

TREENINGUKOORMUSTE MÕJU INIMESE ORGANISMILE

VAHUR ÖÖPIK

Treeningukoormuste mõju inimese organismile käsitletakse tavaliselt kahes plaanis, pidades silmas kas ühekordse kehalise koormuse toimet või pikemaajalise regulaarse treeningu efekti. Üksik kehaline pingutus võib organismi talitluses esile kutsuda väga ulatuslikke muutusi, mis väljenduvad näiteks hingamise intensiivistumises, südame löögisageduse suurenemises ja higistamises. Need nihked on aga lühiajalised – nii hingamine, südame töö kui ka higieritus normaliseeruvad koormusjärgsel taastumisperioodil kiiresti. Üksikute koormuste mõju akumulereerumine pikemaajalise kindla suunitlusega treeningu protsessis viib aga võrdlemisi püsivate muutuste väljakujunemisele nii inimese organismi ehituses kui ka talitluses.

KEHALISE KOORMUSE MAHT JA INTENSIIVSUS

Mis tahes kehalise koormuse olulisimad tunnused, mis määravad tema toime inimese organismile, on maht ja intensiivsus.

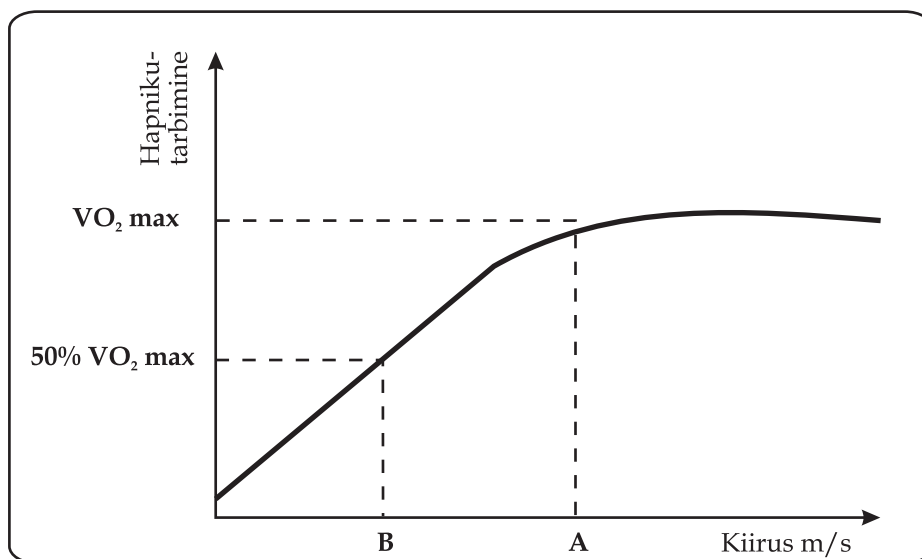
Koormuse maht on iseloomustatav ja mõõdetav näiteks tegevusele kulunud ajaga (sekundid, minutid, tunnid), läbitud vahemaa pikkusega (meetrid, kilomeetrid), sooritatud korduste arvuga või ka tõstetud raskuste kogusummaga (kilogrammide, tonnide).

Kehalise koormuse intensiivsusel on aga kaks aspekti: seda saab vaadelda kas absoluutsel või suhtelisel skaalal. Koormuse intensiivsust absoluutsel skaalal iseloomustab paljudel juhtudel kõige paremini liikumise kiirus, olgu siis tegemist jooksmise, ujumise, jalgrattasõidu, suusatamise või mõne muu sarnase tegevusega. Harjutuse intensiivsust peegeldab ka sooritatud korduste arv ajaühikus. Näiteks kui maadleja treenib mannekeeniga ülerinnaheiteid, siis kümme heidet minutis sooritades on kõnealuse harjutuse intensiivsus kaks korda kõrgem kui sagedusega viis korda minutis.

Kehalise koormuse mõju inimese organismile sõltub selle mahust ja intensiivsusest

NB!**KEHALISE KOORMUSE SUHTELINE INTENSIIVSUS**

Kehalise töö suhteline intensiivsus on väljendatav protsentides indiviidi maksimaalsest hapniku tarbimise võimest. Inimorganismi elutalitluseks on hapniku pidev kättesaadavus vältimatu eeltingimus. Organismi hapnikuvajadus ja -tarbimine puhkeolekus on ligikaudu 0,2–0,4 liitrit minutis. Kehalisel pingutusel, näiteks jooksmisel, hapnikutarbimine suureneb võrdeliselt sooritatava töö absoluutse intensiivsusega (jooksukiirusega), kuni saavutab oma lae, mis sõltuvalt inimese treenitusest on enamasti vahemikus 2–6 liitrit minutis (joon. 1). Maksimaalse hapniku tarbimise võime ($VO_2\text{max}$) all mõistetaksegi suurimat hapniku hulka ajaühikus, mida indiviidi organism suudab tarbida intensiivsel kehalisel tööl, mis haarab suuri lihasgruppe. Töö suhteline intensiivsus 50% $VO_2\text{max}$ tähendab seda, et niisuguse koormuse puhul suureneb konkreetse indiviidi hapnikutarbimine 50 protsendini tema maksimaalsest hapniku tarbimise võimest.



