

VIESTURS KRAUKSTS

CILVĒKA IESPĒJAS KALNOS



Rīga, 2006

UDK: 796.5(075.8)
Kr 247

© 2006, Viesturs Krauksts
© 2006, vāka dizains Armīns Ozoliņš
© 2006, SIA "Drukātava"

Iespiests SIA "Drukātava", digitālā druka

ISBN: 9984-798-00-3

SATURS

IEVADS	5
ADAPTĪVĀS IZMAIŅAS AEROBO SLODŽU REZULTĀTĀ	7
SLODZES REALIZĒŠANAS NOSACĪJUMI KALNU APSTĀKĻOS	16
KALNU SLIMĪBAS UN TO IETEKME UZ DARBSPĒJĀM	61
TRENIŅI KALNOS – TEORIJA UN PRAKSE	78
PROBLĒMAS AR TRENIŅU SLODZĒM KALNOS	101
ADAPTĀCIJA AUGSTUMAM	111
LITERATŪRA	119

IEVADS

Noslogoto muskuļu nodrošināšana ar skābekli ir galvenais aerobo treniņu uzdevums. Aerobā kapacitāte vai aerobā izturība ir atkarīga no tā, cik daudz skābekļa tiek piegādāts treniņu slodžu vai sacensību darbībā iesaistītajiem muskuļiem.

Protams, tas ir vienkāršots variants, jo ne mazāk svarīga ir noslogoto muskuļu spēja realizēt šo piegādāto skābekli enerģijas producēšanā. Zinātniski to sauc par skābekļa utilizāciju muskuļu šķiedrās, bet skābekļa piegādi muskuļiem sauc par skābekļa transportu. Aerobo kapacitāti vai izturību ietekmē un limitē (ierobežo) vairāku orgānu un to sistēmu funkcionālais stāvoklis. Parasti šo funkcionālo stāvokli sportā uzlabo un pilnveido ar fiziskām slodzēm, kuras rada nelielu skābekļa nepietiekamību vai deficītu (hipoksiju). Šīs slodzes parasti ir ar zemu intensitāti un tās tiek realizētas ilgākā laika periodā. Daudzus atlētus un viņu trenerus neapmierina atļauto pedagoģisko treniņu metožu efektivitāte, jo bieži ir nokavēts to sensitīvais periods, kad visefektīvāk ir iespējams attīstīt aerobo darbaspēju noteicošos faktoros kā atsevišķi tā arī kompleksi. Tā rezultātā tiek meklēti dažādi netradicionālie varianti, lai uzlabotu aerobo darbaspēju līmeni, kura pamatā ir asiņu oksigenācijas vai apskābekļošanas iespēju palielināšana. Mūsdienās to mēģina sasniegt ar dažādiem līdzekļiem un metodēm. Daudz tiek darīts, lai šo oksigēnāciju uzlabotu ar mākslīgiem un pat neatļautiem līdzekļiem, palielinot hemaglobīna koncentrāciju asiņu sarkanajos ķermenīšos – eritrocītos. Neatļautās darbības un metodes ir saistītas ar asiņu transfūziju vai pārlicšanu, kad papildus asinīs esošajam eritrocītu daudzumam vēl “pielej” vairāk eritrocītus. Otrs variants ir saistīts ar mākslīgi izsauktu eritrocītu producēšanas intensificēšanos, organismā ievadot hormonu – eritropoetīnu,

Tomēr pastāv arī atļautie mākslīgi radītie asiņu oksigenācijas apstākļi, kad fizisko slodžu vietā, lai nodrošinātu skābekļa deficītu

– hipoksiju, izmanto vidi, kurā ir pazemināts skābekļa daudzums elpojamā gaisā. Nav grūti iedomāties, ka skābekļa deficīts gaisā ir kalnos – jo augstāk, jo lielāks ir skābekļa deficīts. Atrodies retinātā gaisā, kur skābekļa koncentrācijas līmenis ir pazemināts, tiek stimulēti vairāki faktori, kuri kopumā uzlabo asiņu apskābekļošanu – muskuļos palielinās – mazo asinsvadu – kapilāru tīkls, kā rezultātā muskuļiem tiek piegādāts vairāk asiņu un skābekļa. Vienlaikus palielinās arī eritrocītu daudzums un līdz ar to asiņu spēja piesaistīt skābekli, kā arī, palielinās muskuļu šūnu spēja izmantot šo lieko skābekļa daudzumu. Palielinās mitohondriju – organelļu daudzums, (tās atrodas muskuļu šūnās), kā rezultātā tiek intensificēta enerģijas producēšana aerobos apstākļos.

