0	3,39
$\bar{x} \pm s_x$	3,527 $\pm 0,157$	47,95 $\pm 2,31$	3,554 $\pm 0,222$	48,44 $\pm 3,31$	3,02 $\pm 0,24$

Tabel 23

Süsihappegaasi "liig" spordiga mittetegolejatel. (l/min.)

Vaatus- alune	150 W	200 W	250 W	300 W	max
H.L.	0,37	0,52	0,70	0,95	0,95
H.K.	0,20	0,37	0,70	0,96	0,96
J.S.	0,06	-	0,59	0,40	0,59
E.K.	0,34	0,53	0,58	1,14	1,14
J.K.	0,15	0,14	0,08	0,22	0,22
H.K.	-	-	0,28	0,32	0,32
S.K.	-	0,12	0,20	0,13	0,20
J.M.	-	-	0,22	0,35	0,35
A.T.	0,20	0,55	1,16	-	1,16
E.T.	0,54	0,67	1,13	1,98	1,98
A.H.	0,10	0,23	0,78	-	0,78
T.R.	0,53	0,72	0,95	-	0,95
L.P.	0,18	0,21	0,51	0,14	0,51
V.B.	0,28	0,30	0,31	0,36	0,36
A.A.	0,05	0,23	0,54	1,16	1,16
V.L.	0,24	0,26	0,32	0,50	0,50
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	0,249 $\pm 0,044$	0,388 $\pm 0,014$	0,566 $\pm 0,081$	0,662 $\pm 0,150$	0,758 $\pm 0,118$

Tabel 24

Oksihemoglobiini protsendi muutused t881  
(spordiga mittetegelejad)

Vaastlus- alune	Hb O <sub>2</sub> (%)				min.
	150 W	200 W	250 W	300 W	
N.L.	95	94	93	92	92
H.K.	95	93	91	87	87
J.S.	96	95	94	94	94
E.E.	96	94	92	90	90
J.K.	96	96	92	84	84
N.K.	96	96	90	86	86
S.K.	96	90	89	88	88
J.M.	96	95	94	93	93
A.T.	94	92	90	-	90
E.T.	96	95	95	94	94
A.H.	95	94	93	90	90
T.R.	96	94	93	-	93
J.P.	96	92	90	86	86
V.B.	95	94	93	92	92
A.A.	95	94	90	86	86
V.L.	96	94	93	90	90
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	95,6 ±0,2	93,9 ±0,4	92,0 ±0,4	89,4 ±0,9	89,7 ±0,8

Tabel 25

Südame löögisageduse väärtused ( spordiga mittetegejad ).

Vaatlus- alune	F (188ki/min)					T <sub>1</sub>	max	TPS	PWC <sub>170</sub> (kgm/min)	W/F max (W/188ki)
	E	150W	200W	250W	300W					
N.L.	80	142	158	176	190	168	190	426	1500	1,57
H.K.	86	132	148	168	180	168	180	418	1500	1,67
J.S.	98	130	152	178	192	172	192	452	1500	1,56
E.K.	72	128	144	158	176	162	176	418	1800	1,70
J.K.	114	152	170	184	192	182	192	498	1200	1,56
N.K.	86	140	158	170	178	168	178	450	1500	1,70
S.K.	98	160	174	186	192	184	192	486	1200	1,56
J.M.	100	160	172	184	200	180	200	460	1200	1,50
A.T.	82	146	172	186	-	170	186	462	1200	1,52
E.T.	80	140	160	174	185	177	185	467	1500	1,61
A.M.	110	149	177	188	-	174	188	468	1200	1,34
T.R.	92	150	172	188	-	179	188	495	1200	1,33
J.P.	98	134	146	158	174	160	174	442	1800	1,72
V.B.	82	134	149	158	172	156	172	405	1800	1,74
A.A.	100	160	170	191	197	185	197	515	1200	1,53
V.L.	80	128	142	158	178	155	177	401	1800	1,68
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	91,1 ±3,0	142,7 ±2,8	160,7 ±3,2	175,3 ±3,0	185,1 ±2,6	171,2 ±2,4	185,0 ±2,2	453,9 ±8,6	1443,0 ±62,6	1,55 ±0,04

Elektrokardiogrammi näitajad (spordiga mittetegelejad).