Joonis 1. Maksimaalne hapnikutarbimise võime. Inimese organism tarbib pidevalt hapnikku. Kehalisel pingutusel hapnikutarbimine suureneb võrdeliselt sooritatava töö absoluutse intensiivsusega. Teatud tasemest (A) alates aga töö intensiivsuse edasise tõstmisega hapnikutarbimine enam ei suurene – inimene on saavutanud oma hapnikutarbimise võime maksimumi ($VO_2\text{max}$). Oma $VO_2\text{max}$ tasemele vastavat kehalist koormust talub inimene lühikest aega, 50% $VO_2\text{max}$ tasemel (B) võib ta aga töötada väga kaua

Kehalise töö intensiivsus suhtelisel skaalal väljendatuna võib küündida ka tasemeni 125% $VO_2\text{max}$ ja palju enamgi. See on seletatav asjaoluga, et jookskiirust (töö intensiivsust absoluutsel skaalal) on võimalik suurendada veel pärast hapnikutarbimise maksimumi saavutamist, kuna lühikest aega saavad lihased töötada ka olukorras, kus hapnikuvajadus on tunduvalt suurem kui hapniku hulk, mida organism otseselt töö ajal tarbida suudab.

KEHALISE KOORMUSE MÕJU ORGANISMI TALITLUSELE

Inimese organismi reaktsiooni kehalisele koormusele määrab eelkõige selle suhteline, mitte absoluutne intensiivsus. Seda on võrdlemisi lihtne mõista, kui võrrelda näiteks tippklassi pikamaajooksjat kesise treenitusega mehega kujuteldavas treeningueksperimentis. Kui me doseeriksime neile ühesuguse koormuse intensiivsuse absoluutsel skaalal ja selleks oleks jooks kiirusega $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, oleks kõrge treenitusega jooksjale see tugev, kuid harjumuspärane koormus, millega ta suurepäraselt toime tuleks ning millel piisava kestuse korral oleks kindlasti ka treeniv efekt. Seda lubab oletada tõsiasi, et näiteks 10 000 m jooksus arendavad eliitklassi jooksjad rajal keskmist kiirust $\text{ca } 6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, mis võimaldab neil läbida iga kilomeetri ajaga alla 2 minuti ja 50 sekundi. Nende organism talub seda hästi, kuna suhtelisel skaalal on sellise töö intensiivsus nende jaoks küll kõrge, kuid jääb kindlasti alla 100% $VO_2\text{max}$ piiri. Seevastu tagasihoidliku treenitusega meestest suudaks

Kindla absoluutse intensiivsusega kehaline koormus võib kõrge treenitusega sportlase jaoks osutuda võrdlemisi tagasihoidlikuks pingutuseks, treenimata inimesele talle omasel suhtelise intensiivsuse skaalal aga väga kõrge intensiivsusega kehaliseks tööks

enamik niisugust tempot säilitada parimal juhul vaid mõnesaja meetri vältel, kuna nende suhtelise intensiivsuse skaalal ületab see neile omase maksimaalse hapniku tarbimise võime. Selline koormus ei omaks kesise treenitusega individide puhul ka olulist vastupidavusvõimet arendavat efekti, kuna see käiks neile lihtsalt üle jõu ning nad ei suudaks seda piisavalt kaua taluda.

Samas, kui doseerida meie kujuteldavatele vaatlusalustele ühesugune koormus vastavalt nende individuaalsele maksimaalsele hapniku tarbimise võimele, näiteks 55–60% VO_2max , oleks sellise kehalise pingutuse mõju neile enam-vähem ühesugune nii subjektiivselt tajutava raskusastme kui ka objektiivselt mõõdetava toime poolest organismi talitlusele, näiteks südame ja hingamissüsteemi tööle. Mõlemad suudaksid niisuguses suhtelise intensiivsuse tsoonis töötada kaua aega, küll aga ületaks kõrge treenitusega sportlase liikumiskiirus sel juhul tunduvalt tema tagasihoidliku treenitusega kaaslase arendatavat tempot.