ADAPTĪVĀS IZMAIŅAS AEROBO SLODŽU REZULTĀTĀ

Muskuļi treniņu slodzēm adaptējas (pielāgojas), efektīvāk producējot enerģiju aerobā veidā, kad enerģijas producēšanas reakcijās tiek izmantots skābeklis. Palielinoties muskuļu spējai vai kapacitātei “paņem” (ekstrahēt) vairāk skābekļa no asinīm, kā arī palielinoties muskuļu šūnas metabolisma (enerģijas producēšanās) kontroles efektivitātei, fizisko treniņu rezultātā var palielināties darbspēju līmenis. Protams, ka darbspējas palielina arī ar bioķīmiskajiem procesiem nesaistīti faktori – galvenokārt palielinoties sirds muskuļa produktivitātei vai sirdsdarbības minūtes tilpumam

Adaptivitāte ir novērojama tikai tajos muskuļos, kuri noslogoti treniņu nodarbībās atbilstoši sporta veida specifikai. Šī adaptivitāte izveidojās tikai tad, kad treniņu slodzes ir sistemātiskas un regulāras. Samazinoties fiziskajai aktivitātei samazinās arī adaptivitātes līmenis. Muskuļu adaptivitāti tiešā veidā ietekmē fizisko slodžu intensitāte un apjoms.

Attīstoties optimālam muskuļu adaptācijas līmenim, palielinās darbspējas sacensību sportā, bet tiem indivīdiem, kuri nenodarbojas ar sacensību sportu fizisko slodžu rezultātā uzlabojas fiziskās veselības līmenis.

Fizisko slodžu (skriešanas vai riteņbraukšanas) realizēšana pieprasa enerģijas utilizāciju vai patēriņu fiziski noslogotajos muskuļos un šīs enerģijas atjaunošanu, lai nodrošinātu nepārtrauktu enerģijas plūsmu (ATF resintēzi). Ja muskuļus nenodrošina ar vajadzīgo enerģijas daudzumu, tad tajos rodas nogurums. Fiziskās slodzēs, kuras ilgst vairāk par dažām minūtēm, enerģijas plūsma tiek nodrošināta galvenokārt ar aerobo enerģijas producēšanu, kad galvenās enerģētiskās substances – ogļhidrāti un tauki, tiek pakļautas enerģijas producēšanai ar skābekļa starpniecību. Muskuļu

šķiedrās atrodas mitohondrijas, kuras pēc būtības ir aerobās enerģijas producēšanas „katlu mājas”, tajās enerģija tiek iegūta no adenožīna difosfāta, resintezējot to par adenožīntrifosfātu (ATF). Lai notiktu šāda veida oksidatīvie procesi, muskuļiem jāpiegādā skābeklis un enerģētiskās substances. To nodrošina asiņu cirkulācijas sistēma. Skābekli nodrošina adekvāta asiņu plūsma un tas difundē no kapilāriem uz mitohondrijām muskuļu šūnās. Enerģijas producēšanas problēmas rodas tad, ja ir nepietiekama enerģētisko substanču “padeve” muskuļu šķiedrām vai asiņu rite nespēj nodrošināt ar nepieciešamo enerģētisko substanču un skābekļa daudzumu. Piedalīšanās sacensībās izturības sporta veidos ir saistīta ar treniņu slodzēm, kuru rezultātā ir iespējama muskuļu adaptācija un tiek stimulēta enerģijas producēšana. Šādi iegūta adaptācija nodrošina palielinātu skābekļa plūsmu no kapilāriem uz muskuļiem, kad palielinās darbības, intensificējoties enerģijas producēšanai. Abi faktori nodrošina kvalitatīvu fundamentālo bāzi fizisko darbību palielināšanai.