Vaatus- alune	R - R intervall (sek)							Elektriline süstol(QT)(sek)							QT - QT norm (sek)						
	E	150W	200W	250W	300W	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	E	150W	200W	250W	300W	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	E	150W	200W	250W	300W	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>
N.J.	0,76	0,42	0,38	0,34	0,32	0,32	0,50	0,32	0,24	0,24	0,22	0,20	0,20	0,24	-0,02	-0,02	-0,01	-0,03	-0,04	-0,04	-0,04
H.K.	0,65	0,47	0,40	0,36	0,33	0,34	0,50	0,31	0,28	0,25	0,24	0,22	0,20	0,28	-0,01	+0,02	-0,01	-0,01	-0,02	-0,04	0,00
J.S.	0,62	0,46	0,38	0,34	-	0,32	0,46	0,31	0,27	0,25	0,25	-	0,24	0,29	-0,01	+0,01	-0,03	-0,03	-	-0,02	-0,05
E.K.	0,68	0,50	0,40	0,36	0,32	0,32	0,48	0,30	0,30	0,24	0,24	0,24	0,20	0,25	-0,02	+0,02	-0,01	-0,05	-0,04	-	-
J.K.	0,48	0,40	0,35	0,32	-	0,30	0,40	0,30	0,26	0,20	0,20	-	0,18	0,24	+0,02	+0,01	-0,03	-0,04	-	-0,05	-0,02
N.K.	0,66	0,44	0,38	0,36	-	0,34	0,44	0,32	0,20	0,26	0,23	-	0,22	0,26	0,00	-0,01	+0,01	-0,02	-	-0,02	-0,01
S.K.	0,60	0,38	0,34	0,33	-	0,31	0,46	0,30	0,24	0,24	0,20	-	0,20	0,26	0,00	-0,01	-0,03	-0,04	-	-0,03	-0,03
J.M.	0,52	0,37	0,34	0,32	0,29	0,29	0,40	0,28	0,24	0,20	0,20	0,20	0,20	0,24	0,00	-0,01	-0,05	-0,04	-0,02	-0,03	-0,05
A.T.	0,68	0,40	0,34	0,30	-	0,30	0,44	0,32	0,28	0,22	0,22	-	0,20	0,26	0,00	+0,03	-0,03	-0,04	-	-0,03	-0,01
E.T.	0,48	0,42	0,37	0,32	0,30	0,33	0,46	0,26	0,26	0,22	0,20	0,20	0,20	0,22	-0,02	0,00	-0,03	-0,04	-0,03	-0,04	-0,07
A.M.	0,52	0,40	0,34	0,30	-	0,30	0,41	0,26	0,24	0,21	0,20	-	0,20	0,24	-0,02	-0,01	0,01	-0,03	-	-0,03	-0,02
T.R.	0,66	0,42	0,36	0,30	-	0,30	0,42	0,26	0,22	0,24	0,18	-	0,18	0,26	-0,06	0,04	-0,01	-0,05	-	-0,05	0,00
J.P.	0,60	0,45	0,38	0,36	0,32	0,34	0,46	0,30	0,26	0,24	0,22	0,20	0,20	0,24	0,00	-0,01	-0,01	-0,03	-0,04	-0,04	-0,05
V.B.	0,70	0,46	0,40	0,38	0,36	0,34	0,58	0,34	0,26	0,24	0,22	0,22	0,20	0,30	+0,02	-0,01	-0,01	-0,03	-0,03	-0,04	0,00
A.A.	0,64	0,39	0,32	0,32	-	0,30	0,40	0,30	0,24	0,20	0,20	-	0,20	0,20	-0,01	-0,01	-0,04	-0,04	-	-0,03	-0,06
V.L.	0,72	0,46	0,42	0,38	0,34	0,36	0,50	0,32	0,28	0,28	0,24	0,22	0,28	0,28	-0,01	+0,01	+0,02	-0,01	-0,03	-0,04	0,00
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	0,62 ±0,02	0,43 ±0,01	0,37 ±0,01	0,34 ±0,01	0,32 ±0,01	0,32 ±0,01	0,45 ±0,01	0,30 ±0,005	0,250 ±0,006	0,230 ±0,006	0,210 ±0,006	0,210 ±0,006	0,200 ±0,004	0,250 ±0,006	0,009	-0,003	-0,018	-0,033	-0,03	-0,035	-0,027