KEHALISE TÖÖGA KAASNEVAD MUUTUSED LIHASTES

Kehalisel pingutusel on töö vahetud sooritajad skeletilihased. Kuid nende talitluse tagamiseks aktiveerib närvi- ja endokriinsüsteem ka muud organid ja organsüsteemid ning koordineerib nende toimimist eesmärgiga tagada organismi kui terviku adekvaatne reaktsioon koormusele. Peale lihaste leiavad kõige märgatavamad muutused kehalisel tööl aset hingamiselundite, südame ja vereringe ning termoregulatsiooni süsteemi talitluses.

Kõige tähelepanuväärsemad muutused, mis ilmnevad töötavates lihastes, on energiavarude vähenemine ning mitmesuguste ainevahetusproduktide (metaboliitide) kontsentratsiooni suurenemine neis.

Lihased töötavad, kasutades selleks adenosiintrifosfaadi (ATP) lagundamisel (hüdrolüüsil) vabanevat energiat. ATP kontsentratsioon püsib töötavates lihastes sellele vaatamata stabiilsena, kuna selle hüdrolüüsi intensiivistumine toob endaga alati kaasa ka ATP taastootmise (resünteesi) suurenemise. Peamised ühendid, millesse kätketud energiat kasutatakse ATP resünteesi tagamiseks töötavates lihastes, on fosfokreatiin, glükogeen ja triglütseriidid. Nende ühendite sisaldus töötavates lihastes võib suurel määral väheneda. Vähenemise ulatus sõltub seejuures alati sooritatava töö intensiivsusest ja kestusest. Näiteks 100 m sprindidistantsi läbimisel maksimaalse kiirusega võivad fosfokreatiini varud sportlase lihases ammenduda. Seevastu glükogeeni ja triglütseriidide kontsentratsioon jääb praktiliselt muutumatuks. Vastupidavustööl on aga kõige ilmekam muutus lihastes glükogeenivarude ulatuslik vähenemine, kurnavalt pika kestusega pingutuse korral nende täielik ammendumine. Glükogeenivarude vähenedes hakkavad töötavad lihased järjest enam kasutama veres ringlevat glükoosi. Viimase taset säilitatakse stabiilsena võrdlemisi pikka aega maksa glükogeenivarude lagundamise arvel, mis võimaldab glükoosi verre juurde suunata vastavalt sellele, kuidas lihased seda tarbivad. Maksa glükogeenivarude ammendumisel langeb glükoosi kontsentratsioon veres märgatavalt, sellega kaasneb väga tugev väsimustunne.

Paljust ainevahetusproduktidest, mille produktsioon lihastes kehalisel tööl võrreldes puhkeseisundiga märgatavalt suureneb, on kõige enam tähelepanu pälvinud piimhape. Nii nagu energeetilist tähtsust omavate varuainete hulga vähenemine, sõltub ka erinevate metaboliitide kontsentratsiooni suurenemine kontraheeruvates lihastes töö intensiivsusest ja kestusest. Eespool näiteks toodud 100 m sprindidistantsi läbimisega või tund-poolteist kestva vastupidavustööga kaasneb vaid mõningane piimhappe kontsentratsiooni tõus lihastes. Seevastu 400 või 800 m jooks maksimaalse kiirusega kutsub esile erakordselt ulatusliku piimhappe kontsentratsiooni tõusu nii töötavates lihastes kui ka veres, kuhu kõnealune ühend lihastest satub.

Energiavarude vähenemine ja metaboliitide kuhjumine töötavates lihastes on peamisi asjaolusid, mis kutsuvad esile töövõime languse – väsimuse. Näiteks

NB!

Treeningukoormuste intensiivsuse doseerimisel tuleb arvestada eelkõige sellega, kui suure koormusega on tegemist konkreetse treenija suhtelise intensiivsuse skaalal

Lihased töötavad adenosiintrifosfaadi (ATP) lagunemisel vabaneva energia arvel. Sellele vaatamata ATP sisaldus töötavates lihastes oluliselt ei vähene, kuna ATPd taastoodetakse vastavalt vajadusele fosfokreatiinist, glükogeenist ja triglütseriididest lähtudes

Energiavarude vähenemine ja ainevahetuse laguproduktide kuhjumine lihastes on peamisi väsimuse tekkimise ja süvenemise põhjuseid kehalisel tööl

NB!

