

Elinjärjestelmät

Liike- eli kineettinen ketju

2.1. Koripalloharjoittelun tukitoimet



Pohdintatehtävä

- Liikesuorituksen *aikaansaaminen* ja *ylläpito*



Too Much Movement



MONEY!



Too Little Movement



Pohdinta tehtävä

- Mieti yksin ne elimistön osat (järjestelmät), jotka tarvitaan yksittäisen liikkeen (=asyklinen) aikaansaamiseen:
 -
 -
 -
 -
- Ota itsellesi pari, jota et tunne ja esittele näkemyksesi hänelle.



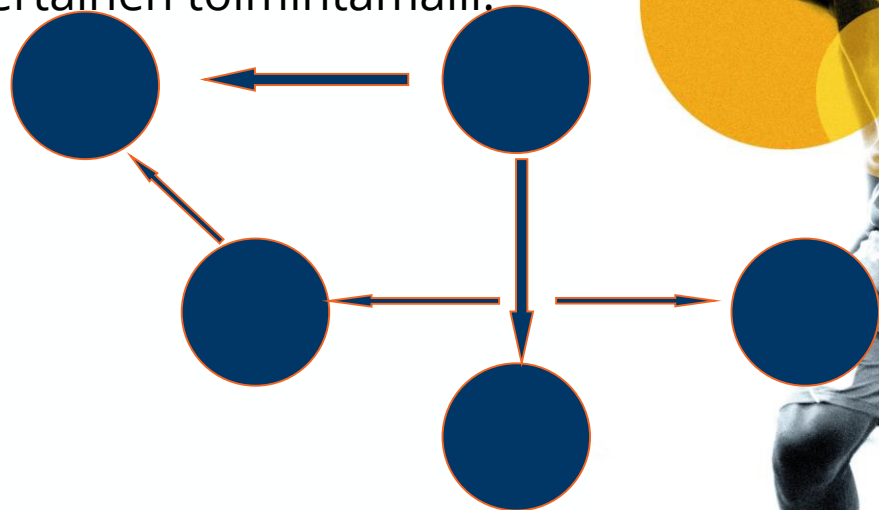
Pohdinta tehtävä

- Pohtikaa parin kanssa ne tukijärjestelmät, joiden avulla liikettä/ suoritusta voidaan jatkaa pitkään (=syklinen liikesuoritus):
 -
 -
 -
 -
- Muodostakaa jonkin toisen parin kanssa pienryhmä ja esitelkää näkemyksenne heille.



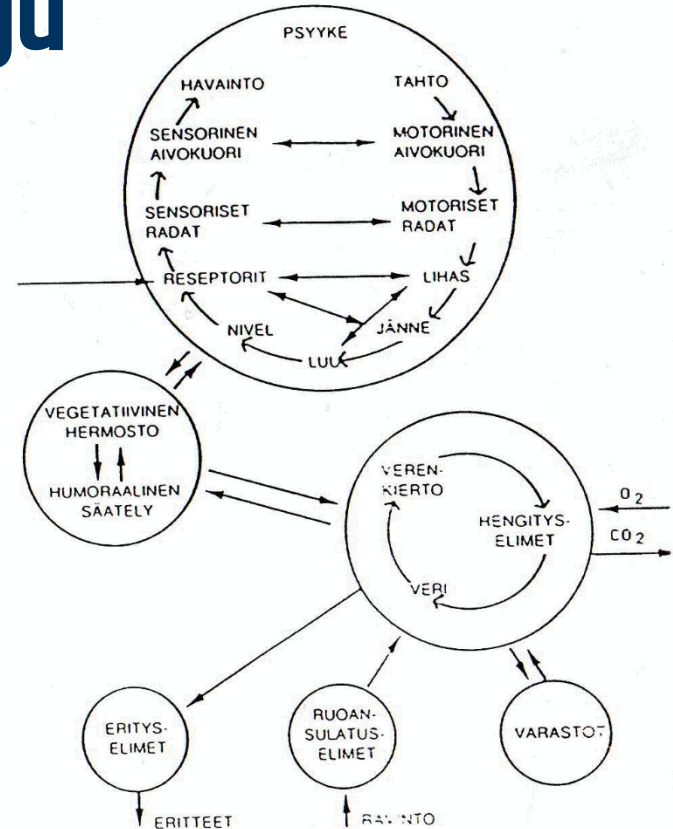
Pohdinta tehtävä

Kuvailkaa lyhyesti edellä esitettyjen järjestelmien sidoksia, vaikutuksia ja riippuvuuksia toisiinsa ja laatikaa siltä pohjalta yksinkertainen toimintamalli:



Liike- eli kineettinen ketju

Sekä huoltojärjestelmät



Liike- eli kineettinen ketju

- Urheilusuorituksen oleellisen osan muodostavat liikkeet, jotka syntyvät tahdonalaisen lihastoiminnan tuloksena
- Ihmisen liikuntakoneiston muodostavat luut ja lihakset sekä niitä liittävät, sidekudokset, kuten jänteet ja rustot
- Tälle koneistolle hankkivat ravintoaineita ja happea ruuansulatus-, hengitys- ja verenkiertoelimistöt