Tabel 26

im (sek)			S U S T O O L N E N K I T A J A										T - S A K I V O L T A A Z						
200W	250W	300W	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	E	150W	200W	250W	300W	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	E	150W	200W	250W	300W	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>
-0,01	-0,03	-0,04	-0,04	-0,04	42	57	63	67	62	62	48	0,4	0,4	0,6	0,6	1,0	1,2	1,4	0,6
-0,01	-0,01	-0,02	-0,04	0,00	46	63	60	66	67	58	56	1,2	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	2,0	1,2
-0,03	-0,03	-	-0,02	-0,05	48	63	57	67	-	68	62	1,2	1,2	1,2	2,0	-	1,6	1,8	2,7
-0,01	-0,05	-0,04	-	-	44	60	60	56	62	62	53	2,4	1,2	1,2	1,2	1,2	0,4	0,8	1,0
-0,03	-0,04	-	-0,05	-0,02	62	65	57	62	-	60	60	1,2	1,2	1,6	1,6	-	2,0	2,4	1,6
+0,01	-0,02	-	-0,02	-0,01	48	59	68	63	-	67	59	0,6	0,2	0,4	0,6	-	0,4	1,0	0,8
-0,03	-0,04	-	-0,03	-0,03	50	63	67	60	-	64	56	0,4	0,6	1,0	1,6	-	1,6	2,8	1,6
-0,05	-0,04	-0,02	-0,03	-0,05	53	65	58	62	68	68	60	0,6	0,8	1,2	1,2	1,0	1,0	1,2	0,8
-0,03	-0,04	-	-0,03	-0,01	47	65	67	73	-	66	59	1,6	1,6	2,4	2,4	-	2,4	2,0	2,0
-0,03	-0,04	-0,03	-0,04	-0,07	54	61	59	62	66	60	47	0,4	0,8	0,6	1,2	0,8	0,8	1,2	0,8
+0,01	-0,03	-	-0,03	-0,02	50	60	64	66	-	66	58	0,8	0,8	1,0	1,6	-	2,0	2,0	0,6
-0,01	-0,05	-	-0,05	0,00	39	52	66	60	-	60	61	0,4	0,4	0,4	0,2	-	0,2	1,0	1,0
-0,01	-0,03	-0,04	-0,04	-0,05	50	57	63	62	62	58	52	0,4	0,4	0,6	1,0	0,8	0,2	1,2	0,8
-0,01	-0,03	-0,03	-0,04	0,00	48	56	60	57	61	58	51	1,0	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	1,6	0,8
-0,04	+0,04	-	-0,03	-0,06	46	61	62	62	-	66	50	0,4	0,4	0,6	0,6	-	0,6	0,8	0,4
+0,02	-0,01	-0,03	-0,04	0,00	44	63	61	63	67	61	56	2,4	1,6	2,4	1,6	2,4	2,0	2,0	2,4
-0,018	-0,033	-0,03	-0,035	-0,027	48,2	60,6	61,9	62,9	64,4	62,8	58,7	0,96	0,81	1,02	1,17	1,15	1,20	1,66	1,24
					$\pm 0,9$	$\pm 0,9$	$\pm 0,9$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	$\pm 0,9$	$\pm 5,3$	$\pm 0,16$	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$	$\pm 0,16$	$\pm 0,18$	$\pm 0,16$	$\pm 0,17$	$\pm 0,16$

Tabel 27

ST-joone depressioon (mV) (spordiga mittetegulejad)

Vastlusalune	150 W	200 W	250 W	300 W	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>
J.S.	-0,4	-0,4	-0,4	-	-0,4	-	-
S.K.	-0,2	-0,2	-0,4	-	-0,2	-0,2	-
H.K.	-	-0,2	-0,4	-	-0,4	-0,2	-
T.R.	-	-0,2	-0,3	-	-0,2	-0,2	-0,2
H.L.	-	-	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-
A.A.	-	-	-0,4	-	-0,6	-	-
V.L.	-	-	-	-0,2	-0,2	-	-
%	11,7	29,4	35,3	-	41,2	23,5	5,9

Tabel 28

Vaatlusaluste hapnikupulsi väärtused  
(spordiga nittetegaolejad)