Hingamissüsteemi talitus intensivistub kehalisel tööl vastavalt lihaste suurenevale hapnikuvajadusele

Kehalisel tööl võrreldes puhkeseisundiga suurenevad nii südame löögisagedus, löögimaht kui ka minutimaht vastavalt pingutuse intensiivsusele. Südame löögisageduse alusel on võimalik doseerida treeningukoormusi ja hinnata koormusjärgsete taastumisprotsesside kulgemist

vastupidavustööl intensiivsusega 65–70% VO_2max on väsimuse süvenemine ja kurnatusseisundi tekkimine otseselt seotud glükogeenivarude ammendumisega lihastes. Seevastu 400 m ja 800 m distantsidel, kus soorituse intensiivsus ületab 100% VO_2max taseme, tekib kiire töövõime langus peamiselt piimhappe ulatusliku kuhjumise tagajärjel lihastesse ja verre. Glükogeenivarude vähenemisel lihastes on seejuures teise- või koguni kolmandajärguline roll.

HINGAMISSÜSTEEMI TALITLUS KEHALISEL TÖÖL

Hingamissüsteemi peamine ülesanne on kogu organismi, sealhulgas lihaste varustamine hapnikuga. Kuna kehalisel tööl lihaste hapnikutarbimine suureneb, on möödapääsmatult vajalik aktiveerida ka hingamiselundite talitus. Kõige hõlpsamini on see märgatav hingamissageduse ja -sügavuse suurenemisena. Puhkeseisundis hingab inimene 12–16 korda, kehalisel tööl aga kuni 60 korda minutis. Selle tulemusena suureneb oluliselt kopsude ventilatsioon, s.o kopsusid läbiva õhu hulk. Kopsude ventilatsioon sõltub olulisel määral hingamislihaste võimsusest, viimast omakorda iseloomustab õhu liikumise mahtkiirus sisse- ja väljahingamise maksimaalse tahtelise forsseerimise korral. Tervel, kuid treenimata inimesel küünib see näitaja ligikaudu 5–6 liitrini sekundis, treenitud sportlastel aga võib see olla 10–14 $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$. Kopsude maksimaalne ventilatsioon jääb treenimata inimestel enamasti vahemikku 70–100 $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$, kõrge treenituse tasemega sportlastel (eelkõige vastupidavusalade esindajatel) võib aga küündida 200–240 liitrini minutis.

SÜDAME TALITLUS KEHALISEL TÖÖL

Südame talitluse kõige hõlpsamini jälgitav ilming on löögisagedus, mis puhkeseisundis on enamikul inimestest 60–70 lööki minutis, kehalisel tööl aga võib suureneda 200 ja veidi enamagi löögini minutis. Treenituse tase südame maksimaalset löögisagedust oluliselt ei mõjuta, küll väheneb see koos inimese vanuse suurenemisega. Puhkeseisundis on aga treenitud inimese südame löögisagedus tavaliselt madalam kui treenimata inimesel. Eriti selgesti tuleb see esile vastupidavuslikult treenitute puhul, kellele on täielikus puhkeolekus ca 50 lööki minutis võrdlemisi tavapärane näitaja. Mõnedel inimestel on südame löögisageduseks rahuolekus registreeritud isegi alla 30 löögi minutis.

Vere hulka, mida süda ühe kokkutõmbega vereringesse paiskab, nimetatakse löögimahuks. Koos südame löögisageduse suurenemisega suureneb kehalisel tööl võrreldes puhkeseisundiga ka löögimaht: kui rahuolekus on see 60–80 ml (vastupidavusalade sportlastel 110–130 ml), siis töö ajal küünib selle tõus treenimata inimesel 100–140 milliliitrini, kõrge treenitusega sportlastel aga 150–220 milliliitrini.

Südame löögisagedus (% maksimaalsest)	Hapniku tarbimine (% maksimaalsest)
50	28
60	40
70	58
80	70
90	83
100	100

Tabel 1. Südame maksimaalne löögisagedus ja maksimaalne hapniku tarbimise võime.

Südame maksimaalset löögisagedust on noortel tervetel inimestel võimalik võrdlemisi hõlpsasti kindlaks määrata astmeliselt tõusvate koormuste meetodil. Ligikaudselt on see kalkuleeritav lihtsa valemiga: $\text{SLS}_{\text{max}} = 220 - \text{inimese vanus}$ aastates. Tõsiasi, et töö suhteline intensiivsus on submaksimaalsetel koormustel seoses südame löögisagedusega, võimaldab kehaliste koormuste intensiivsust adekvaatselt doseerida ka indiviidi VO_2max taset otseselt määramata, üksnes südame löögisageduse alusel.

Löögisagedus ja löögimaht määravad südame minutimahu, s.o vere hulga, mida süda suudab vereringesse pumbata ühes minutis. Treenimata inimene ja eelkõige vastupidavuslikult treenitud sportlane erinevad märgatavalt ka saavutatava maksimaalse minutimahu poolest: esimesel jääb see enamasti 20 liitri piiresse, teisel

võib ulatuda 36–42 liitrini. Võrdluseks olgu öeldud, et puhkeseisundis piisab keha hapnikurikka verega varustamiseks südame minutimahust 5–6 l, seda nii treenitud kui ka treenimata inimesel.