Liike- eli kineettinen ketju

- Lihakset kykenevät muuttamaan ravintoaineiden sisältämän kemiallisen energian lihassupistuksen välityksellä liikkeiksi ja liikkumiseksi
- Koko tämän järjestelmän toimintaa ohjaa ja säätelee hermosto ja sisäeritysrauhaset
- Elimistöllä on myös menetelmänsä poistaa haitallisia aineenvaihdunnan jätaineita



Liike- eli kineettinen ketju

- Liikesuoritukset voidaan jakaa
 - Asyklisiin = kertasuoritus
 - Syklisiin = jatkuva liike
- Koordinoitussa asyklisessä liikkeessä on määrätty
 1. Suunta ja liikelaajuus = liikerata
 2. Voiman käyttö
 3. Ajoitus
- Syklisissä liikkeissä edellisten lisäksi kineettiseen ketjuun kuuluvat huolto- ja säätelyjärjestelmät eli kestävyuden perustana olevat elimistön osat tulevat merkityksellisimmiksi



Liike- eli kineettinen ketju

- Kineettinen ketju on eräs anatomis-fysiologinen mallirakennelma, joka selittää urheilusuorituksessa elimistön kokonaistoiminnan ja sen osien vaikutuksen oikeassa suhteessa
- Kineettisen ketjun heikoin lenkki määrää suorituksen tason (yleisesti ottaen)



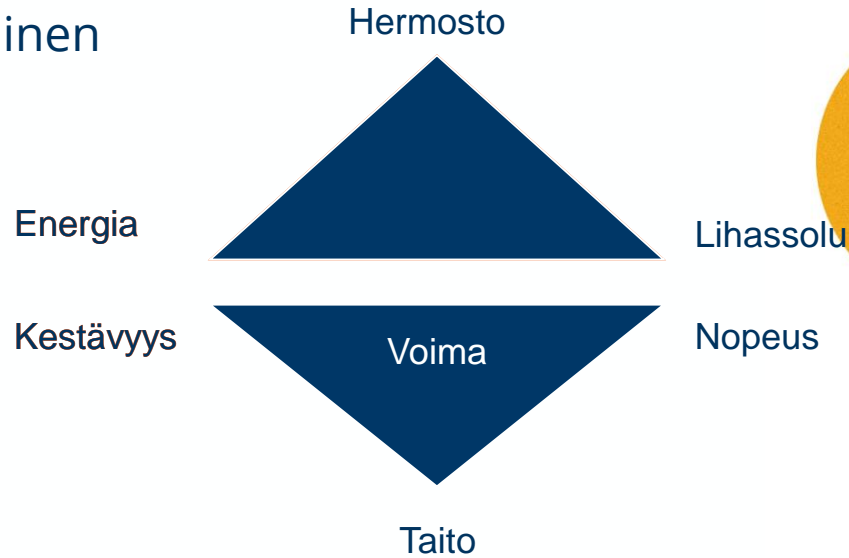
Liike- eli kineettinen ketju

- Heikoin lenkki voi olla:
 - Rakenteellinen osa
 - Luut, lihakset, jänteet, nivelet
 - Aineenvaihdunnalliset
 - Esim. energia-aineenvaihdunnan puutteet
 - Taidolliset edellytykset
 - Hermolihasjärjestelmän puutteet
 - Psyykkiset edellytykset
 - Tahtotekijät



Liike- eli kineettinen ketju

Liikkeen aikaansaaminen



Perusominaisuudet



KUORMITUSFYSIOLOGIA

Elimistön tasapainotila ”homeostaasi”



→ Katabolinen tila
(katabolia)

→ Anabolia



Mitä harjoittelu aiheuttaa (akuutti vaikutus)

- Harjoitus:
- Harjoitus:
- Jne...



Mitä harjoittelusta aiheutuu (pitkäaikainen vaikutus)

Mukautumisilmiö

- Elimistössä tapahtuu rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia tarkoituksen mukaisesti niin, että se kykenee aikaisempaa paremmin vastaamaan fyysiseen kuormitukseen
- Mitä on yliharjoittelu?



Harjoittelun progressiivisuus

Määrä
/ laatu



Vuodet



Liikunnan vaikutus sidekudoksiin

Sidekudoksen tehtävät

- Tension (jännitys) välittäminen jänteessä
- Elastinen venyvyys ligamenteissa
- Puristuksen kesto rustoissa



Liikunnan vaikutus luihin

Pitkien luiden normaalin kehityksen edellytyksenä on se, että suunnilleen painovoiman suuruinen paine kohdistuu luun epifyyseihin (=kasvuviiva) pituusakselin suunnassa



Liikunnan vaikutus luihin

- Pituuskasvu saattaa lisääntyä kohtuullisen harjoittelun vaikutuksena
- Voimakas fyysinen kuormitus hidastaa luiden pituuskasvua ja kiihdyttää luiden epifyysilinjojen sulkeutumista
- Luiden mineraalipitoisuus (→ lujuus) on suhteessa fyysiseen aktiiviteettiin (huom. osteoporoosin ehkäisy) eli murtuma lujuus lisääntyy harjoittelun vaikutuksesta
- Epifyysivaurio voi johtaa kasvun epätasaisuuteen tai pysähtymiseen (suurin osa epifyysivaurioista tapahtuu 13-15 vuoden iässä; paranevat usein asiallisella hoidolla)

Fyysinen aktiivisuus vaikuttaa vain kuormitettuihin luihin



Luuhun vaikuttava liikunta

- Voimaharjoittelu aiheuttaa suurta mekaanista kuormitusta vähin toistoin esim. lihaskuntoharjoittelu salilla
- Isku-tärähdysliikunta sisältää nopeita liikkeitä, hyppyjä esim.
- Toistokuormitus on kestävyystyyppistä harjoittelua



Liikunnan vaikutus niveliin ja nivelrustoihin

Nivelen kuormitus on tärkeimpiä nivelruston aineenvaihduntaan ja rakenteeseen vaikuttavia tekijöitä.