Parasti pieaugušo cilvēku skeleta muskuļos lēno muskuļu šķiedru (I tipa šķiedras) un ātro muskuļu šķiedru (II tipa šķiedras) proporcija ir aptuveni vienāda (Saltin un Gollnick, 1983). Lēnajās muskuļu šķiedrās ir relatīvi lielāka asiņu plūsma, kuru nodrošina lielāks kapilāru tīkls un lielāks mitohondriju daudzums. Šī veida muskuļu šķiedras ir spējīgas pretoties nogurumam pateicoties relatīvi lielākai asiņu plūsmai. Ātrās muskuļu šķiedras var tikt iedalītas divās apakšgrupās – pirmajā apakšgrupā ir IIa tipa ātrās muskuļu šķiedras, kurās ir relatīvi intensīva asiņu plūsma, relatīvi liels kapilāru tīkls un liels mitohondriju daudzums. Otrajā apakšgrupā ir IIb tipa ātrās muskuļu šķiedras, kurām ir neliela asiņu plūsma, jo ir neattīstīts kapilāru tīkls un neliels mitohondriju daudzums.

IIa tipa šķiedrām ir liela oksidatīvā kapacitāte, realizējot enerģijas producēšanu aerobā veidā un tām ir relatīvi palielināta spēja pretoties nogurumam, bet IIb tipa šķiedrām iesaistoties slodzes realizēšanā, nogurums iestājas ļoti ātri. Spēja realizēt augstas intensitātes slodzes ir atkarīga no visu muskuļu šķiedru tipa

darbspējām. Protams, ka ilgstošas slodzes tiek labāk realizētas nekā īslaicīgās. Lēno vai ātro muskuļu šķiedru ievērojama proporcionāla palielināšanās ir iespējama, tikai pateicoties ģenētikai. Finks ar kolēģiem (1977) novēroja izteikti lielu proporciju lēnajās muskuļu šķiedrās (70 – 90%) elites līmeņa izturības atlētiem. Šo proporciju nevar iegūt adaptācijas rezultātā.

Fiziskajās slodzēs iegūtā adaptācija izpaužas palielinātā mitohondriju daudzumā trenētajās muskuļu šķiedrās (Hollooszy, 1967). Palielinātais mitohondriju daudzums palielina aerobās enerģijas producēšanas kapacitāti, iegūstot enerģiju no ogļhidrātiem un taukiem kā lēnajās tā arī ātrajās muskuļu šķiedrās adaptīvo procesu rezultātā. Vairāki autori (Gollnick un Saltin, 1982) tomēr uzskata, ka lielāka nozīme tomēr ir aerobajiem enzīmiem nekā mitohondrijām, ka mitohondrijām ir spējas producēt ATF aerobā veidā (Robinson u.c., 1994). Treniņos mitohondrijās labāk tiek oksidētas taukskābes, bet mazāk glikogens.

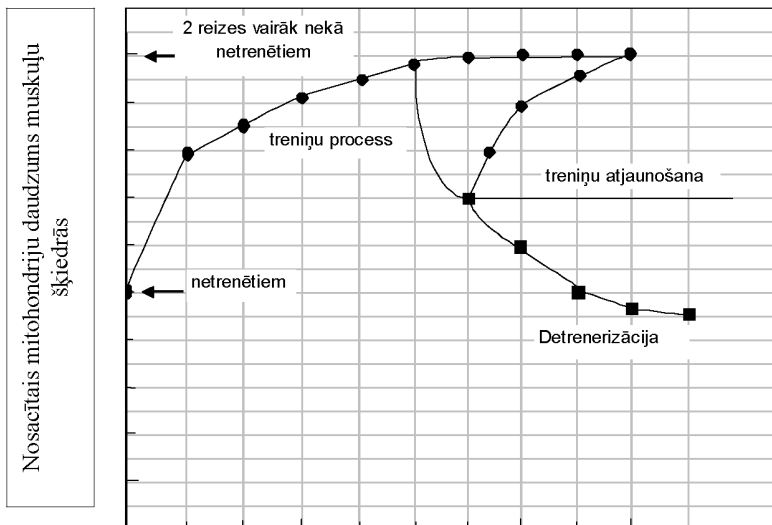
Fiziskajās slodzēs, kā viena no adaptivitātes izpausmēm ir kapilāru tīkla palielināšanās ap noslogotajiem muskuļiem - tā fiziskās slodzēs iesaistītie muskuļi tiek labāk apasiņoti. Kapilāru tīkla paplašināšanās ir novērojama visu tipu muskuļu šķiedrās (Saltin un Gollnick, 1983). Palielinoties kapilārajam tīklam, palielinās gāzu apmaiņa starp kapilāriem un muskuļu šķiedrām, jo palielinās difūzijas laukums. Palielinātais kapilāru tīkls nodrošina intensīvāku skābekļa ekstrakciju trenētajos muskuļos (Yang u. citi, 1994).