Ühelt poolt peegeldab südame löögisagedus meie organismi reaktsiooni kehalisele koormusele, teiselt poolt on see võrdlemise hõlpsasti mõõdetav ja jälgitav. Seepärast on südame löögisagedus väga käepärane ja samas objektiivne näitaja, mille alusel saab treeningukoormusi doseerida (tabel 1). Südame löögisageduse alusel on võimalik eristada treeningukoormusi, mida rakendatakse vastupidavusalade sportlaste põhi-, tempo- ja maksimaalvastupidavuse sihipäraseks arendamiseks. Südame löögisagedus on objektiivne orientiir koormuste doseerimisel ja taastumisprotsesside hindamisel praktiliselt kõigil spordialadel.

VERERINGESÜSTEEMI TALITLUS KEHALISEL TÖÖL

Vereringesüsteemis toimuvad kehalisel tööl märkimisväärsed muutused (tabel 2). Töötavates lihastes veresoonte valendik suureneb, mille tulemusena suureneb võrreldes puhkeseisundiga ka lihastesse suunatava vere hulk. Samasuunalised muutused leiavad aset ka südame ja naha verevarustuses. Seevastu siseelundites (sooled, maks, neerud jt) veresooned ahenevad ning neid läbiva vere hulk vähe- neb. Niisugused ümberkorraldused on vajalikud, kindlustamaks lihaste suurene- nud hapnikuvajaduse katmist ja võimaldamaks kehal vabaneda töö ajal tekkivast suurest soojushulgast. Süstoolne vererõhk suureneb kehalisel tööl tavaliselt mär- gatavalt, diastoolse rõhu muutused on enamasti väheolulised.

Tabel 2.

Erinevaid elundeid läbiva vere maht ühes minutis ja selle osakaal (%) südame minutimahust puhkeseisundis ning kehalisel tööl. Südame minutimaht puhkeseisundis on ligikaudu 5000 ml, suuri lihasgruppe haaraval kehalisel tööl küünib see treenimatu inimesel ca 20000 milliliitrit, treenitul kuni 42000 milliliitrit. Tabelis on südame minutimahuks kehalisel tööl arvestatud 25000 milliliitrit.

Elund	Puhkeseisund		Kehaline töö		Muutus puhkeseisund/töö
	Maht (ml)	%	Maht (ml)	%	
Lihased	1000	20	21000	84	21×↑
Süda	200	4	1000	4	5×↑
Aju	700	14	900	4	1,3×↑
Nahk	300	6	600	2	2×↑
Maks	1350	27	500	2	2,7×↓
Neerud	1100	22	250	1	4,4×↓
Muud	350	7	780	3	2,2×↑

**Võrreldes puhke-
seisundiga suure-
neb kehalisel tööl
märgatavalt lihaste
verevarustus, vähe-
neb aga verevool
siseelunditesse**

TERMOREGULATSIOON KEHALISEL TÖÖL

Muutustest termoregulatsiooni süsteemi talitluses kehalisel tööl annab märku higi eritumise intensiivistumine. Kehalisel pingutusel suureneb soojusproduktioon inimese organismis paratamatult, samas on stabiilse kehatemperatuuri säilitamine töövõime tagamise peamisi eeltingimusi. Higi aurustumine keha pinnalt on enamikus elus ette tulevates olukordades olulisim termoregulatiivne mehhanism. Iga grammi aurustunud higiga juhitakse kehast väliskeskkonda ca 0,6 kcal soojust. Tööpühune higistamisega kaasnev veekaotus 1–1,5 liitrit tunnis on võrdlemise tavaline nähtus, kuid higierituse intensiivsus sõltub peale kehalise töö iseloomu oluliselt ka riietusest ja keskkonnatingimustest. Kuumas kliimas higierituse inten- siivsus suureneb nii puhkeseisundis kui ka kehalisel tööl.

Higierituse intensiivsus kehalisel tööl on siiski väga individuaalne, erinedes ühesugustes keskkonnatingimustes, ühesuguses riietuses ja ühesuguse kehalise pingutuse sooritamisel erinevatel indiviididel kuni neli korda. Kuigi higistamine

**Võrreldes
puhkeseisundiga
suureneb kehalisel
tööl inimese keha
soojusprodukt-
sioon. Stabiilset
kehatemperatuuri
aitab säilitada
higi aurustumine
keha pinnalt. Iga
grammi aurustunud
higiga vabaneb
inimese organism
ca 0,6 kilokalorit
soojusest**

NB!