- Nivelruston kimmoisuuteen vaikuttavat ominaisuudet johtuvat veden turvottamasta proteoglykaanihyyytelöstä sekä kollageeniverkoston aiheuttamasta vetolujuudesta
- Kuormituksen aikana rustokudoksesta nivelpinnoille puristunut vesi pienentää nivelpintojen kitkaa
- Kohtuullinen rytminen kuormitus lisää nuoren ihmisen nivelruston proteoglykaanipitoisuutta → rusto jäykistyy (tulee kimmoisammaksi) ja kasvaa paksuutta



Liikunnan vaikutus niveliin ja nivelrustoihin

Huom:

- 1) Hyvin voimakas kuormitus ei aiheuta positiivista vastetta
- 2) Nivelkuormituksen puuttuminen heikentää kimmo-ominaisuuksia
- 3) Pitkäaikaisen liikkumattomuuden jälkeen nivelrusto on heikompi kuin normaalisti ja voi vaurioitua niveltä kuormitettaessa (huono paranemiskyky) → nivelen kuormitusta pitää lisätä toipumisvaiheessa vähitellen



Liikunnan vaikutus lihaksen sidekudokseen

- Kollageenisynteesiin liittyvien entsyymien aktiivisuus lisääntyy pian fyysisen kuormituksen alkamisen jälkeen
- Lisääntynyt kollageenisynteesi on mitattavissa useita päiviä myöhemmin → kimmo-ominaisuudet lisääntyvät
- Samoin lisääntyy lihasmassa (hypertrofia)



Liikunnan vaikutus selkärangan sidekudokseen

- Lasten ja nuorten kohdalla tuki- ja liikuntaelimistön heikoin lenkki
- Missä määrin lapsena ja nuorena harrastettu urheilu lisää epäedullisia muutoksia on epäselvää (rappeutumismuutoksia n. 30 ikävuodesta eteenpäin)
- Niin kauan kuin lihaksisto on vahva, ei vaurioita niin helposti synny eikä oireita esiinny
- Kasvuvaiheen aikana olisi lasten ja nuorten liikunnassa asetettava tarkata kuormituksen rajat (progressiivinen harjoittelu alkaen oman painon hyväksi käytöllä) sekä opetettava oikeat suoritustekniikat

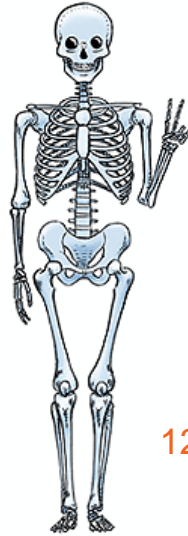
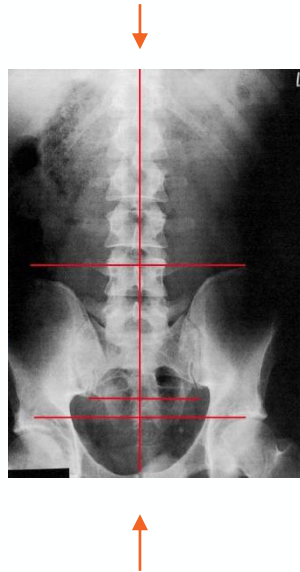


Tärkeää valvoa lasten ja nuorten harjoittelua

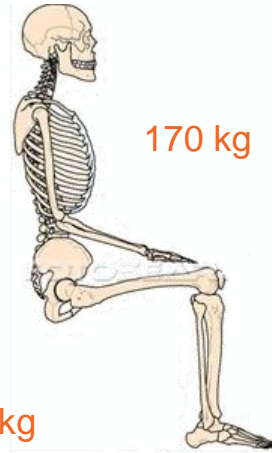
- Eri lajien riskiliikkeet
- Erilaiset voimanhankinta liikkeet
- Erilaiset työ-, nukkuma ja istuma-asennot
- Erilaiset nostotavat



Kuormituksen kohdistuminen



120 kg



170 kg



500 kg

Liikunnan vaikutus lihaksiin

- Lihaksen ympärystymitta kasvaa (hypertrofia)
- Hypertrofia tarkoittaa solun koon ja samalla usein elimen koon suurenemista. Hypertrofia voi kehittyä hormonaalisen vaikutuksen tai lisääntyneen kuormituksen johdosta.
- Erityisesti bodaustyyppisessä harjoittelussa (keskiraskaat painot, pitkät sarjat).
- Lihaksen hypertrofia johtuu:
 - 1) lihassolujen lukumäärän kasvusta (hyperplasia) tai
 - 2) jokaisen lihassolun läpimitan kasvusta (hypertrofia)



Liikunnan vaikutus lihaksiin

- Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat sekä hyperplasian, että hypertrofian aiheuttavan lihaskasvua.
- Kuitenkin lihassolujen lukumäärän kasvu on hyvin rajallista ja pääasiallinen lihaksen koon kasvu johtuu lihassolujen läpimitan kasvusta.
- Ihmiset joilla on paljon ohuita lihassoluja lihaksen pinta-alayksikköä kohden omaavat paremmat edellytykset kehonrakentajiksi ja painonnostajiksi kuin ihmiset joiden lihassolujen lukumäärä lihaksessa on pienempi.