Ventlus- alune	O <sub>2</sub> -puls (ml/188kl)						
	E	150 W	200 W	250 W	300 W	max	T <sub>1</sub>
N.L.	4,2	12,9	14,5	17,6	32,6	32,6	12,2
H.K.	6,2	15,0	17,8	19,0	22,1	22,1	13,2
J.S.	1,7	10,4	15,5	15,6	16,1	16,1	9,8
B.K.	5,2	15,2	16,0	21,6	22,4	22,4	0,7
J.K.	2,3	10,4	14,8	14,2	19,4	19,4	12,9
H.K.	4,8	17,2	20,5	20,6	23,6	23,6	11,9
S.K.	3,4	13,8	12,3	12,2	10,2	13,8	8,0
J.M.	4,3	15,5	14,1	19,3	22,4	22,4	8,8
A.T.	3,0	6,5	11,2	15,9	-	15,9	7,4
E.T.	5,9	12,9	15,6	17,3	23,4	23,4	10,2
A.M.	1,5	9,1	9,4	18,8	-	18,8	4,6
T.R.	2,5	10,4	12,5	15,0	-	15,0	8,9
J.P.	2,0	10,0	10,7	10,9	16,3	16,3	9,1
V.B.	3,5	13,9	13,9	16,3	18,3	18,3	9,0
A.A.	1,7	14,0	13,5	17,5	18,9	18,9	8,3
V.L.	2,4	10,5	15,2	17,1	20,0	20,0	10,7

E ± S <sub>2</sub>	3,41	12,35	14,22	16,81	19,67	19,31	9,67
	±0,58	±0,71	±0,68	±0,71	±1,06	±0,80	±0,55

Tabel 29

Lihaste anaeroobse võimsuse ja südame mahu väärtused (spordiga mittetugelejad).

Vaastlus- alune	Vv (m/sek)	Vv (lga/sek)	HV (cm <sup>3</sup> )	HV (cm <sup>3</sup> /kg)	HV <u>0<sub>2</sub>-paine max</u>
N.J.	1,62	115	910	12,80	40,0
H.K.	1,31	92	965	13,8	43,6
J.S.	1,62	138	811	9,6	50,5
B.K.	1,54	109	780	11,0	35,0
J.K.	1,62	117	950	13,2	49,0
H.K.	1,17	90	772	9,8	32,8
S.Z.	1,54	117	700	10,0	50,8
J.M.	1,22	85	850	12,1	38,0
A.T.	1,31	81	825	13,3	52,0
B.T.	1,50	120	970	12,1	41,5
A.H.	1,36	98	762	10,6	40,5
T.R.	1,17	93	876	11,0	58,5
J.F.	1,26	102	1050	13,1	64,0
V.B.	0,95	68	940	13,0	51,5
A.A.	1,70	131	760	9,9	40,2
V.L.	1,36	99	985	13,4	49,9
$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1,39 $\pm 0,05$	103,4 $\pm 4,7$	869,0 $\pm 25,3$	11,79 $\pm 0,38$	46,11 $\pm 2,14$

Vere koostise näitajad (spordiga mittetegelejad).