Palielinās asinsvadu kopējais šķērsgriezuma laukums (Bebonnt u.c., 1993, Yang u.c., 1994). Līdz ar to palielinās asiņu plūsma visos muskuļos pat sevišķi intensīvās slodzēs (Anderson un Saltin, 1985). Protams, ka šāda veida adaptīvās izmaiņas ir novērojamas tikai pēc izturības treniņu slodzēm (Mackie un Terjung, 1983, Sexton un Laughin, 1994). Acīmredzot šajā gadījumā galvenā efektivitāte ir novērojama, samazinot arteriālo pretestību.

Fiziskās slodzes palielina mitohondriju daudzumu, palielinot enerģijas producēšanas pakāpi izturības slodžu realizēšanas laikā. Palielinātais mitohondriju skaits enerģijas producēšanā

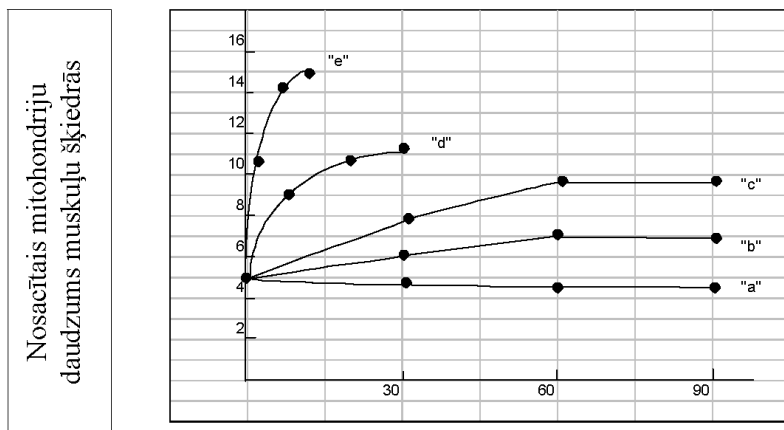
vairāk iesaistīta brīvās taukskābes (Malt u.c., 1971). Palielinātais mitohondriju daudzums intensificē bioķīmisko kontroli enerģijas producēšanas procesos submaksimālo slodžu laikā (Dudley u.c., 1987). Vienlaikus tiek samazināta ogļhidrātu izmantošana enerģijas producēšanā, tādējādi ietaupot tos, lai tie tiktu realizēti vēlākajos sacensību darbības periodos (Karlsson u.c., 1972).

Pagaidām vēl nav zināmi visi adaptīvo procesu mehānismi. Tomēr ir noskaidrots, lai optimizētu adaptīvos procesus, muskuļiem fiziskās slodzes realizēšanas laikā jābūt spējīgiem uz šķiedru rekrutēšanās procesu (Holloszy, 1967). Muskuļi vai atsevišķas to šķiedras, kuras nav iesaistītas slodzes realizēšanā, netiek pakļauti adaptācijas procesiem. Adaptīvo efektu var radīt tikai ilgstošās treniņu slodzēs, kad ir iespējams iegūt pietiekoši stabilu adaptīvo līmeni (skat. 1.attēlu). Uzskata, ka adaptīvo efektu var novērot tikai pēc 4 – 5 treniņu nedēļām (Terjuna, 1979).



1.attēls. Mitohondriju daudzuma izmaiņas skeleta muskuļos treniņu slodžu un detrenerizācijas adaptīvajās izmaiņās. Teorētiski vienā nedēļā netrenējoties mitohondriju daudzums samazinās vismaz par 50 %.