Liikunnan vaikutus lihaksiin

- Lihaksen energiantuotto paranee: rasvahappojen hyväksikäyttö tehostuu, glykogeenivarastot säästyvät, maitohappokynnys nousee
- Lihaksen aineenvaihdunnan paraneminen hiussuonituksen tiheentyessä: ravinnonsaanti paranee, kaasujenvaihto tehostuu
- Lihassolujen mitokondriot lisääntyvät ja kasvavat
- Kimmo-ominaisuudet paranevat
- Entsyymiaktiivisuudet lisääntyvät työtavan mukaisesti (aerobinen/ anaerobinen)
- Motoristen yksiköiden lisääntyminen (→ yksittäiseen lihassupistukseen osallistuu harjoittelun tuloksena aiempaa useampia lihassoluja, mitä enemmän lihassoluja saadaan rekrytoitua, sitä voimakkaampi lihas on)



KUORMITUKSEN JA HARJOITTELUN VAIKUTUKSET TUKI- JA LIIKUNTAELIMISTÖÖN

Lihasten aktivointi

- Käsky tulee keskushermostosta
- Käsky siirtyy liikehermoja pitkin lihassoluihin
- Lihassupistus: aktiini ja myosiini liukuvat toistensa lomaan
- Lihas supistuu → liike



HERMOLIHASJÄRJESTELMÄN ADAPTAATIO eli SOPEUTUMINEN

VOIMAHARJOITTELUSSA PITKÄLLÄ AIKAVÄLILLÄ

NEURAALINEN ADAPTAATIO =
”hermostollinen sopeutuminen”

- Voiman kehittyminen voidaan aikaansaada ilman lihaksen rakenteellisia muutoksia, mutta ei ilman ”hermostollista sopeutumista”.
 - Esim. ” hermostollinen” maksimivoimaharjoittelu
 - Käytetään kuormia 85 -100 % laskettuna ykköstoistomaksimista
 - Tehdään siis ”ykkösiä”, ”kakkosia”, ”kolmosia”
 - Esim. jalkakyyky tai penkkipunnerrus



Kestävyysharjoittelu

Elimistön reagointi yksittäiseen kestävyysharjoitukseen

- Harjoitelleella sydämen iskutilavuus 105 ml → jopa 200 ml.
- Harjoitelleella syke 35 krt/min → jopa 200 krt/min.
- Sydämen minuuttitilavuus 3,5 l/min → jopa 40 l/min.
- Veren virtauksesta aktiivisissa lihaksissa 20% → 80%
- Ventilaatiofrekvenssi 8-12 → 60
Ventilaatio 5 l/min → 200 l/min
Yksittäinen hengityssyvyys 0,5 l → 4,0 l



Elinten veren tarve levossa ja kuormituksessa

ELIN	VEREN TARVE LEPOTILASSA (Litraa/min.)	VEREN TARVE KOVASSA RASITUKSESSA (Litraa/min.)
Sydän - pumppaa/min. - oma veren tarve	5,0 litraa 0,2 litraa	25,0 litraa 1,0 litraa
Maksa	1,35 litraa	0,5 litraa
Munuaiset	1,1 litraa	1,1 litraa
Aivot	0,7 litraa	0,9 litraa
Iho	0,3 litraa	0,6 litraa
Muut	0,35 litraa	0,78 litraa
Lihakset	1,0 litraa	21,0 litraa

Kuva: VO2max ja fyysinen kuormittavuus



Kestävyysharjoittelun fysiologisia vaikutuksia

Kestävyyssurheilijoiden lihasten mitokondriot kooltaan ja lukumäärältään suurempia kuin harjoittelemattomien (Ingjer 1979)

Aerobiseen energiantuottoon vaikuttavien entsyymien aktiivisuus kasvaa kestävyysharjoittelussa → kestävyysurheilijat kykenevät ylläpitämään vauhtia lähellä VO₂max tasoa pitkäkestoisissa suorituksissa ilman merkittävää maitohapon tuottoa ja happamuuden kasautumista (Donovan & Brooks 1983; Holloszy 1988)

Peruskestävyysharjoittelu parantaa kykyä käyttää rasvoja energiantuotossa → säästää lihaksen glykogeenivarastoja pitkäkestoisissa suorituksissa (McArdle ym. 2001)

Glykogeenivarastojen tyhjeneminen kestävyysharjoituksen aikana mahdollistaa glykogeenivarastojen lisääntymisen palautumisen aikana (McArdle ym. 2001)