Vaatlus- alune	Hemoglobiini- sisaldus(g/%)			Eritrotsüüdi (milj./mm <sup>3</sup> )			Hematokrit (%)			LA(mg%)			PY (mg%)			LA/PY			pH		
	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ
H.L.	14.3	16.3	+2.0	5.15	5.08	-0.07	53	59	6	6	75	69	2.0	4.0	2.0	3.0	18.7	15.7	7.39	7.21	0.18
H.K.	14.2	16.0	+1.8	4.62	5.18	+0.56	51	57	6	4	72	68	1.5	6.0	4.5	2.7	12.0	9.3	7.38	7.14	0.24
J.S.	15.0	15.6	+0.6	4.85	5.10	+0.25	53	56	3	9	60	54	3.0	6.0	3.0	3.0	10.0	7.0	7.40	7.16	0.24
E.K.	15.5	15.8	+0.3	5.50	5.57	+0.07	48	60	12	10	36	26	1.1	2.0	0.9	9.1	18.0	8.9	7.39	7.22	0.17
J.K.	15.4	16.2	+0.8	4.55	5.05	+0.50	51	58	7	15	60	45	3.5	5.5	2.0	4.3	11.0	6.7	7.40	7.14	0.26
H.E.	15.4	16.2	+0.8	5.10	4.95	-0.15	51	58	7	5	52	47	1.5	8.0	6.5	3.3	6.5	3.2	7.40	7.24	0.16
S.K.	14.0	15.7	+1.7	4.53	5.30	+0.77	54	56	2	5	80	75	2.0	5.0	3.0	2.5	15.0	12.5	7.38	7.14	0.24
J.M.	15.0	15.9	+0.9	4.47	5.09	+0.62	53	60	7	6	61	55	2.5	4.2	1.7	2.4	22.6	20.2	7.42	7.16	0.26
A.T.	15.2	16.7	+1.5	4.90	5.50	+0.60	50	53	3	5	32	27	2.0	4.3	2.3	2.5	7.4	4.9	7.38	7.17	0.21
E.T.	15.1	15.2	+0.1	4.90	5.05	+0.15	52	54	2	18	80	62	3.0	4.5	1.5	6.0	17.7	11.7	7.36	7.28	0.08
A.M.	16.4	16.8	+0.4	5.80	6.05	+0.25	52	57	5	19	70	51	1.5	2.5	1.0	12.6	28.0	15.4	7.42	7.15	0.27
T.R.	16.1	17.1	+1.0	5.30	5.20	-0.10	58	60	2	5	67	62	2.0	3.0	1.0	2.5	23.5	21.0	7.29	7.13	0.16
J.P.	15.9	17.4	+1.5	4.70	5.00	+0.30	50	54	4	5	26	24	0.9	2.3	1.4	5.6	11.3	5.7	7.35	7.18	0.17
V.B.	16.0	17.1	+1.1	5.40	5.75	+0.35	56	62	6	5	48	46	0.6	2.0	1.4	8.4	24.0	15.6	7.36	7.28	0.08
A.A.	14.4	16.2	+1.8	5.02	5.70	+0.68	47	52	5	5	60	58	0.9	2.6	1.7	5.5	23.0	17.5	7.35	7.16	0.19
V.L.	15.1	17.1	+2.0	4.70	5.21	+0.51	47	57	10	5	55	50	2.0	4.2	2.2	2.5	13.1	10.6	7.38	7.16	0.22
$\bar{x} \pm \sigma_{\bar{x}}$	15.19	16.33	+1.14	4.970	5.300	+0.330	51.6	57.1	+5.4	7.9	58.4	+50.5	1.9	4.1	+2.3	4.7	16.4	11.6	7.378	7.182	-0.196
	$\pm 0.20$	$\pm 0.20$	$\pm 0.20$	$\pm 0.90$	$\pm 0.080$	$\pm 0.070$	$\pm 0.8$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.2$	$\pm 4.1$	$\pm 3.8$	$\pm 0.2$	$\pm 0.4$	$\pm 0.4$	$\pm 0.8$	$\pm 1.6$	$\pm 1.4$	$\pm 0.008$	$\pm 0.012$	$\pm 0.015$

Tabel 30

pH				pCO <sub>2</sub> (mmHg)			BE (m-Eq/l)			BB (m-Eq/l)			SB (m - Eq/l)			Σ CO <sub>2</sub> (mM/l)			PD
Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	E	P	Δ	(mM/l)
15.7	7.39	7.21	0.18	39,0	44,5	+5,5	-1,0	-11,4	10,4	45,0	39,0	-6,0	23,0	16,0	7,0	22,6	18,3	4,3	398
9,3	7.38	7.14	0.24	38,5	44,5	+6,0	-2,3	-14,5	12,2	46,9	32,9	-14,0	22,0	13,6	8,4	22,6	15,7	6,9	470
7,0	7.40	7.16	0.24	38,5	38,0	-0,5	+1,5	-13,4	14,9	51,9	33,4	-18,5	25,0	13,4	11,6	24,0	14,1	9,9	790
8,9	7.39	7.22	0,17	45,0	48,0	+3,0	+1,5	- 8,9	10,4	51,9	39,5	-12,4	25,0	17,4	7,6	27,6	20,4	7,2	430
6,7	7.40	7.14	0.26	45,2	38,5	-6,7	+2,1	-19,0	20,0	50,5	32,2	-18,3	25,6	12,2	13,4	28,4	13,8	14,6	770
3,2	7.40	7.24	0.16	42,0	33,0	-9,0	+1,0	-13,0	12,0	51,9	36,0	-15,9	24,6	15,0	9,6	26,6	14,4	12,2	590
12,5	7.38	7.14	0.24	44,3	46,8	+2,5	+0,7	-16,0	16,7	49,3	37,0	-12,3	24,5	13,8	10,7	26,8	17,4	9,4	650
20,2	7.42	7.16	0.26	32,5	40,0	+7,5	-1,5	-15,0	13,5	48,5	35,0	-13,5	22,6	13,8	8,8	21,1	15,0	6,1	493
4,9	7.38	7.17	0,21	38,0	24,5	-3,5	-1,9	-19,0	17,1	46,5	32,2	-14,3	22,5	12,1	10,4	23,1	9,9	13,2	585
11,7	7.36	7.28	0.08	43,0	30,5	-12,5	-1,4	-19,0	17,6	46,8	32,2	-14,6	22,5	12,5	10,4	25,1	19,9	6,2	666
15,4	7.42	7.15	0,27	36,0	43,0	+7,0	-1,0	-13,4	12,4	46,9	32,8	-24,1	23,0	14,0	9,0	23,1	15,8	7,3	517
21,0	7.29	7.13	0,16	43,0	44,0	+1,0	-5,5	-14,5	9,0	40,0	32,0	-8,0	19,5	13,6	5,9	21,8	15,5	6,3	377
5,7	7.35	7.18	0,17	43,0	41,0	-2,0	-0,8	-12,5	11,7	43,8	34,0	- 9,8	22,0	14,8	7,2	23,8	16,2	7,6	463
15,6	7.36	7.28	0.08	43,4	38,5	-4,5	-1,5	-8,2	6,7	48,0	41,0	-7,0	22,6	18,0	4,6	25,1	18,7	6,4	332
17,5	7.35	7.16	0.19	44,5	42,5	-2,0	-1,5	-14,0	12,5	48,0	35,0	-13,0	22,6	14,3	8,3	25,6	16,3	9,3	512
10,6	7.38	7.16	0,22	41,0	47,0	+ 6,0	-0,8	-13,2	12,4	50,0	36,2	-13,8	23,2	14,8	8,4	24,8	17,8	7,0	490
11,6	7.378	7.182	-0,196	40,4	40,3	-0,10	-0,77	-14,6	3,09	47,87	35,02	-13,00	23,14	14,30	-8,83	24,50	16,20	8,37	533,3
±1,4	±0,008	±0,012	±0,015	±1,1	±1,6	±1,5	±0,47	±0,79	±0,86	±0,80	±0,72	±1,37	±0,38	±0,43	±0,55	±0,53	±0,65	±0,72	±33,3

