

LIHASE JÕUD, KIIRUS, VÕIMSUS JA VASTUPIDAVUS

KRISTJAN PORT

Looduses on kõik liikumises – kui objekt ei liigu ise (näiteks taimed), liigub tema keskkond. Tihti liiguvad aga mõlemad. Liikumisevõime loob teatud eeliseid, kuid tasakaalustab neid lisanduvate ohtudega. Evolutsiooni käigus on erinevad liigid püüdnud leida nende kahe piirtingimuse vahel säilimiseks piisava tasakaalu. Inimese liikumisevõime ja selle piiratus on samuti senise pika arengu tulemus – oleme just nii kiired, vastupidavad ja tugevad, kui on vaja olnud senises elukeskkonnas elus püsimiseks ja paljunemiseks. Keskkonna muutudes kulub aega uue tasakaalupunkti leidmisele.

Tänaseks oleme oma elusfääri kujundamas inimloodud tehnilise ja sotsiaalse keskkonnaga. Mõlemad esitavad meie liikumisevõimele uusi väljakutseid – näiteks langetades liikumisvajadust, kuid suurendes ka kehale mõjuvaid füüsilisi jõudusid (autod, jalgrattad jmt). Ka sportimine on olemuselt kunstlikult arendatud, looduslikult väljakujunenud võimeid proovile panev fenomen. Sportliku edu juhtimisel on seetõttu oluline arvestada meie liikumisevõimet tagavate struktuuride talitlusega.

Liikumisevõime aktiivset rolli täidab kõrgema närvitalitluse juhtimisele alluv vöötlihaskude (lisaks leidub kehas veel kahte lihaskude: organite seintes asuvad silelihased ja südamelihased). Lihaskude iseloomustab neli talitlust:

- Erutavus – võime reageerida välisele signaalile. Peamised lihase talitlust mõjutavad signaalid on närvilõpmetes toodetavad keemilised ühendid (neuromediaatorid) ja hormoonid.
- Kontraktilsus – võime välist koormust ületades kokku tõmbuda. Selle tunnuse poolest on lihaskude teiste kudede seas unikaalne.
- Venitavus – pärast kontraktsiooni saab lihasraku endisesse pikkusesse tagasi venitada. Lõdvestunud lihast saab mõningal määral venitada üle oma loomuliku pikkuse.
- Elastsus – tänu elastsusele taastab üle oma loomuliku pikkuse venitatud lihas ilma energiat kulutamata oma algupärase pikkuse ja kuju.

Tegelikult ei huvita meid niivõrd üksiku lihase võimekus, kuivõrd erinevate lihaste, luude ning liigeste kompleksis tekkiv resultatiivne liigutus. Selle mõistmiseks on otstarbekas omavahel eristada liigutuse põhisuunas jõudu rakendava lihase (agonist), aktiivset kontraktsiooni modifitseerituna kaasatöötavate lihaste (sünergistid ja fiksaatorid), vastutöötavate lihaste (antagonist), ülekandvate elastsete elementide (naaberrakud, sidemed, kõõlused) ning luudest kangisüsteemi. Tänu kaasatud elementide paljususele ei vasta **liigutuse kiirus** alati **lihase kontraktsiooni kiirusele**. Sama kehtib ka **liigutuse jõu** puhul. Sõltuvalt näiteks liigutuse valest tehnikast või väsimusest tingitud halvenenud lihaskoordinatsioonist võib sportlase päriolik eelis kustuda kirjeldatud elementide loodud takistusse.

Tänu kaasatud elementide paljususele ei vasta liigutuse kiirus alati lihase kontraktsiooni kiirusele. Sama kehtib ka liigutuse jõu puhul

NB!