Kestävyyssurheilijoiden hitaiden lihassolujen pinta-ala nopeita lihassoluja suurempi (McArdle ym. 2001)

Sydämen vasemman kammion ja sen seinämien läpimitan suureneminen → iskutilavuus kasvaa sekä levossa että rasituksessa (Mitchell & Raven 1994; Spina ym. 1992)

Kestävyysharjoittelu lisää jo 3-5 harjoituskerran jälkeen plasman ja sitä kautta koko veren tilavuutta (Convertino 1991)

Sydämen syke ja verenpaine pienenee sekä levossa että submaksimaalisessa rasituksessa kestävyysharjoittelun seurauksena (McArdle ym. 2001)

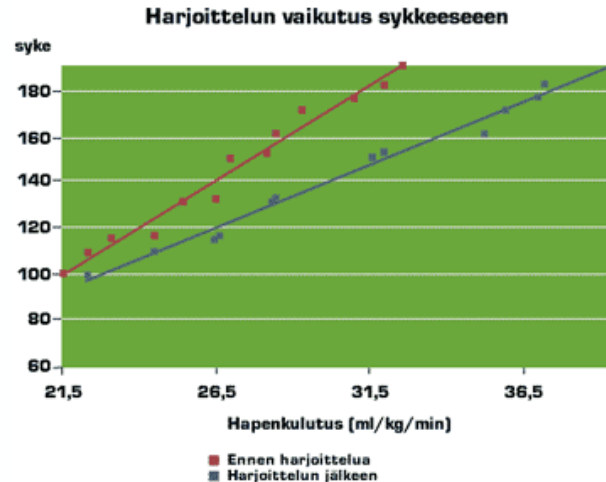
Sydämen minuuttitilavuus kasvaa sydämen rakenteellisten ja toiminnallisten muutosten seurauksena kestävyysharjoittelun vaikutuksesta

Lisää valtimon ja laskimon happipitoisuuden eroa → happi siirtyy tehokkaammin verenkierrosta lihakseen (lisääntynyt hiussuonisto) (Ingjer 1979)

Maksimaalisen ventilaation parantuminen ja ventilaation pieneneminen submaksimaalisessa kuormituksessa (McArdle ym. 2001)

Harjoittelun vaikutus sykkeeseen

- Kuormituksen kasvaessa sydän lisää ensin iskutilavuuttaan ja vasta sen jälkeen syketiheyttä.
- Hyväkuntoinen henkilö voi tehdä heikkokuntoista suurempaa työtä, koska syke alkaa suurentuneen iskutilavuuden vuoksi nousemaan myöhemmin ja saavuttaa siten maksiminsa suuremmissa kuormituksessa.
- Hyväkuntoinen henkilö saa lihaksiinsa heikkokuntoista suuremman verimäärän (happimäärän) ja työn tekemisen kapasiteetti on suurempi.
- Submaksimaalisessa kuormituksessa (sykealue keskimäärin 65 - 85 % HRmax:sta) syke nousee lineaarisesti kuorman kasvun suhteen. Monet kuntotestit perustuvat tähän ominaisuuteen.





Energia-aineenvaihdunta

Energia

- = kyky tehdä työtä
- Harjoittelun kesto ja teho vaikuttavat oleellisesti energia-aineenvaihduntaan ja käytettäviin energian lähteisiin.
 - Välittömät
 - Välilliset

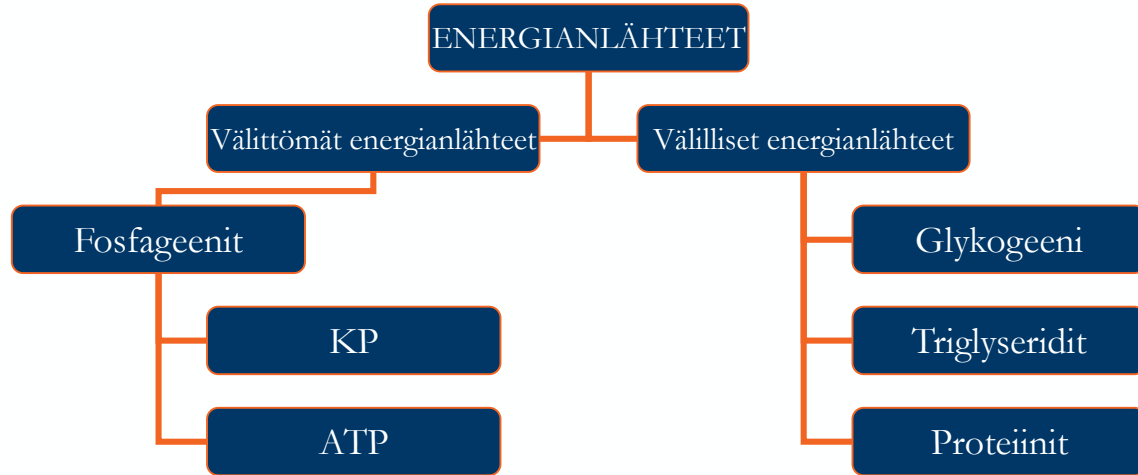


Energiavarastot

- Lihaksen energiavarastot:
 - Välittömät energianlähteet:
 - voidaan käyttää välittömästi
 - fosfageenit (ATP ja KP)
 - Välilliset energianlähteet:
 - täytyy muuttaa kemiallisissa reaktioissa ATP:ksi
 - välillisiä energianlähteitä on lihassolujen lisäksi myös rasvakudoksessa, veressä ja maksassa
 - glykogeeni (hiilihydraattien varastomuoto)
 - triglyseridit (rasvojen varastomuoto)
 - proteiinit (valkuaisaineet)