Tabel 31

Vaatlusaluste üldandmed, hingamisüsteemi, sildane-  
veresoonkonna ja lihaste anaeroobse võimsuse näitajad  
( $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$ )

Näitaja	Sportlased	Spordiga mittetoge- lojad	Erinevuse usal- datavus P
Pikkus(cm)	177,7±1,2	178,6±2,0	> 0,1
Kaal(kg)	69,1±1,5	73,9±1,4	< 0,05
Keha pinda- la(m <sup>2</sup> )	1,80±0,03	1,91±0,03	> 0,1
Vaiaus(a)	21,4±0,8	24,1±0,9	< 0,05
VK(ml/BTPS)	5864,5±171,2	5653,1±120,3	> 0,1
V <sub>max</sub> (l BTPS)	197,9±7,7	185,0±8,2	> 0,1
PN <sub>1</sub> (l/sek)	7,45±0,50	7,69±0,37	> 0,1
PN <sub>2</sub> (l/sek)	5,79±0,20	6,22±0,34	> 0,1
EV(cm <sup>3</sup> )	901,4±26,7	869,0±25,3	> 0,1
EV(cm <sup>3</sup> /kg)	13,01±0,40	11,79±0,38	< 0,05
EV.O <sub>2</sub> -puls max	38,55±1,43	46,11±2,14	< 0,01
V:2max(W/LBÜki)	1,79±0,03	1,55±0,04	< 0,01
TPS(LBÜki)	409,6±8,9	453,9±8,6	< 0,01
NaalikarvÜlg (1 STPD)	4,06±0,23	3,02±0,24	< 0,01
Vv(m/sek)	1,60±0,03	1,39±0,05	< 0,01
Vv.kg(kgm/sek)	110,3±2,9	103,4±4,7	> 0,1
PRC <sub>170</sub>	1663,6±61,6	1443,0±62,6	< 0,05
Vilmsus	2004,5±41,3	1649,9±62,3	< 0,01
Σ O <sub>2</sub> t301 (1 STPD)	30,09±1,49	18,90±1,12	< 0,01