**Kehalisel töö-
kehatemperatuur
tõuseb ja
stabiliseerub puh-
keseisundiga võr-
reldes mõnevõrra
kõrgemal tasemel.
Kehatemperatuuri
tõusu ulatus
sõltub eelkõige
töö intensiivsusest,
välistemperatuurist
ja õhuniiskusest**

**Vastupidavusliku
töövõime
paranemise alus
vastupidavustree-
ningu tulemusena
on organismi mak-
simaalse hapniku-
tarbimise võime
kasv, anaeroobsele
lävele vastava
koormuse ja liiku-
mise ökonoomsuse
kasv**

on vajalik kehatemperatuuri stabiliseerimiseks, kahjustab ka veekaotus lõppkokkuvõttes kehalist töövõimet. Näiteks vedelikukaotusega ca 5% ulatuses kaasneb ligikaudu 30% vastupidavusliku võimekuse langus, selgelt negatiivse toimega töövõime suhtes on ka juba märksa tagasihoidlikuma ulatusega (ca 1,5%) vedelikukaotus.

Vaatamata termoregulatsiooni süsteemi aktiveerumisele ei stabiliseeru kehatemperatuur töö ajal siiski mitte päris puhkeseisundi tasemel. Üldine seaduspärasus on, et kehalisel töö-temperatuur tõuseb ning koormuse ühtlase intensiivsuse korral saavutab see kõrgema võrdlemisi püsiva taseme. Välistemperatuuril üle 16 °C ja konstantse õhuniiskuse korral on püsiv tööaegne kehatemperatuur seda kõrgem, mida kõrgem on sooritatava töö suhteline intensiivsus. Näiteks leiti ühes uuringus, et välistemperatuuril 20–22 °C korral ja töö-temperatuuriga 50% $VO_2\max$ vaatlusaluste rektaaltemperatuur järk-järgult tõusis ja stabiliseerus 37,3 °C juures. Seevastu samades tingimustes, kuid 75% $VO_2\max$ korral stabiliseerus nende rektaaltemperatuur alles 38,5 °C tasemel.

Peale töö suhtelise intensiivsuse mõjutab kehatemperatuuri tõusu ulatust pingutuse ajal ka õhuniiskus: välistemperatuuril üle 16 kraadi ja töö ühesuguse suhtelise intensiivsuse puhul tõuseb rektaaltemperatuur seda enam, mida suurem on õhuniiskus. See on seletatav asjaoluga, et õhuniiskuse suurenedes väheneb higi aurustumine keha pinnalt, seega väheneb ka aurustumisega kaasnev soojuskadu.

REENITUSSEISUND

Ühekordse treeningukoormuse mõju inimese organismile võib küll olla väga tugevasti väljendunud, kuid sellega kaasnevad muutused organismi talitluses jäävad lühiajalisteks. Seevastu kutsub regulaarne treening ajapikku esile võrdlemisi püsivad muutused nii inimorganismi ehituses kui ka talitluses. Nende muutuste olemus sõltub seejuures otseselt treeningu suunitlusest. Kõige hõlpsamini on see märgatav ühelt poolt vastupidavustreeningu ning teisalt jõu arendamisele suunatud treeningu tagajärjel tekkivate muutuste võrdlemisel.

VASTUPIDAVUSTREENING

Vastupidavustreeningu tulemusena suureneb organismi maksimaalne hapnikutarbimise võime, tõuseb nn anaeroobsele lävele vastav koormus ning paraneb liikumise ökonoomsus.

$VO_2\max$ suurenemine tuleneb muutustest, mida regulaarsed treeningukoormused kutsuvad esile hingamissüsteemis, südames ja vereringesüsteemis ning lihastes. Olulisima tähtsusega on ilmselt südame kui pumba funktsiooni täiustumine ja kapillaaride tiheduse suurenemine skeletilihastes. Treenimatul inimesel suureneb $VO_2\max$ vastupidavustreeninguga alustamisel võrdlemisi kiiresti – muutused on märgatavad juba mõne nädalaga. Edasisel treenimisel $VO_2\max$ juurdekasv aga aeglustub ning ligikaudu aasta kuni pooleteise pärast võib see jõuda platoole, kus jätkuv suurenemine lakkab.

Inimese vastupidavuslik töövõime võib aga jätkuvalt paraneda, vaatamata $VO_2\max$ suhtelisele stabiliseerumisele. Selle alus on nn anaeroobsele lävele vastava koormuse suurenemine. Anaeroobsele lävele vastab töö intensiivsus, mille korral laktaadi kontsentratsioon veres tõuseb 4 millimoolini liitris. Treenimata inimesel juhtub see kehalisel töö-temperatuuriga 55–60% $VO_2\max$, kõrge treenitusega vastupidavusalade sportlastel võib aga anaeroobne lävi ilmnedas alles koormustel, mis vastavad 80% $VO_2\max$ tasemele või isegi üle selle. Mida kõrgem on indiviidi anaeroobne lävi, seda suurem on töö intensiivsus, mida ta pikka aega taluda suudab. Teiste sõnadega – seda suurem on inimese vastupidavuslik töövõime.