Liigutustegevuse vastupidavust ei ole samuti otstarbekas vaadelda vaid lihase funktsioonina, sest ilma südame, vereringe, hingamis- ning närvisüsteemita on lihase vastupidavusel vaid teoreetiline väärtus

Lihase kannab sadade tuhandete kontraktilsete ühikute genereeritud jõuimpulsi elastsete elementide kaudu lihase pinnale ja sealt lihasgruppe ümbritsevate sidekoeliste kilede kaudu kõõlusele

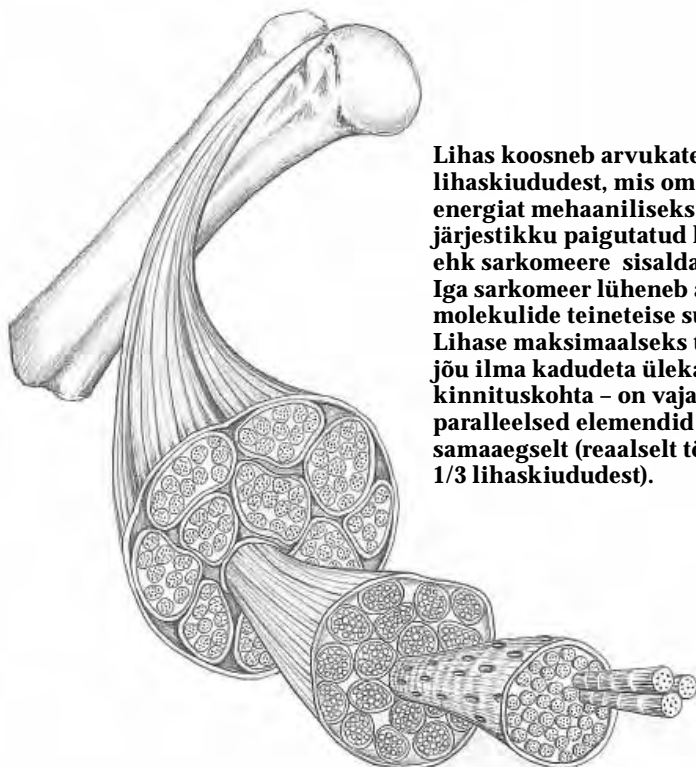
Liigutustegevuse vastupidavust ei ole samuti otstarbekas vaadelda vaid lihase funktsioonina, sest ilma südame, vereringe, hingamis- ning närvisüsteemita on lihase vastupidavusel vaid teoreetiline väärtus. Peale ülaltoodud, keha suhtes sise- miste faktorite avaldavad liigutuse kiirusele, jõule ja vastupidavusele mõju välised tegurid, nagu näiteks õhutakistus, keha mass ja muud vastutöötavad jõud.

Kuigi väljapoole on näha (tihti väga kiiret) tervikliigutust, on treeningu efektiiv- seks juhtimiseks vaja ära tunda, eristada ja mõjutada eraldi kõiki liigutuses osale- vaid struktuure ja osatervikuid. Neist mõned on hõlpsamini, mõned probleemse- malt ning osa ei ole praktiliselt treenitavad (oluline arvestada spordiala valikul).

LIHASE JÕUD JA LIIGUTUSE JÕUD

Jõud, mida lihas suudab oma otstes tekitada, sõltub:

- **töösse kaasatud lihaskiudude arvust** (lihaskiudude summeerimine) – mida rohkem paralleelselt töötavaid lihaskiude samaaegselt lüheneb, seda suurem on sum- maarne jõud. Näiteks saab sõrmede vahel pliiatsi puruks pigistada, kuid samas on võimalik juhtida pliiatsit mööda õhukest paberit (töösse kaasatud lihaskiudude arvu reguleerib närvisüsteem). Lihase kontraktsiooni summaarset tugevust regu- leeritakse kesknärvisüsteemis asuva motoorse närvi juhitud kindla arvu lihasrak- kude ehk motoorsete ühikute arvu reguleerimise abil. Esmalt aktiveeritakse väik- semad motoorsed ühikud (üks närvirakk juhib vähemat arvu lihaskiude, võimalda- des täpsemaid liigutusi), jõu suurendamiseks aktiveeritakse samm-sammult suure- maid motoorseid ühikuid – tugevad liigutused muutuvad kohmakaks;
- **töösse kaasatud lihaskiudude aktiveerimise samaaegsusest** (sageduse summeeri- mine) – lihaskiude aktiveerivate närvide signaliseerimise samaaegsus ei ole ideaal- ne, mistõttu isegi maksimaalse lihaspingutuse puhul allub samaaegsele kontrakt- sioonikäsule umbes kolmandik lihaskiududest. Samaaegselt lühenevate lihaskiu- dude määr sõltub kesknärvisüsteemist saabuvate signaalide sageduste kokkulän- gusest, mida omakorda mõjutavad arvukad tegurid (sh väsimus, tagasiside kõõ- lustest jmt). Kõikide lihaste samaaegne lühenemine lõppeks lihast kinnitava kõõlu- se rebenemisega luult.
- **töötava lihaskiu läbimõõdust** – mida rohkem paralleelselt töötavaid kontraktil- seid, st lihase lühenemist põhjustavaid valgulisi molekulaarseid mehhanisme li- hases leidub, seda suurem on potentsiaalne summaarne jõud lihase kinnituskohas luule. Lihase kohaneb korduvatele välistele vastujõududele, suurendades oma läbi- mõõtu (hüpertroofia);
- **järjestatud elastsete elementide omadusest** – lihase kontraktilsetes ühikutes te- kitatud jõumomendid liidetakse ja kantakse erinevate molekulaarsete komponenti- de abil üle luudest kangisüsteemile. Elastseteks elementidest loetakse kõiki jõu ra- kendamise rajal olevaid elemente (molekulaarsed sillakesed, kiled, kõõlused, aga ka mehaanilist energiat üle kandvad mittetöötavad lihaskiud). Lihase kannab sada- de tuhandete kontraktilsete ühikute genereeritud jõuimpulsi elastsete elementide kaudu lihase pinnale ja sealt lihasgruppe ümbritsevate sidekoeliste kilede kaudu kõõlusele. Kõikide nende järjestatud komponentide pingestamisele (kuni elastsu- se piiri saavutamiseni) kulub teatud aeg ja hetkel, kui lihases genereeritud jõud rakendub luustikule, hakkab lihaste kontraktsioon juba ise kustuma. Seetõttu tek- kib lihases alati suurem jõud võrreldes sellega, mis rakendub reaalselt luul asuvate- le kinnituspunktile. Näiteks kangi tõstes, kiirelt alustatud, kuid kestvama kont- raktsiooni puhul ammendub elastsete elementide elastsus ja luudele kantakse või- malikult suur osa lihase kontraktilsete elementide genereeritud jõust (aeglaselt tõs- tes on üle kanduva jõu osa väiksem);
- **lihase kontraktsioonieelsest venitusastmest** – lihas genereerib kõige suuremat jõudu optimaalse pikkuse juures. Tööaegne optimaalne pikkus erineb tavaliselt li- hase pikkusest rahuolukorras (optimaalne vahemik on 80–120% puhkeasendi pik- kusest). Näiteks kasutatakse visetel mõõdukat eelsirutust, et rakendada viskesse rohkem jõudu. Kui lihas venitatakse välja liiga palju, ei suuda see enam genereerida piisavalt jõudu. Eriti ulatusliku väljavenituse (ca 175% optimaalsest) puhul kaotab lihas kontraktsioonivõime.



