

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**LIHASHUOLLON VAIKUTUKSET LAKTAATIN POISTUMISEEN HYÖKKÄYS-
TAISTELUN JÄLKEISESSÄ PALAUTUMISESSA**

Kandidaatintutkielma

Kadetti
Antti Heiskanen

97. Kadettikurssi
Maasotalinja

Maaliskuu 2013

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi 97. Kadettikurssi	Linja Maasotalinja
Tekijä Kadetti Antti Heiskanen	
Tutkielman nimi Lihashuollon vaikutukset laktaatin poistumiseen hyökkäystaistelun jälkeisessä palautumisessa	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotilaspedagogiikka/Fyysinen kasvatus	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika Maaliskuu 2013	Tekstisivuja 25 Liitesivuja 5
<p>TIIVISTELMÄ</p> <p>Sotilaan kuormittuminen hyökkäystaistelussa on väistämätöntä. Hyökkäystaistelusta tulisi palautua mahdollisimman nopeasti, jotta kyetään jatkamaan hyökkäystä tai torjumaan vihollisen mahdollinen vastahyökkäys. Palautumismenetelmistä ja niiden tehokkuudesta sotilailla tiedetään vain vähän.</p> <p>Tutkimuksessa selvitetään, miten lihashuolto vaikuttaa hyökkäystaistelusta palautumiseen laktaatin poistumisen kannalta. Sotilaan hyökkäystaistelu on kuvattu mekaanisena suoritukseksi. Suorituksen energia-aineenvaihdunnan avulla on selvitetty kuormittumisen taso hyökkäyksen päätteeksi. Lihashuoltomenetelmistä tutkimuksessa käsitellään venyttely, hieronta ja aktiivinen palautuminen. Jokaisesta lihashuoltotavasta on esitelty suoritustekniikka tai -tapa sekä vaikutukset laktaatin poistumiseen.</p> <p>Tutkimus on laadullinen. Tutkimus perustuu suomalaisiin ja ulkomaalaisiin kirjallisiin lähteisiin. Tiedonkeruutapana on käytetty kirjallisuuskatsausta, jossa kootaan yhteen kaikki tutkimustieto aihealueesta. Kerätty aineisto analysoidaan teoriaohjaavalla sisällönanalysysillä, jossa tutkimustieto liitetään liikuntatieteelliseen teoriaan.</p> <p>Tutkimuksen tulokset osoittavat, että sotilas on hyvin kuormittunut hyökkäyksen tavoitteessa. Lyhyet ja kovatempoiset suoritukset hyökkäyksen aikana muodostavat laktaattia lihaksiin, mikä rajoittaa sotilaan suorituskykyä. Lihashuoltotavoista venyttelyn vaikutukset laktaatin poistumiseen tunnetaan huonosti. Venyttely ei nopeuta tutkimustiedon perusteella laktaatin poistumista. Hieronnan vaikutukset laktaatin poistumiseen tunnetaan hyvin. Hieronta ei nopeuta laktaatin poistumista. Aktiivista palautumista on tutkittu hyvin paljon ja sen vaikutukset laktaatin poistumiseen tunnetaan hyvin. Aktiivinen palautuminen nopeuttaa laktaatin poistumista lihaksista. Tehokkain aktiivisen palautumisen intensiteetti on hyvin lähellä aerobista kynnystä.</p> <p>Tavoitteessa sotilaan tulisi palautumisen maksimoimiseksi pitää itsensä liikkeessä. Aktiivisen palautumisen avulla taistelun aikana muodostunut laktaatti poistuu mahdollisimman nopeasti. Liikkuminen tulisi olla kevyempää kuin itse hyökkäystaistelu, mutta täysin passiiviseksi ei saa jäädä. Tällaista liikuntaa tavoitteessa voisi olla esimerkiksi tuliaseman kaivaminen ja valmistelu, patruuna täydennyksien kantaminen takamaastosta tai pieni lenkki hölkkää.</p>	
AVAINSANAT	
Fyysinen toimintakyky, suorituskyky, hyökkäystaistelu, energia-aineenvaihdunta, laktaatti, palautuminen, lihashuolto, venyttely, hieronta, aktiivinen palautuminen	