Liela ietekme uz mitochondriju daudzuma palielināšanos ir ikdienas slodžu apjomam. Kā redzams 2.attēlā, garākas vai apjoma ziņā lielākas slodzes vairāk palielina mitochondriju daudzumu. Tomēr slodžu ietekme uz šīm adaptīvajām izmaiņām nav lineāra (Dudley u.c., 1982), nemītīgi palielinot slodžu apjomu. Treniņu procesa laikā pakāpeniski palielinās intensitāte un apjoms. Kā redzams 2.attēlā, nepalielinot slodžu apjomu, bet palielinot slodzes intensitāti, var palielināties mitochondriju daudzums. Ilgstošas slodzes vienlīdz labi palielina mitochondriju daudzumu, kapilāru tīklu un sirdsdarbības minūtes tilpumu, enerģijas sabalansētību.



2.attēls. Slodžu apjoma ietekme uz muskuļu adaptivitāti (Dudley u.c., 1982)

“a” – slodzes intensitāte 40 % no VO₂max

“b” – slodzes intensitāte 50 % no VO₂max

“c” – slodzes intensitāte 70 % no VO₂max

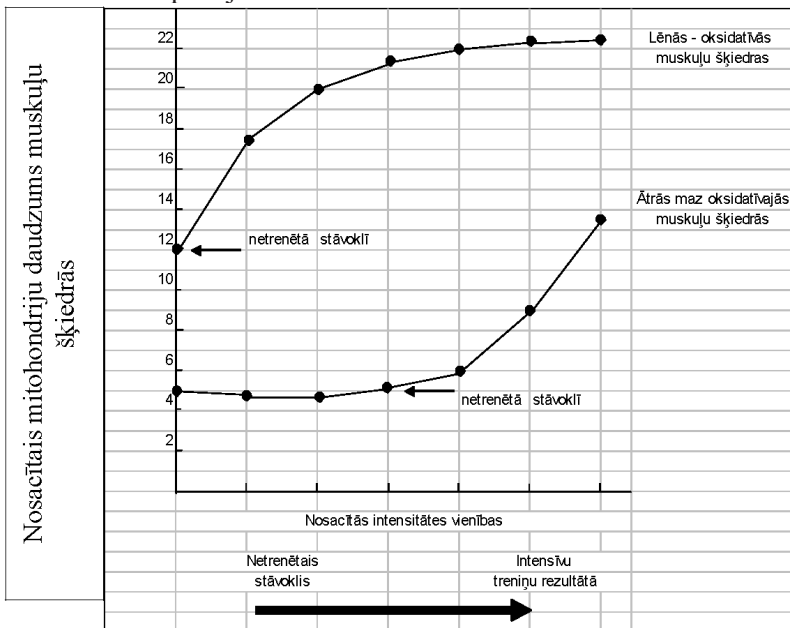
“d” – slodzes intensitāte 85 % no VO₂max

“e” – slodzes intensitāte 100 % VO₂max

Piezīme: VO₂max – skābekļa maksimālais patēriņa līmenis, kuru parasti sasniedz slodzēs, kuras realizējot maksimāli iespējamā līmenī ir aptuveni 5 min ilga.

Slodzes intensitātes palielināšana var atstāt pozitīvu efektu tikai tad, kad slodzes realizēšana prasa pastiprinātu muskuļu šķiedru rekrutēšanos (Dudley u.c., 1982). Tas ir redzams 3.attēlā (oksidatīvajās muskuļu šķiedrās lielāku jaudas izpausmi var sasniegt

slodzes realizēšanā vienlaku rekrutējot (iesaistot) lielāku muskuļu šķiedru skaitu. Neoksīdatīvajās muskuļu šķiedrās intensīvu slodžu rezultātā mitohondriju daudzums pakāpeniski samazinās, kad slodžu realizēšanas procesā tiek iesaistītas ātrās muskuļu šķiedras, līdz ar to samazinās adaptācijas efektivitāte.



3.attēls. Fizisko slodžu intensitātes ietekme uz treniņu slodžu izsaukto mitohondriju skaita palielināšanos (adaptāciju). Palielinoties slodzes intensitātei, mazoksīdatīvās muskuļu šķiedras vairāk tiek rekrutētas (iesaistītas) slodzes realizēšanā (Dudley u.c., 1982).