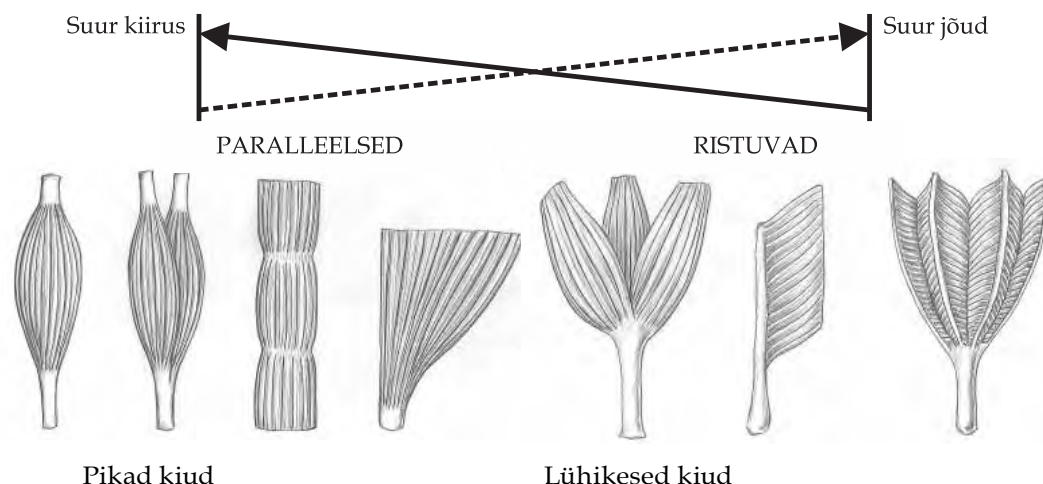
Lihaskoosneb arvukatest paralleelselt töötavatest lihaskiududest, mis omakorda koosnevad keemilist energiat mehaaniliseks energiaks muundavatest, järjestikku paigutatud kontraktiilsetest ühikuid ehk sarkomeere sisaldavatest müofibrillidest. Iga sarkomeer lüheneb aktiini ja müosiini molekulide teineteise suhtes libisemise tõttu. Lihase maksimaalseks tööks – st rakendatud jõu ilma kadudeta ülekandmiseks luul asuvasse kinnituskoha – on vaja, et kõik järjestikused ja paralleelsed elemendid lüheneksid võimalikult samaaegselt (reaalselt töötab samaaegselt siiski vaid 1/3 lihaskiududest).

Välitakistuse vastu rakendatud jõud sõltub lihase pikkusest, rakendatavate lihaskiudude paralleelsusest ja lihaste omavahelisest paigutusest kangisüsteemis

Välitakistuse vastu rakendatud jõud sõltub lihase pikkusest, rakendatavate lihaskiudude paralleelsusest ja lihaste omavahelisest paigutusest kangisüsteemis. Lihaskiud tõmbub kokku umbes 70% rahuolukorra pikkusest. Seega, mida pikem on lihas, seda suurem on liigutuse absoluutne ulatus. Seetõttu läbib ühes ajaühikus pikem lihas suurema tee, tekitades suurema liigutuskiiruse. Samas on pikem lihas summaarselt nõrgema kontraktsiooniga, kuna osa jõumomendist kustub järjestikku paigutatud kontraktiilsetesse elementidesse ehk sarkomeeridesse. Ideaalne kontraktiilne samaaegsus pole võimalik (ning oleks genereeritud summaarse jõu tõttu ohtlik). Lisaks erinevad omavahel järjestikku asetsevad sarkomeerid teineteisest vähesel määral. Olukord on võrreldav kõie asemel teineteisest kinni hoidva kõieveomeeskonnaga – osa mehaanilist energiat kustub meeste vahele ega kandu üle ahela edasi.

Ideaalne kontraktiilne samaaegsus pole võimalik (ning oleks genereeritud summaarse jõu tõttu ohtlik)

Jõumomendi suurendamiseks on otstarbekas kaasata töösse võimalikult palju paralleelselt asuvaid lihaskiude. Võrreldes pika ja saleda, näiteks õlavarre kakspealihasega (bitseps), sisaldab põiki ja üksteise kõrvale paigutatud kiududega tuharalihas arvuliselt rohkem ja samas lühemaid lihaskiude. Lühemad põikiasetusega kiud sooritavad lühema tee, kuid genereerivad üheskoos suurema jõu (vt joonist).



NB!

Sõltuvalt müosiini "ATP-lõhustamise kiirusest" klassifitseeritakse lihaskiud kahte suurde tüübiklassi: kiireteks ja aeglasteks lihaskiududeks

Pärilikult on paigas ka lihast moodustavate aeglaste ja kiirete lihaskiutüüpide vahekord

Üks kiirustreeningu eesmärk on suurendada lihasjõudu, st parandada liigutuse võimsust ehk ajaühikus tehtava töö hulka

Teine kiirustreeningu eesmärk on paljude samaaegselt liigutuses osalevate (antagonistid koguni takistavad) lihaste omavahelise koostöö ehk koordinatsiooni parandamine