LIASHUOLLON VAIKUTUKSET LAKTAATIN POISTUMISEEN HYÖKKÄYSTAISTELUN JÄLKEISESSÄ PALAUTUMISESSA

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KÄSITTEITÄ.....	3
2.1	FYYSINEN TOIMINTAKYKY	3
2.2	FYYSINEN AKTIIVISUUS JA LIHASVÄSYMYS	3
2.3	LAKTAATIN KERTYMINEN.....	4
2.4	PALAUTUMINEN JA LAKTAATIN POISTUMINEN	4
2.5	LIASHUOLTO	5
3	TUTKIMUSONGELMAT JA -MENETELMÄT.....	6
3.1	TUTKIMUKSEN TARKOITUS	6
3.2	TUTKIMUSONGELMA	7
3.3	TUTKIMUSMENETELMÄT	7
4	HYÖKKÄYSTAISTELUSSA KUORMITTUMINEN.....	8
4.1	HYÖKKÄYSTAISTELUN RAKENNE	8
4.2	TAISTELIJAN VARUSTUS	9
4.3	ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA HYÖKKÄYSTAISTELUSSA	10
4.4	TUTKIMUSTULOKSIA HYÖKKÄYKSEN KUORMITTAVUUTEEN LIITTYEN	12
5	LIASHUOLTOTAVAT JA NIIDEN VAIKUTUS PALAUTUMISEEN	14
5.1	VENYTTELY.....	14
5.1.1	VENYTTELYN TOTEUTUS	14
5.1.2	VENYTTELYN VAIKUTUS PALAUTUMISEEN	15
5.2	HIERONTA	15
5.2.1	HIERONNAN TOTEUTUS	16
5.2.2	HIERONNAN VAIKUTUS PALAUTUMISEEN	17
5.3	AKTIIVINEN PALAUTUMINEN	18
5.3.1	AKTIIVISEN PALAUTUMISEN TOTEUTUS	18
5.3.2	AKTIIVISEN PALAUTUMISEN VAIKUTUS PALAUTUMISEEN	20
6	POHDINTA	22
6.1	YHTEENVETO	22
6.2	LUOTETTAVUUS	24
6.3	JATKOTUTKIMUKSET	25

LÄHTEET

LIITTEET

LIHASHUOLLON VAIKUTUKSET LAKTAATIN POISTUMISEEN HYÖKKÄYSTAISTELUN JÄLKEISESSÄ PALAUTUMISESSA

1 JOHDANTO

Fyysinen kunto säilytetään taistelutoiminnan vaatimalla tasolla toiminnan ja levon säätelyllä sekä huoltotoimenpiteillä. Yksittäisen taistelijan tulisi kyettävä suorittamaan nämä huoltotoimenpiteet myös vaikeissa olosuhteissa. Toimintakyvyn ylläpitämiseksi on erityisen tärkeää huoltaa itseään aina, kun se on mahdollista ruokailemalla, lepäämällä ja suorittamalla lihashuoltoa. Toimintakyvyn ylläpitäminen mahdollistaa selviytymisen ja hengissä pysymisen myös haastavissa tehtävissä ja vaikeina aikoina. Taistelukentällä sotilaan toimintakykyä koetellaan äärimmilleen ja toimintakyvyn lasku kriittisellä hetkellä voi ratkaista eron elämän ja kuoleman välillä. (Joukkueen opas 1999, 31.)

Puolustusvoimissa annetaan liikuntakoulutusta, jonka tehtäviä ovat muun muassa yksilön fyysisen kunnan kasvattaminen ja pysyvän liikuntakipinän synnyttäminen sekä sen siirtäminen reserviin (Puolustusvoimien liikuntastrategia 2007–2016 2007, 9). Osana liikuntakoulutusta annetaan lihashuoltokoulutusta, jonka tarkoituksena on säilyttää ja ylläpitää toimintakyky fyysisen rasituksen aikana ja sen jälkeen. Yksi lihashuoltokoulutuksen tavoitteista on opettaa palautumista edistävät omakohtaiset lihashuoltotoimenpiteet. (Liikuntakoulutuksen käsikirja: 4 Lihashuoltokoulutus 1999, 5-6.)

Lishahuoltotoimia tarvitaan sotilailla tilanteissa, joissa elimistön tulee kuormituksen jälkeen olla nopeasti valmiina uuteen suoritukseen. Sotilailla hyökkäystaistelu on yksi yleisimmistä fyysisen kuormittumisen muodoista. Hyökkäystaistelun jälkeen sotilaan tulee nopeasti olla valmis uuteen tehtävään. Hyökkäystaistelussa sotilas tekee sarjan lyhyitä ja kovatempoisia syöksyjä. (Sotilaan käsikirja 2012 2011, 150–151.) Lyhyen ja kovatempoisen kuormituksen toistuvuus aiheuttaa anaerobisen glykolyysin tuloksena lihaksen laktaattipitoisuuden nousun. Laktaatti aiheuttaa väsymistä ja hidastaa palautumista maksimaalisen urheilusuorituksen jälkeen. (Ali Rosooli ym. 2012.)