Īslaicīgās treniņu slodzes nedod vērā ņemamu treniņu efektivitāti. Piemēram, pēc vienas treniņu dienas ir novērojama rezultāta uzlabošanās, bet tā pamatā ir neiromuskulāro procesu uzlabošanās (Cadevan u.c., 1994, Green u.c., 1992). Šajā gadījumā neizmainās mitohondriju daudzums. Tas tomēr norāda uz to, ka treniņu izsauktā adaptācija ir kompleksa parādība – neiromuskulārā, sirds-asinsvadu un hormonālā jomā, kuras ir novērojama ilgstošu slodžu rezultātā.

Ja fiziskās slodzes izmaina adaptivitāti (uzlabojot darbības), tad pārtraucot treniņu slodzes, adaptivitāte pakāpeniski samazinās. Kā norādīts 1.attēlā, pārtraucot treniņu procesu uz vienu nedēļu, mitohondriju skaits samazinās par 50%, bet atjaunojot treniņu slodzes, atjaunojas arī mitohondriju skaits.

Pamatojoties uz augstāk minēto var secināt, ka skeleta muskuļu adaptivitāte ir to fundamentāla spēja pielāgoties pazemināta skābekļa (hipoksijas) izsauktajām prasībām. Adaptācija veidojas summējoties vairākiem principiāliem faktoriem: šūnās adaptācija notiek tad, kad ir novērojama visnecīgākā novirze no homeostāzes vai miera stāvokļa. Sporta fizioloģijā akūtās izmaiņas, kuras novērojamas orgānos, to sistēmās vai šūnās fizisko slodžu laikā, sauc par funkcionālām iespējām. Piemēram, kā izmainās sirds darbības frekvence, ja pēkšņi pielecām kājās un sākam skriet. Ilgtermiņa slodzēs iegūtās izmaiņas fizioloģijā sauc par adaptāciju. Šūnās adaptācija izpaužas kā specifisko olbaltumvielu sintēzes intensificēšanās vai pamazināšanās. Visās organisma šūnās ir konstants un stabils sintēzes un degradācijas līmenis. Kad sintēze ņem virsroku pār noārdīšanās procesiem, tad šūnās palielinās to veidojošu komponentu daudzums. Lai notiktu olbaltumvielu sintēzes intensificēšanās, ir nepieciešama “komanda” no šūnu kodolā esošā ģenētiskā koda. Sportā šo “komandu” šūnu ģenētiskajam kodam noorganizē ar fiziskiem vingrinājumiem un slodzēm, kuras tieši ietekmē šūnas kodolā esošās DNS spēju uz “atrazošanos” (transkripciju) un producēt “komandas”, kuras palielina atsevišķu šūnu saturu veidojošo komponentu skaitu vai kā to sauc fizioloģijā – hiperplāzija. Muskuļos fizisko slodžu rezultātā palielinās miofibrillu un mitohondriju skaits, palielinās spēka izpausmes un enerģijas producēšanas iespējas.

Muskuļu šūnu pretošanās spēju palielināšanu nogurumam vai adaptīvās iespējas ir saistītas ar vairākiem nosacījumiem un faktoriem, kā arī no to kompleksiem.

- Sirds muskuļa šūnas, salīdzinot ar skeleta muskuļiem, ir mazākas ne tikai garumā, bet arī diametrā. Tādēļ ir ļoti mazs attālums starp skābekļa molekulām, kuras nāk

no kapilāriem uz mitohondrijām, kuras realizē skābekli enerģijas producēšanai.