LIHASE KIIRUS JA LIIGUTUSE KIIRUS

Isoleeritud lihaskiu kontraktsioonikiirus on alati maksimaalne ja oma olemuselt suhteliselt muutumatu. Lihase kontraktsiooniaparaadis vastutavad jõu genereerimise eest teineteisest mööda libisevad valgumolekulid aktiin ja müosiin. Lihase lühenemise kiirus sõltub sellest, kui kiiresti lõhustab müosiin energiarikkaid ATP-molekule, mille tulemusel luuakse ja katkestatakse kahe molekuli vahel libisemisnihet põhjustavaid sillakesi. Kiire liigutuse puhul kulub ühes ajaühikus seega rohkem energiat. Kirjeldatud mehhanismi efektiivsus erineb sama inimese lihaste vahel ning erineb ka inimeste vahel. Esimesel juhul on tegemist lihaste funktsionaalselt optimaalse paigutusega skeletis. Inimestevaheline erinevus kajastab pärilikkusega seotud unikaalsust.

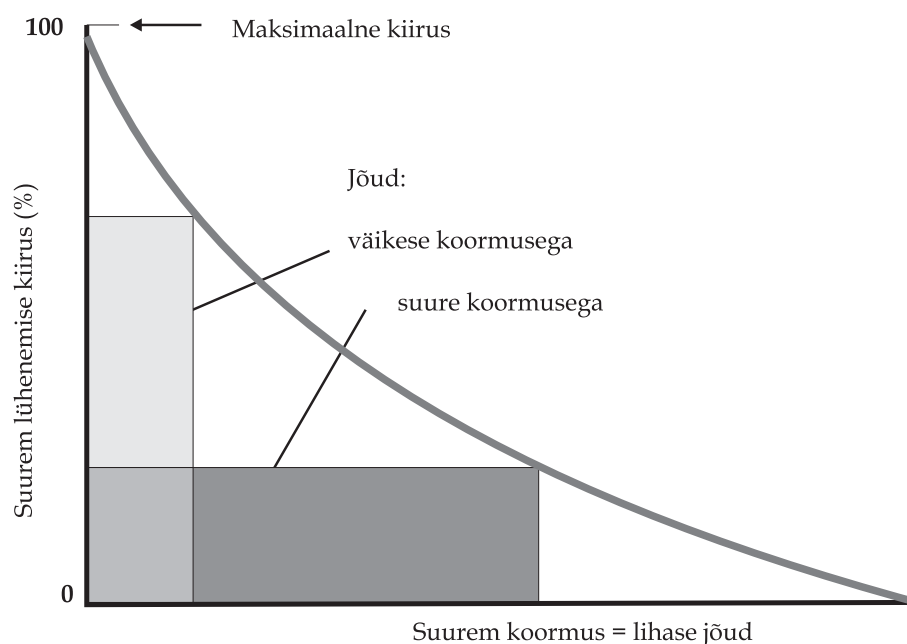
Sõltuvalt ülaltoodud müosiini "ATP-lõhustamise kiirusest" klassifitseeritakse lihaskiud kahte suurde tüübiklassi: kiireteks ja aeglasteks lihaskiududeks. Nimeetatud jaotus sisaldab ka vahevariante ning on tekkepõhjustelt kompleksne ega baseeru ainuüksi müosiini omadustel.

Aktiin ja müosiin ning paljud teised nn kontraktilise mehhanismi molekulid on valgud. Valkude ehituslik informatsioon on pärilik. Kuna pärilikku informatsiooni ei saa treenida, siis ei ole järelikult lihase enda kontraktsiooni kiirus samuti treenitav. Pärilikult on paigas ka lihast moodustavate aeglaste ja kiirete lihaskiutüüpide vahekord. Viimane määrab paljuski ära sportlase eeldused spordiala valikul (nt aeglaste sprinterid siirduvad alale, milles nad on edukamad). Pikaajalise spetsiifilise treeninguga võib kiirete ja aeglaste lihaskiudude vahekord vähesel määral muutuda, kuid see leiab tavaliselt aset alles tükk aega pärast õnnestunud spordiala valikut, st sprinteri eelduseid ei õnnestu treeninguga muuta staiteri eeldusteks (küll aga õnnestub kompromissi otsivalt parandada potentsiaalselt helge tulevikuga sprinteri vastupidavust ja vastupidi).