Hingamise ja gaasivahetuse näitajad.\*

Tabel 32

Koormus		$\dot{V}_E$ (l/min BTPS)		$\Delta O_2$ (%)		$F_{ECO_2}$ (%)		$\dot{V}_{O_2}$ (l/min STPD)		$\dot{V}_{CO_2}$ (l/min STPD)		RQ		"Excess $CO_2$ " (l/min STPD)	
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P
Enne tšõd	S	15,5±0,8	> 0,1	2,29±0,09	> 0,1	1,73±0,07	> 0,1	0,286±0,015	> 0,1	0,213±0,012	> 0,1	0,746±0,018	> 0,1	-	-
	M	16,9±1,2		2,16±0,08		1,76±0,09		0,306±0,028		0,249±0,025		0,807±0,018			
150 W	S	60,5±3,2	> 0,1	4,51±0,14	< 0,01	3,72±0,10	> 0,1	2,181±0,095	< 0,01	1,777±0,085	> 0,1	0,812±0,020	< 0,01	0,253±0,035	> 0,1
	M	56,1±3,4		3,79±0,11		3,48±0,10		1,778±0,108		1,600±0,274		0,909±0,024		0,249±0,044	
200 W	S	81,4±5,9	> 0,1	4,32±0,16	> 0,1	3,65±0,16	> 0,1	2,734±0,109	< 0,01	2,372±0,129	> 0,1	0,858±0,026	> 0,1	0,394±0,059	> 0,1
	M	68,9±4,0		4,06±0,16		3,82±0,14		2,287±0,099		2,131±0,110		0,932±0,032		0,388±0,064	
250 W	S	103,9±6,8	< 0,05	4,42±0,17	> 0,1	3,90±0,12	> 0,1	3,469±0,120	< 0,01	3,152±0,147	> 0,1	0,903±0,024	> 0,1	0,699±0,121	> 0,1
	M	84,6±5,8		4,36±0,24		4,24±0,18		2,958±0,129		2,910±0,140		0,979±0,029		0,566±0,082	
300 W	S	121,5±6,5	> 0,1	3,99±0,14	> 0,1	3,63±0,12	< 0,05	4,100±0,129	< 0,01	3,522±0,163	> 0,1	0,930±0,028	> 0,1	0,674±0,115	> 0,1
	M	104,9±8,6		4,29±0,27		4,23±0,23		3,601±0,194		3,599±0,271		1,007±0,077		0,662±0,150	
350 W	S	144,4±11,9	-	3,82±0,16	-	3,54±0,12	-	4,254±0,219	-	4,004±0,279	-	0,933±0,040	-	0,923±0,135	-
	M	-		-		-		-		-					
max	S	151,2±9,0	< 0,01	4,65±0,14	> 0,1	4,06±0,09	< 0,05	4,300±0,140	< 0,01	4,053±0,189	> 0,1	0,971±0,035	> 0,1	0,972±0,130	> 0,1
	M	106,2±7,3		4,60±0,20		4,42±0,16		3,527±0,157		3,544±0,222		1,044±0,030		0,758±0,118	
T <sub>1</sub>	S	91,1±6,0	< 0,1	3,24±0,11	< 0,1	3,48±0,1	> 0,1	2,340±0,154	< 0,01	2,552±0,148	< 0,01	1,080±0,031	> 0,1		
	M	55,4±3,2		3,68±0,24		4,03±0,18		1,649±0,094		1,855±0,106		1,114±0,041			
T <sub>2</sub> -T <sub>5</sub>	S	148,2±8,2	> 0,1	2,68±0,10	> 0,1	2,80±0,10	> 0,1	3,103±0,171	> 0,1	3,340±0,192	> 0,1	1,049±0,041	> 0,1		
	M	126,9±9,7		2,80±0,15		3,11±0,15		2,899±0,187		3,238±0,198		1,115±0,028			

\* S - sportlaste rühm

M - spordiga mittetegelejad

T<sub>1</sub> - taastumise esimene minut

T<sub>2</sub>-T<sub>5</sub> - ajavahemik taastumise teisest minutist viienda minutini

Südame löögisageduse, hapnikupulsi, hingamisageduse ja oksühemoglobiini protsendi keskised väärtused