Anaeroobse läve tõus vastupidavustreeningu tulemusena põhineb peamiselt lihastes toimuvatel muutustel. Tänu kapillaaride tiheduse suurenemisele ja mitokondrite arvukuse ning mõõtmete kasvule suureneb treeningu mõjul märgatavalt lihaste võime kasutada kehalisel tööil energiaallikana rasvasid. See võimaldab organismi piiratud glükogeenivarusid märksa ökonoomsemalt kulutada ning ühtlasi vähendab piimhappe produktsiooni, mis on vastupidavusliku töövõime parandamise seisukohast keskse tähtsusega.

Nii nagu $VO_2\max$, ei ole ka anaeroobne lävi arendatav lõpmatuseni. Anaeroobse läve suurenemine on vastupidavustreeninguga tegelemise esimestel aastatel võrdlemisi kiire, 2–3 aastaga selle areng aeglustub ning jõuab suhtelisele platoole 3–4 aastaga.

Peale $VO_2\max$ ja anaeroobse läve sõltub vastupidavuslik töövõime olulisel määral liikumise ökonoomsusest. Näiteks jooksmisel võrdse tempoga 300 m minutis võib võrdse $VO_2\max$ tasemega indiviidide hapnikutarbimine oluliselt erineda. Kui see on ühel 40 ml/kg/min ja teisel 50 ml/kg/min, siis on ilmne, et neist esimese liikumise ökonoomsus ja seeläbi ka vastupidavuslik töövõime on märgatavalt suurem kui teisel. Analooiliselt muude käsitletud parameetritega suureneb ka liikumise ökonoomsus treeningu mõjul algul kiiresti, treenituse arenedes aga järjest aeglasemalt. Siiski, ökonoomsus on arendatav veel aastaid pärast seda, kui nii $VO_2\max$ kui ka anaeroobse läve tõus on jõudnud platoole.

JÕUTREENING

Jõutreeningu efekt põhineb peamiselt nn neuraalsel kohanemisel ja skeetilihaste hüpertroofial. Esimene neist omab lihasjõu suurenemise seisukohast olulisimat tähtsust treeningu esimese 6–8 nädala vältel. Pikemaajalisel treeningul aga sõltub jõu juurdekasv järjest enam lihasmassi suurenemisest, mille alus on omakorda lihaskiudude läbimõõdu suurenemine.

Neuraalse kohanemise olemus seisneb närvisüsteemi talitluse täiustumises skeetilihaste töö juhtimisel. See avaldub näiteks üksikute lihaskiudude talitluse sünkroonsuse astme suurenemises, mis omakorda võimaldab suurendada lihase arendatavat maksimaalset jõudu. Ilmne on ka erinevate lihaste ja lihasgruppide talitluse koordineerituse paranemine.

Lihaskiudude pikemaajaline areng treeningu mõjul põhineb peamiselt lihaskiudude läbimõõdu suurenemisel – hüpertroofial. Lihaskiud on võrdelises sõltuvuses lihase ristlabilõike pindalast. Seega – mida enam suureneb üksikute lihaskiudude läbimõõt, seda enam suureneb kogu lihase ristlabilõike pindala ja lihase jõud. Lihaste hüpertrofeerumise aluseks on lihasvalkude sünteesi intensiivistumine jõutreeningule iseloomulike koormuste mõjul.

Erinevalt vastupidavustreeningust ei kutsu jõu arendamisele suunatud koormused esile kapillaaride tiheduse suurenemist ega ka mitokondrite arvu või mõõtmete kasvu lihastes. Kuna müofibrillide paksenemise tõttu lihasraku ruumala suureneb, mitokondrite summaarne ruumala aga jääb muutumatuks, siis mitokondrite suhteline ruumala hüpertrofeerunud lihasrakus koguni väheneb. Lihaskiudude läbimõõdu suurenemise tõttu väheneb ka kapillaaride tihedus lihases. Niisugused muutused kahjustavad hüpertrofeerunud lihaste vastupidavuslikku töövõimet.

Osa muutusi, mis tekivad lihaste tasandil, on siiski vastupidavus- ja jõutreeningu puhul ka sarnased. Näiteks suureneb mõlemal juhul lihaste glükogeenisisaldus. Siiski, vastupidavustreeningu korral võib see suurenemine küündida 2,5 korrani võrreldes treenimata inimese tasemega, jõutreeningu efekt jääb aga reeglina vaid 20–30% piiresse.