Kui lihase kiirus ei ole üldiselt treenitav, millega siis põhjendatakse kiirustreeningut? Ning miks paraneb taolise treeningu tulemusel sportlase kiirus? Siinkohal on oluline eristada isoleeritud lihase ja kompleksse, mitut lihast kaasava liigutuse kiirust. Üks kiirustreeningu eesmärk on suurendada lihasjõudu, st parandada liigutuse võimsust ehk ajaühikus tehtava töö hulka. Jättes sportlase keha massi ja distantsti muutmata, kuid suurendades selle edasilüügamisel ühte ajaühikusse paigutatud energia hulka, jääb tehtava töö hulk samaks, kuid töö toimub kiiremini – distantis läbitakse kiiremini. Reaalses elus pole see kõik nii lihtne, sest lihaskiule ei ole võimalik energiat sarnaselt elektrimootoriga "juurde keerata". Ühe lihaskiuvõime keemilist energiat mehaaniliseks energiaks muundada on piiratud juba mainitud müosiini suutlikkusega lõhustada ATP-molekule. Järelikult on ajaühikus suurema töö sooritamiseks ehk kiiruse parandamiseks vaja lihaskiudude töö paralleelselt kokku liita (suureneb jõud).

Koos kiiruse kasvuga suureneb ka nn mittevajaliku töö hulk, sest koos kiirusega suurenevad kehale mõjuvad vastujõud, nagu näiteks õhutakistus. See omakorda tähendab, et liikumiskiiruse kasvades muutub jõu genereerimise võime üha olulisemaks, liikudes paradoksaalsel suunal – jõudu on vaja üha rohkem, kuid liikumise kiirus paraneb suhtarvuna aina vähem.

Teine kiirustreeningu eesmärk on paljude samaaegselt liigutuses osalevate (antagonistid koguni takistavad) lihaste omavahelise koostöö ehk koordinatsiooni parandamine. Kesknärvisüsteemile alluv lihaste koordinatsioon määrab liigutuseks oluliste agonistide, kangisüsteemi sõlmedes energiakadu vähendavate fiksaatorite ning vastassuunaliste antagonistide ajalise ja ruumilise rakendumise ning lödvesitumise. Optimume on ainult üks, kõik sellest kõrvalekalded tähendavad energia-kulu ilma resultatiivse liigutusega. Kiirustreening toetab optimaalse liigutuspildi väljakujunemist kesknärvisüsteemi tasemel.



Kolmas kiirustreeningu eesmärk on individuaalselt optimaalse liigutustehnika kujundamine ja fikseerimine. Optimaalne liigutustehnika sõltub keha ehitusest, lihasjõust ja individuaalsest liigutuspidist. Liigutustehnika fikseerub koos lihasgruppidevahelise jõu, kiiruse ja vastupidavuse tasakaalustumise ning liigutuse koordinaatsiooni fikseerumisega kesknärvisüsteemi tasemel. Liigutustehnika ümberõppimine on seetõttu sportlasele raske ja aeganõudev ning jääb olulisel määral noorsportlase aega. Tehnika säilitamine ning vahendite ja tingimustega vastavusse viimine on aga pidev protsess, mis jätkub läbi sportlase karjääri.

VÕIMSUS

Liigutuse võimsus on vastujõu ületamiseks ajaühikus tehtava töö hulk. Näiteks keda võtaksid oma sportmängu võistkonda, kui valida oleks järgmiste sama pikkusega sportlaste vahel:

- A - suudab maksimaalselt 120 kg kangiga tõusta kükist kahe sekundiga.
- B - maksimum on 75 kg, kuid püstitõusu kiirus üks sekund.

Eialgu tundub tänu suuremale maksimaalsele jõule atraktiivsem sportlane A. Võrreldes aga liigutuse võimsust, on atraktiivsem sportlane B (vastavalt 60 kg/m/s ja 75 kg/m/s). Ilmselt liigub sportlane B kiiremini ja hüppab kõrgemale, st on kasulikum. Tavaliselt ei huvitagi meid isoleeritud võimed eraldi, vaid nende kompleksne rakendus.