Koormus		P ( lööki/ min.)		O <sub>2</sub> - pulss ( ml./lööki )		f* ( hingamist /min.)		Hb O <sub>2</sub> %	
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P
Enne tööd	S	73,8 ± 1,8		3,90 ± 0,49		15,9 ± 0,5		-	
	H	91,1 ± 3,0	< 0,01	3,41 ± 0,38	< 0,01	18,0 ± 0,6	< 0,05	-	-
150 W	S	133,5 ± 2,6		16,43 ± 0,76		24,3 ± 1,1		94,3 ± 0,4	
	H	142,7 ± 2,8	< 0,05	12,35 ± 0,71	< 0,01	25,9 ± 1,5	> 0,1	95,6 ± 0,2	> 0,1
200 W	S	147,7 ± 2,8		18,59 ± 0,79		29,8 ± 2,0		93,1 ± 0,6	
	H	160,7 ± 3,2	< 0,01	14,22 ± 0,68	< 0,01	28,7 ± 1,6	> 0,1	93,9 ± 0,4	> 0,1
250 W	S	164,7 ± 2,7		21,11 ± 0,71		34,0 ± 1,9		91,0 ± 1,0	
	H	175,3 ± 3,1	< 0,05	16,81 ± 0,71	< 0,01	33,7 ± 2,1	> 0,1	92,0 ± 0,4	> 0,1
300 W	S	175,1 ± 2,6		22,35 ± 0,72		37,6 ± 1,8		88,5 ± 1,3	
	H	185,1 ± 2,6	< 0,01	19,67 ± 1,06	< 0,05	38,2 ± 2,4	> 0,1	89,4 ± 0,9	> 0,1
350 W	S	186,3 ± 2,4		23,11 ± 1,21		40,0 ± 1,3		88,4 ± 1,5	
	H	-	-	-	-	-	-	-	> 0,1
max	S	185,1 ± 1,8		23,70 ± 4,39		41,7 ± 3		88,0 ± 0,9	
	H	185,0 ± 2,2	> 0,1	19,31 ± 0,80	< 0,01	38,3 ± 2,19	> 0,1	89,7 ± 0,8	> 0,1
T <sub>1</sub>	S	163,6 ± 2,2		14,69 ± 1,02		28,9 ± 1,0		89,1 ± 0,9	
	H	171,2 ± 2,4	< 0,05	9,67 ± 0,55	< 0,01	28,2 ± 1,4	> 0,1	89,7 ± 0,8	> 0,1

Tabel 34

## Elektrokardiogrammi näitajate keskmised väärtused.

Koormus		R - R intervall (sek.)		QT-intervall (sek.)		Süstoolne näitaja		T - saki voltaaž (mv)	
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	P
Enne tšõd	S	0,871 ± 0,028	< 0,01	0,370 ± 0,005	< 0,01	42,4 ± 1,1	< 0,01	1,46 ± 0,16	< 0,05
	M	0,623 ± 0,021		0,300 ± 0,006		48,2 ± 1,3		0,96 ± 0,16	<
150 W	S	0,490 ± 0,013	< 0,01	0,290 ± 0,006	< 0,01	59,2 ± 0,9	> 0,1	1,16 ± 0,12	< 0,05
	M	0,427 ± 0,009		0,250 ± 0,006		60,6 ± 0,9		0,81 ± 0,10	
200 W	S	0,433 ± 0,009	< 0,01	0,260 ± 0,005	< 0,01	60,0 ± 0,7	> 0,1	1,54 ± 0,10	< 0,05
	M	0,369 ± 0,007		0,230 ± 0,006		61,9 ± 0,9		1,02 ± 0,15	
250 W	S	0,395 ± 0,008	< 0,01	0,250 ± 0,005	< 0,01	62,2 ± 0,8	> 0,1	1,60 ± 0,12	< 0,05
	M	0,337 ± 0,007		0,210 ± 0,005		62,9 ± 1,0		1,17 ± 0,16	
300 W	S	0,365 ± 0,007	< 0,01	0,240 ± 0,004	< 0,01	64,6 ± 1,0	> 0,1	1,64 ± 0,12	< 0,05
	M	0,322 ± 0,008		0,210 ± 0,006		64,4 ± 1,0		1,15 ± 0,18	
350 W	S	0,347 ± 0,006	-	0,220 ± 0,004	-	64,3 ± 0,7	-	1,66 ± 0,12	-
	M	-		-		-		-	
T <sub>1</sub>	S	0,375 ± 0,013	< 0,01	0,230 ± 0,004	< 0,01	61,3 ± 0,7	> 0,1	1,86 ± 0,12	< 0,01
	M	0,319 ± 0,005		0,200 ± 0,004		62,8 ± 0,9		1,20 ± 0,16	
T <sub>5</sub>	S	0,568 ± 0,014	< 0,01	0,300 ± 0,006	< 0,01	53,4 ± 1,0	< 0,01	2,10 ± 0,14	< 0,01
	M	0,450 ± 0,012		0,250 ± 0,006		58,7 ± 1,0		1,24 ± 0,16	