Energia-aineenvaihdunta



Energia-aineenvaihdunta

- Energiantuottomekanismit:
 - Anaerobinen maitohapoton (alaktinen):
 - ATP + KP, sekunteja.
 - Anaerobinen glykolyysi, maitohapollinen (laktinen):
 - glykogeeni, 30-50 s.
 - Aerobinen glykolyysi:
 - glykogeeni, 30-90 min.
 - Rasva-aineenvaihdunta (aerobinen):
 - rasvat, "ääretön".
 - Proteiiniaineenvaihdunta (aerobinen):
 - äärimmäiset tilanteet



Maitohappometabolia

- Kevyessä työssä laktaattipitoisuus ei nouse lepotilasta, usein jopa laskee.
- Maitohappoa alkaa muodostua lihaksissa heti suorituksen alussa, veressä laktaatti näkyy vasta myöhemmin. (Nopeissa muodostuu/ hitaat jopa poistaa)
- Veren laktaattipitoisuus alkaa nousta selvemmin, kun työteho nousee yli 50-80% maksimaalisesta aerobisesta työtehosta.
- Työtehon kasvaessa laktaatin tuotto kasvaa lineaarisesti.
- Maksimaalisen anaerobisen kuormituksen jälkeen veren laktaattipitoisuus saattaa nousta 10-15 minuuttia.



Maitohappometabolia

- Aerobisissa suorituksissa tasaantuu veren laktaattipitoisuus jo 1-3 minuutissa suorituksen jälkeen.
- Suorituksen alussa lihaksen laktaattipitoisuus nousee korkeaksi tasaantuen n. 5-15 min työajan jälkeen työtehon edellyttämälle tasolle.
- Maitohappoa poistetaan lihaksesta ja laktaattia verestä suorituksen aikana ja sen jälkeen.
- Laktaattia diffusoituu nopeista lihassoluista hitaisiin, levossa oleviin lihaksiin, maksaan ja sydämeen.
- Suurin osa laktaatista hajotetaan hiilidioksidiksi ja vedeksi, osa takaisin glukoosiksi.



Maitohappometabolia

- Veren happamoituminen on merkittävin suoritusta heikentävä tekijä anaerobisissa lajeissa.
- pH:n lasku synnyttää häiriöitä lihaksen supistumisjärjestelmässä. Urheilijan tuntema kipu hapollisessa harjoituksessa on seurausta laktaatin kyvystä rassata hermopäätteitä.



Aerobinen energiantuotto

- Aerobinen energiantuotto (soluhengitys) tapahtuu mitokondrioissa.
- Soluhengitykseen kuuluvat reaktiot: sitruunahappokierto, elektronin siirtoketju ja oksidatiivinen fosforylaatio
- Tärkeimmät aerobisessa energiantuotossa energiaa luovuttavat ravintoaineet ovat hiilihydraatit ja rasvat, erikoistilanteissa myös valkuaisaineet.
- Aerobisen energiantuoton kautta saadaan 18 krt enemmän ATP:a yhtä glukoosimolekyyliä kohtaan anaerobiseen energiantuottoon verrattuna.
- Aerobinen energiantuotto 40-50% hitaampi kuin anaerobinen → anaerobinen 2-3 krt nopeampi kuin aerobinen



Rasva-aineenvaihdunta

- Rasvahappojen pilkkominen energiaksi.
- Vapautuva energiamäärä suuri.
- Yhdestä triglyseridistä saadaan 12 krt enemmän energiaa kuin yhdestä glukoosimolekyylistä.
- Rajoitteena energiantuoton hitaus.
- Merkitys suurimmillaan pitkäkestoisissa suorituksissa (>2h).



Proteiiniaineenvaihdunta

- Levossa proteiinien osuus kokonaisenergiamäärästä on n. 2-3 %
- Pitkäkestoisessa kestävyysuorituksessa lihasten glykogeenivarastojen loputtua voi proteiinien osuus kokonaisenergiantuotosta nousta 12 – 15 %:iin



Harjoittelun vaikutus

- Kestävyysharjoittelun seurauksena lihaksessa muodostuu samassa submaksimaalisessa työssä vähemmän maitohappoa.
- Anaerobinen harjoittelu lisää glykolyyttisten entsyymien aktiivisuuksia ja siten maitohapontuoton nopeutta, puskurijärjestelmän tehoa ja happamuuden sietokykyä.
- Maitohappotasoon vaikuttaa myös verryttely:
 - parantaa hermolihasjärjestelmän koordinaatiota
 - aineenvaihduntaprosessien nopeampi mukautuminen
 - verenkierto vilkastuu



Aerobinen ja anaerobinen energianmuodostus maksimisuorituksessa

Maksimisuorituksen kesto		10 sek	1 min	2 min	4 min	10 min	30 min	60 min	120 min
Anaerobinen	%	85	65–70	50	30	10–15	5	2	1
Aerobinen	%	15	30–35	50	70	85–90	95	98	99

Energiantuotto lyhytkestoisessa suorituksessa

- Anaerobinen teho
 - merkitys suurimmillaan alle 10 s. suorituksissa, joissa ratkaisevampaa on maksimaalinen energiantuottonopeus, ei energiavarastojen koko.
 - ATP:tä tuotetaan KP:sta ja anaerobisen glykolyysin avulla.
 - pikajuoksututkimus (Hirvonen 1987): paremmat pikajuoksijat pystyivät hyödyntämään KP varastoja hitaampia paremmin → KP varastot tyhjenivät enemmän 100 m juoksun aikana.