LIHASE VASTUPIDAVUS JA LIIGUTUSTE VASTUPIDAVUS

Tänu keha kompleksusele jaotub vastupidavus üldiselt südame-veresoonkonna vastupidavuseks ning nn lihaste (ainevahetuslikuks) vastupidavuseks. Lihast teostab läbi luudest kangisüsteemi liigutusi ehk teeb tööd, kasutades selleks energiat. Süda kui pump koos veresoontest transpordikeskkonnaga moodustavad piiratud võimetega terviku, mis ongi tihti lihastööde energiariikaste ühenditega varustamisel limiteeriv faktor. Südame-veresoonkonna talitus leiab eraldi käsitlemist, mistõttu käesolev peatükk keskendub lihaste vastupidavusele.

Nii nagu lihased erinevad kontraktsiooni kiiruse poolest, erineb ka nende võime säilitada etteantud töörežiimi kuni väsimuse saabumiseni. Lähtudes mehaanikast, kus sooritatud töö on võrdeline kulutatud energiaga, võiks vastupidavust käsitleda kui energeetilist fenomeni, mis sõltub energia kulutamise ja energiaga varustamise suutlikkuste vahekorradest.

NB!

Inimesed erinevad omavahel nii lihaste energiakulu määra kui ka lihastöö energeetilise varustamise poolest

Tulemuslik vastupidavustreening toodab juurde lihase energiaga varustamises osalevaid ensüüme. Mida massiivsem on paralleelselt energiat vabastavate reaktsioonide arv, seda rohkem energiat on kättesaadav lihastööks ja seda kauem saab töö etteantud režiimil jätkuda – lihas on vastupidavam

Mida suuremat jõudu lihas genereerib (mida rohkem sooritab ajaühikus tööd ehk kulutab energiat), seda kiiremini lihas väsib. Kui energiat tarnivad protsessid püsivad muutumatutena, aga töökoormus kasvab, saabub peagi energeetiline puudujääk ja edasine töö häirub. Inimesed erinevad omavahel nii lihaste energiakulu määra kui ka lihastöö energeetilise varustamise poolest. Mõlemad faktorid on treenitavad.

Lihase jõu suurenedes kasutab lihas ajaühikus rohkem energiat. Ühest küljest luuakse suurenenud energiakuluga alus ka kiiremaks väsimiseks. Teisalt paraneb koos lihase võimsuse kasvuga tegevuse sooritamise (näiteks sprindi) kiirus, mistõttu langeb tavapärase soorituse suhteline kiirus (näiteks pikamaajooksu kiiruse suhe maksimaalsesse kiirusesse). See aga on omakorda (vastupidavusharjutuse) liigutuste efektiivsuse paranemise märk, mistõttu on arvukates uuringutes näidatud, et jõu- ja kiirustreening mõjuvad soodsalt ka pikamaajooksu tulemustele. Seetõttu tasub tulemuste parandamise nimel traditsioonilisele ja ennast võimalik et ammendanud kestvustreeningule otsida alternatiivi ja täiendust jõu- ja kiirustreeningust. Energiakulu vähendav liigutuse tehniline efektiivsus on oluline tegur vastupidavust määravate faktorite loetelus.

Energia saab lihas ainevahetuse vahendusel. Lihase energiatootmine on etapi-line keemiliste reaktsioonide ahel, mille käigus toimetatakse rakku toitaineid ja hapnikku ning kõrvaldatakse laguprodukte. Olulist osa nendest keemilistest reaktsioonidest kontrollivad valgulised ensüümid. Seoses valgulise ehitusega on taas kord oluline meenutada, et valkude süntees toimub vastavalt DNAs talletatud pärilikule informatsioonile, mida treeninguga mõjutada ei saa. Seega eksisteerib iga inimese jaoks ka ainevahetuslikule võimekusele individuaalne piir. Sarnaselt kiirusega ei saa me siin inimese potentsiaali (andekuse) piire nihutada, küll aga saame treeninguga seda potentsiaali realiseerida.

Tulemuslik vastupidavustreening toodab juurde lihase energiaga varustamises osalevaid ensüüme. Mida massiivsem on paralleelselt energiat vabastavate reaktsioonide arv, seda rohkem energiat on kättesaadav lihastööks ja seda kauem saab töö etteantud režiimil jätkuda – lihas on vastupidavam. Järelikult saab isegi keskpäraste eeldustega inimese vastupidavust treeninguga oluliselt parandada kuni suhteliselt kõrgete tippsaavutusteni välja. Traditsiooniliste spordialade puhul saabub kiiruse ja jõu juurdekasvul piir tunduvalt varem kui vastupidavuse parandamisel.