- Sirds muskulī ir ļoti labi attīstīts kapilāru tīkls, kurš aptver katru muskuļa šķiedru (šūnu). Līdz ar to tiek nodrošināta ātra skābekļa piegāde visām šūnā esošajām mitohondrijām.
- Mitohondriju daudzums sirds muskuļa šūnās ir sevišķi liels; pieaugušajiem 20 – 25% no visas šūnu masas veido mitohondrijas.
- Lai nodrošinātu taukskābju molekulas saskaldīšanu līdz 2 oglekļa komponentēm, kuras var iekļūt mitohondrijās, šūnas citoplazmā ir sevišķi liela taukskābju saskaldīšanas procesa intensificējošā enzīma koncentrācija.
- Muskuļu šūnās kontraktīlo miofibrillu masa ir aptuveni 60 % līmenī no visas muskuļu šūnu masas. ATF resintēzi nodrošinošais enzīms (ATF āze), kas skeleta muskuļos “darbojas” ievērojami ātrāk nekā sirds muskulī.
- Sirds muskulī pienskābi veidojošā enzīma ir ievērojami mazāk nekā skeleta muskuļos, sirds muskulī ievērojami mazākā pakāpē tiek producēta pienskābe, nekā tas notiek skeleta muskuļos. Tādēļ sirds muskuļos ievērojami mazāk novērojama noguruma izpausme, lai gan, sirds muskuļos ir relatīvi liela enerģijas producēšana. Tā rezultātā sirds muskulis praktiski ir nenogurdināms.

Lai palielinātu skeleta muskuļu spēju pretoties nogurumam, adaptīvo procesu rezultātā, nepieciešams orientēties uz sirds muskulī notiekošajām adaptīvajām izmaiņām.

Lai palielinātu skeleta muskuļu šūnu spēka izpausmes visdažādākajās formās vai radītu optimālus adaptāciju nodrošinošos apstākļus, jāzina šādi faktori:

- Katrā muskuļu šūnā nepieciešams palielināt kontraktīlo elementu vai miofibrillu (aktīna un miozīna) daudzumu. Sakarā ar to, ka skeleta muskuļu šķiedru diametrs ir liels un līdz ar to skābekļa difūzija no kapilāriem uz šūnās

esošajām miofibrillām ir relatīvi lēna, labākais variants - palielināt miofibrillu daudzumu.

- Miofibrillas muskuļu šūnās aizņem lielu tilpuma daļu bet, lai nodrošinātu šūnu funkcionēšanu miera stāvoklī, ir nepieciešams minimāls mitohondriju daudzums.
- Sakarā ar to, ka tauki enerģijas producēšanā tiek izmantoti tikai aerobā veidā, muskuļu šūnās nepieciešams palielināts tauku noārdīšanas enzīmu daudzums.
- Anaerobās glikolīzes kapacitātei jābūt ļoti lielai, lai nodrošinātu intensīvu enerģijas producēšanu bezskābekļa apstākļos. Pienskābes producēšanas līmenim jābūt ļoti augstam.

Adaptīvos procesus un pozitīvās izmaiņas muskuļos var nodrošināt radot skābekļa deficītu (hipoksiju) muskuļos. Skābekļa deficīta rezultātā enerģija tiek producēta anaerobos apstākļos un ķīmisko reakciju galaprodukts ir pienskābe, kura muskuļos pazemina pH līmeni. Vienlaikus ar pienskābes sāļa – laktāta koncentrācijas izaugsmi palielinās ūdeņraža jonu (H^+) daudzums muskuļu šūnās un starpšūnu telpā. Ūdeņraža joni, nonākot šūnu kodolā, iedarbojas uz ģenētisko kodu, kas ir “noslēpts” DNS molekulā un tiek dota “komanda” producēt jaunas miofibrillas.

Otrs faktors, kas dod rīkojumu DNS molekulām dot komandu - producēt jaunas miofibrillas, ir brīvē kreatīna koncentrācijas līmenis, kas var palielināties tikai tad, ja fiziskā slodze tiek realizēta līdz spēku izsīkumam, ja enerģijas nodrošināšanai tiek izmantots ļoti liels ATF daudzums, kas palielina ADF un brīvē kreatīna daudzumu.

Protams, ka hipoksiju muskuļos var radīt dažādos veidos – ilgstošās slodzēs, kad tiek radīts skābekļa parāds. Šo skābekļa deficītu var radīt arī mākslīgi varbūt, ka tas nav mākslīgi – kad atlēts uzbrauca kalnā, kur elpojamā gaisā ir pazemināts skābekļa daudzums, kā rezultātā, pat sēžot gultā, ir nodrošināta hipoksija un tiek palielināts kapilāru tīkls, mitohondriju daudzums, kā arī palielinās eritrocītu daudzums un asiņu spēja transportēt skābekli.