Energiantuotto lyhytkestoisessa suorituksessa

- Anaerobinen kapasiteetti
 - merkitys suurimmillaan suorituksissa, joissa suurin osa energiasta tuotetaan anaerobisen glykolyysin avulla → maitohappo ↑, pH ↓
 - 30 – 90 s. maksimaaliset suoritukset
 - anaerobiseen kapasiteettiin vaikuttaa glykolyysin energiantuottokyky, lihasten KP-varastojen koko, veren puskurointikyky.



Eri energiantuottoreittien suhteelliset (%) osuudet ATP:n uudismuodostuksesta eri pituisissa maksimaalisissa suorituksissa (Newsholme ym. 1992, McArdle ym. 2001)

	Kreatiini-fosfaatti	Lihsglykogeeni Anaerobinen glykolyysi	Lihsglykogeeni Aerobinen glykolyysi	Veren glukoosi (Maksan glykogeeni)	Triglyseridit (rasvahapot)
100 m	50	50	-	-	-
200 m	25	65	10	-	-
400 m	12,5	62,5	25	-	-
800 m	6	50	44	-	-
1500 m	vähän	25	75	-	-
5000 m	vähän	12,5	87,5	-	-
10 000 m	vähän	3	97	-	-
Maraton	-	-	75	5	20
Ultramaraton 80 km	-	-	35	5	60
24h juoksu	-	-	10	2	88
Jalkapallope li	10	70	20	-	-

ATP:n uudismuodostukseen käytettävien energianlähteiden ominaispiirteet

ENERGIANLÄHDE (anaerobinen / aerobinen)	Energiavaranon riittävyys maksimiteholla	Potentiaalinen suoritusnopeus (% maksimitehosta)	Väsymisen syy	Esimerkkilaji
Kratiinifosfaatti (anaerobinen)	n. 10 sek	100	KP-varasto tyhjenee	100-200 m
Lihasklykogeeni (anaerobinen)	n. 40 sek	90	Happamuus lisääntyy	400-1500 m
Lihasklykogeeni Veren glukoosi (aerobinen)	n. 1 h	70	Lihasklykogeeni loppuu	maraton
Rasvojen hapetus	Ääretön (n. 55h)	Matala	(Veren glukoosi vähenee)	maraton
Valkuaisaineiden pilkkominen (aerobinen)	Ääretön	Pitkäkestoinen matala Toistuva kova	Soluvauriot	Toistuvat kovat suoritusnopeudet

Energiavarastojen kuormittuminen ja palautuminen

1. Välittömien energialähteiden palautuminen
2. Laktaatin ja pH:n palautuminen
3. Glykogeenin palautuminen
4. Happivelka

1. Välittömien energianlähteiden palautuminen

- ATP-varastot tyhjenevät ainoastaan 30 – 40 %.
- KP-varastot tyhjenevät lähes kokonaan:
 - KP-varastojen tyhjentyessä lihasten voimantuoton taso laskee n. 10 %
- KP-varastojen palautuminen:
 - 50 % palautunut jo 30 s levon palautuksen jälkeen
 - 90 % palautunut 3 minuutin jälkeen
 - täydellinen palautuminen 10 – 15 minuutissa
 - voimakkaan maitohapollisen työn jälkeen palautuminen saattaa kestää 30 min.
 - ensimmäistä 10 minuuttia kutsutaan nopean palautumisen vaiheeksi.



2. Laktaatin ja pH:n palautuminen

- Kovan anaerobisen suorituksen jälkeen ensimmäisten palautumisminuuttien aikana lihasten laktaattipitoisuus laskee ja pH kasvaa nopeasti → mitä suurempi lihaksen La-pitoisuus on ollut, sitä suurempi on myös sen poistumisnopeus
- pH on suorassa yhteydessä La-pitoisuuteen, joten se palautuu samalla tavalla
- Maksimaalisen anaerobisen suorituksen jälkeen, jolloin laktaattipitoisuudet ovat nousseet maksimiin, palautuminen lepotasolle kestää maksimilaktaattitasosta riippuen. 60 – 90 minuuttia.
- Kestävyysharjoittelu vaikuttaa palautumiseen lisäämällä laktaatin poistumista verenkierrosta.
- Palautumista 10 minuutista 90 minuuttiin sanotaan hitaan palautumisen vaiheeksi.