Lihaseenergeetikal on oluline roll vastupidavusele. Peale ülaltoodu mõjutavad töö- võime kestvust ka töö käigus kuhjuvad laguproduktid (olulisel määral piimhape) ning erakordselt olulist rolli mängib lihastegevust aktiivselt kontrolliva kesknärvisüsteemi seisund. Lõpetuseks ei tohi unustada ka liigutuste tehnilist teostust (mõjutab vastupidavust läbi energeetilise efektiivsuse).

KOKKUVÕTE:

Lihase tasandil kajastub treeninguefekt peamiselt kahes alternatiivses muudatuses:

- jõutreening suurendab kontraktsiooni läbi viivate valguliste struktuuride arvukust, mille tagajärjel lihase mass ja läbimõõt suurenevad;
- vastupidavustreening suurendab energeetilisi protsesse toetavate süsteemide arengut (sh lihasrakus asuvate ensüümide arvukust), mis aga ei kajastu lihase massi olulise kasvu ega läbimõõdu suurenemisena.

Laiendades fookust lihaselt kogu organismile, eristatakse treeninguprotsessi ja komplekssete liigutuste tulemuslikkuse kontekstis kolme vastupidavuse dimensiooni: töö üldist kestvust, liigutuse kiiruse säilitamise võimet ja kontraktsiooni tugevuse säilitamise võimet. Vastavalt sellele eristatakse kolme diskreetset vastupidavuse vormi:

- kestusvastupidavus (vastupidavus);
- kiirusvastupidavus;
- jõuvastupidavus.

Ülaltoodu näol on tegemist keha kui terviku talitlust iseloomustavate kategooriatega, kuhu on kaasatud peale lihaste veel kesknärvisüsteem, südame-veresoonkond, hormonaalsüsteem, maks, luustik koos kõõlustega jmt. Treening on alati kompleksne, kaasates igasse harjutusse arvukalt erineva võimekuse, treenitavuse, taastumise ja muude vajaduste poolest unikaalseid organeid. Igaüks eraldi võib osutada vastupidavust piiravaks teguriks. Seetõttu peab treener tundma vähemalt olulisemate komponentide talitlust ning ei piisa, kui treeningu ülesehitusel lähtutakse pelgalt "lihaste treeningu loogikast".

Kordamisküsimused:

1. *Mis võiks põhjustada lahknevusi lihase suutlikkuse ja lõpliku liigutussuutlikkuse vahel?*
2. *Milliste tunnuste poolest erinevad omavahel jõutõsteid tegeva sportlase, sprinteri ja vastupidavusala harrastaja lihased?*
3. *Milliste luudest kangide juures võiksid kehas paikneda lühikesed, sulgja lihaskiudude paigutusega lihased?*
4. *Miks mõjub jõutreening positiivselt liigutuskiirusele?*
5. *Kuidas on vale liigutustehnika seotud lihase energeetikaga?*

NB!

PEATÜKIS ESINEVAD MÕISTED

Liigutuse kiirus	liigutusse kaasatud lihaste liigutussuunalise summaarse jõumomendi ja seda üle kandvate struktuuride ning luudest kangisüsteemi kasuteguri tulem väljendatuna ajas keha läbitud teena. Ei ole sama mis üksiku lihase kontraktsiooni kiirus.
Kontraktilne ühik ehk sarkomeer	lihase lühenemist põhjustavaid ning teineteise suhtes libisevaid valgumolekule aktiini ja müosiini talitluslikult organiseeriv algühik (aktomüosiini mootor), mis järjestikku paigutades moodustavad ühe müofibrilli.
Motoorne ühik	kesknärvisüsteemis liigutust kontrolliva närviraku juhitud lihaskiu või -kiudude talitluslik tervik (reageerib kõrgemale närviimpulsile tervikuna).
Liigutuse võimsus	vastujõu ületamiseks ajaühikus tehtava töö hulk.