**Lihaskiudude kasv
jõutreeningu
tulemusena
põhineb närvi-
süsteemi talitluse
täiustumisel lihaste
töö juhtimisel
ning lihaskiudude
läbimõõdu
suurenemisel**

NB!

PEATÜKIS ESINEVAD MÕISTED

Adenosiintrifosfaat (lühend ATP)	keemiline ühend, mille lagundamisel vabaneb rohkesti energiat, mida rakud vajavad elutalitluse alalhoidmiseks
Anaeroobne lävi	kehalise koormuse intensiivsus, mille puhul laktaadi kontsentratsioon veres tõuseb 4 millimoolini liitris
ATP	vt adenosiintrifosfaat
Diastoolne vererõhk	suure vereringe suurte arterite kõige madalam vererõhk südamelihase lõõgastumise (diastoli) ajal
Fosfokreatiin	suure energeetilise potentsiaaliga keemiline ühend, mille lagundamisel vabanevat energiat kasutatakse ATP resünteetiks maksimaalse intensiivsusega kehalisel tööl
Glükogeen	süsivesikute, täpsemalt keeruka molekulaarse struktuuriga polüsahhariidide hulka kuuluv keemiline ühend, mis kätkeb endas olulist energiavaru maksas ja lihastes. Glükogeeni molekul koosneb suurest hulgast glükosüüridest.
Glükoos	süsivesikute, täpsemalt lihtsa molekulaarse struktuuriga monosahhariidide hulka kuuluv keemiline ühend, organismile oluline energiaallikas
Kopsude ventilatsioon	gaasivahetus välisõhu ja kopsude vahel, mis toimub sisse- ja väljahingamise teel
Laktaat	piimhapest tekkiv sool
Maksimaalne hapniku tarbimise võime (lühend $VO_2\max$)	suurim hapniku hulk ajaühikus, mida indiviidi organism suudab tarbida suuri lihasgruppe haaraval intensiivsel kehalisel tööl
Neuraalne kohanemine	(jõutreeningu kontekstis) närvisüsteemi talitluse täiustamine skeletilihaste talitluse juhtimisel, mille tulemusena lihaste jõud kasvab
Piimhape	süsivesikute anaeroobsel (ilma hapniku osaluseta) lagundamisel tekkiv orgaaniline hape. Piimhapet tekib lihastes rohkesti kõrge intensiivsusega kehalisel tööl.
Rektaaltemperatuur	inimese kehatemperatuur mõõdetuna pärasooles kindlas sügavuses. Rektaaltemperatuur on keha süva- piirkonna temperatuur.
Skeletilihaste hüpertroofia	skeletilihaste ristlõibilõike pindala suurenemine. Lihaste hüpertroofia tuleneb neid moodustavate lihaskiudude hüpertroofiast.
Südame löögimaht	vere hulk, mis väljutatakse suurde vereringesse südame vasakust vatsakesest ühe südamelöögiga (südame kokkutõmbega)

Südame löögisagedus	südame kokkutõmmete arv ajaühikus. Tavaliselt väljendatakse südame löögisagedust kokkutõmmete (südamelöökid) arvuna ühes minutis.
Südame minutimaht	vere hulk, mis väljutatakse südame vasakust vatsakesest suurde vereringesse ühe minuti vältel. Südame minutimaht sõltub südame löögisagedusest ja löögimahust.
Süstoolne vererõhk	suure vereringe suurte arterite kõige kõrgem vererõhk südame vatsakeste kokkutõmbe ajal.
Termoregulatsioon	normaalse, stabiilse kehatemperatuuri säilitamine vastavate füsioloogiliste mehhanismide toimimise tulemusena
Triglütseriidid	lipiidide hulka kuuluvad keemilised ühendid, rasvad. Triglütseriidides on kätkevad kõige suuremad energivarud inimese organismis.
VO₂max	vt maksimaalne hapniku tarbimise võime

Kordamisküsimused:

1. Selgita mõistete "kehalise koormuse absoluutne intensiivsus" ja "kehalise koormuse suhteline intensiivsus" sisu ning omavahelisi seoseid.
2. Millega peamiselt tuleneb vajadus verevoolu ümberjaotamiseks erinevate organite vahel kehalisel tööl võrreldes puhkeseisundiga?
3. Kirjelda lühidalt peamisi muutusi inimese organismis, mille kutsuvad esile regulaarne vastupidavustreening ning mis on vastupidavusliku töövõime suurenemise aluseks.
4. Selgita lühidalt, millel põhineb esialgne kiire lihasjõu kasv ja selle hilisem pikemaajaline areng jõutreeningu mõjul.