3. Glykogeenin palautuminen

- Glykogeenivarastojen tyhjeneminen riippuu suorituksen intensiteetistä.
- Glykogeinit tyhjenevät eri tavalla nopeista kuin hitaista lihassoluista.
- Pitkäkestoisen suorituksen aikana hajotetaan myös maksaan varastoitunutta glykogeeniä:
 - pitkäkestoisessa suorituksessa suorituksen aikana nautitulla hiilihydraatilla on merkitystä glykogeenin ja glukoosin riittävyteen.
- Glykogeenivarastojen täydentäminen alkaa ensin lihaksista → maksan varastot täydentyvät hitaammin.
- Lihaksen glykogeenivarastot täyttyvät n. 24 tunnissa.

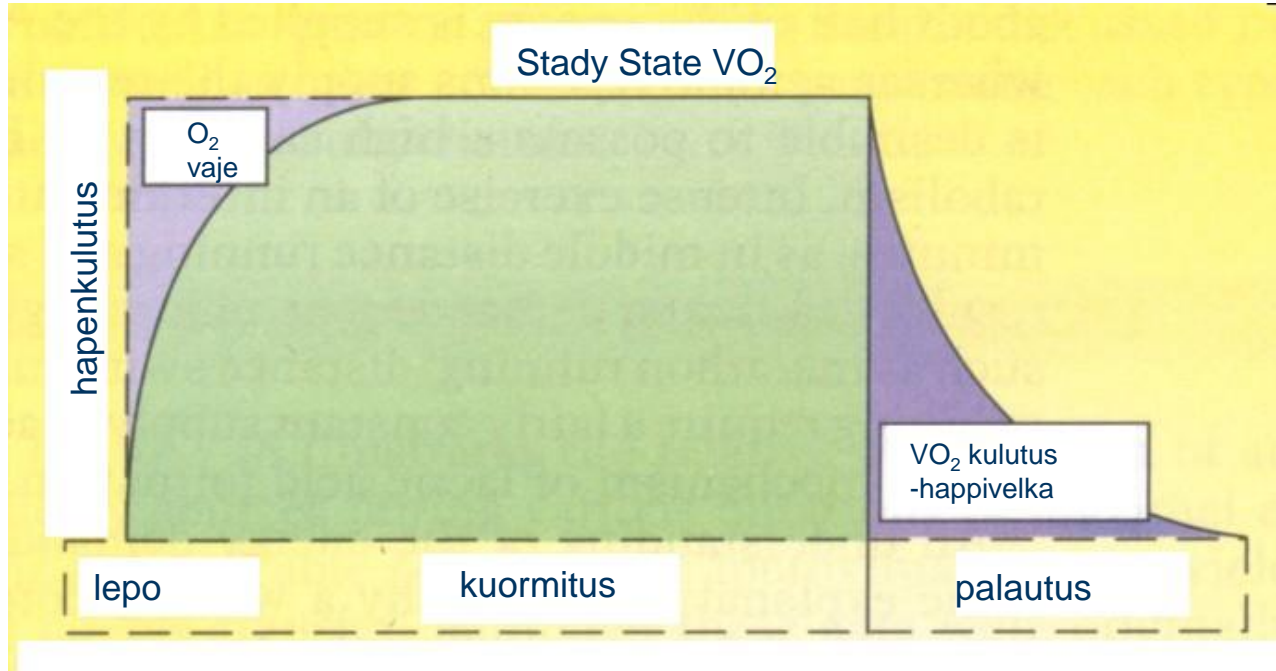


4. Happivelka

- Ventilaatio ja hapenkulutus ovat kohonneena muutamasta minuutista jopa tunteihin suorituksen jälkeen riippuen rasituksen intensiteetistä ja sen synnyttämästä happivelan määrästä.
- Happivelka johtuu:
 - KP-varastojen täydentäminen
 - laktaatin poistaminen lihaksista ja verenkierrosta
 - veren ja lihasten happivarastojen täydentäminen
 - ruumiinlämmön säätely
 - hormonaaliset muutokset (katekolamiinit)
- Happivelan nopea vaihe kestää 2 – 10 minuuttia. Hitaan vaiheen aikana hengitys tasaantuu normaalille tasolle ja se voi kestää jopa tunteja kovatehoisen kuormituksen jälkeen.



Submaksimaalinen kuormitus



Lähteet:

- Haverinen, M. Pajulahden luento pdf- tiedostot,
- Häkkinen, K. 1990, Voimaharjoittelun perusteet
- Kantola, H. ym. Suomen Olympiakomitea.1989. Suomalainen valmennusoppi: 2 Harjoittelu.
- Mero, A. 2004. Urheiluvalmennus. VK-Kustannus.
- Hakkarainen, H. 2009. Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet. VK-Kustannus.



Lajiharjoitusten rasitustasot

- Mitä ominaisuuksia voit harjoittaa lajiharjoituksessa?
- Miten?
 - R1 = puhtaasti aerobisella tasolla
 - R2 = perustaitoharjoittelua aerobisella tasolla
 - R3 = perustaitoharjoitteita esim. dummy-puolustajaa vastaan, saattaa synnyttää anaerobisia piikkejä
 - R4 = pelitaitoharjoitteita, synnyttää maitohappoa → palautukset 40 s
 - R5 = ylitempoharjoitteet, työvaihe max. 20 s
 - R6 = puhdas nopeusharjoite, työvaihe alle 7 s