Puolustusvoimissa on asetettu tavoite varusmiesten fyysiselle kunnolle. Heidän on kyettävä joukkonsa mukana reserviin siirtyessä täyttämään menestyksellisesti puolustushaaransa, asela-

jinsa ja koulutushaaransa mukaiset taistelutehtävät vähintään kahden viikon ajan jatkuvassa taistelukosketuksessa ja käyttämään kaikki voimavaransa yhtämittaisesti 3-4 vuorokauden kestävään vaativaan ratkaisutaisteluun. (Asevelvollisten fyysinen koulutus 2011, 4.)

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka lihashuollolla osana palautumista pystytään vaikuttamaan laktaatin poistumiseen lihaksista hyökkäystaistelun jälkeen. Tutkimuksessa laktaatin poistumista pyritään nopeuttamaan venyttelyllä, hieronnalla ja aktiivisella palautumisella. Jokainen näistä lihashuoltomenetelmistä on suoritettavissa myös maasto-olosuhteissa.

2 KÄSITTEITÄ

2.1 Fyysinen toimintakyky

Toimintakyky on yksilön kokonaisvaltaista fyysistä, psyykkistä, sosiaalista ja eettistä valmiutta toimia tilanteenmukaisesti sekä luovasti ja vastuullisesti erilaisissa tilanteissa (Kouluttajan opas 2006, 13). Kaikki toimintakyvyn ulottuvuudet ovat vahvasti kytkettyinä hyvään sotilaseen. Yksikään näistä ulottuvuuksista ei saa olla heikko, jotta voitaisiin puhua hyvästä ja toimintakykyisestä taistelijasta. (Toiskallio 1998, 52.)

Fyysinen toimintakyky tarkoittaa ihmisen fyysistä kykyä minkä tahansa toiminnan suorittamiseksi. Tällöin fyysistä suorituskykyä ja kuntoa pidetään synonyymeinä. Myös fyysinen toimintakyky ja fyysinen suorituskyky tarkoittavat usein samaa. (Fogelholm ym. 2011, 26.) Fyysistä kuntoa mitataan usein fyysisen suorituskyvyn eri osa-alueilla, kuten kestävyys, voima ja nopeus. Ihmisen kokonaisvaltaisen fyysisen toimintakyvyn määrittämisessä pyritään biologisin menetelmin arvioimaan hänen kuormittumistaan tietyissä fyysisissä tehtävissä ja työssä. (Kyroläinen 1998, 26.)

2.2 Fyysinen aktiivisuus ja lihasväsymys

Fyysinen aktiivisuus sisältää kaiken tahdonalaisen liikkumisen. Fyysinen aktiivisuus on välttämätöntä terveyden ja toimintakyvyn kannalta. (Taistelija 2005 2004, 10.) Fyysinen aktiivisuus voidaan määritellä lihasten supistumiseksi ja samanaikaisesti elimistössä tapahtuviksi muutoksiksi, joita tarvitaan lihassupistuksen ylläpitämiseksi. Fyysisen aktiivisuuden aikana elimistö kuormittuu ja joutuu mukautumaan eli adaptoitumaan uusiin fysiologisiin tiloihin. Mukautuminen tapahtuu homeostaattisten mekanismien avulla. Tällöin pyritään sopivaan fysiologiseen tasapainotilaan eli homeostaasiin. Siihen kuuluu myös kemiallinen tasapainotila. Tällöin lihassoluissa on riittävästi happea ja ravintoaineita, eikä niihin ole kasaantunut toimintaa häiritseviä kuona-aineita, kuten hiilidioksidia tai laktaattia. (Ahonen ym. 1998, 75.)

Kuormittumisesta seuraava lihasväsymys määritellään kyvyttömyydeksi ylläpitää tarvittava voimantuotto joko paikallisesti tai yleisesti (Ahonen ym. 1998, 90). Lihasväsymyksessä lihaksen voimantuottokykyyn vaikuttavat muun muassa lihaksen solujakauma, lihaksen hypertrofia, energiavarastojen riittävyys, häiriöt energiantuottoprosesseissa, lihaksen pH:n lasku, hermoston väsyminen ja häiriöt lihassupistuksessa (Mero ym. 2007, 115–116).

2.3 Laktaatin kertyminen

Intervallikuormituksessa, jossa intensiteetti on korkea ja yksittäisen suorituksen kesto on lyhyt, noin 15 sekuntia - 5 minuuttia, muodostuu runsaasti maitohappoa (Mero ym. 2007, 110). Energiantuotto tapahtuu tällöin anaerobisessa glykolyysissä ilman happea ja reaktiossa osa glukoosista muuttuu palorypälehapon kautta maitohapoksi (Ahonen ym. 1998, 82). Glykolyysin lopputuotteena syntynyt maitohappo hajoaa lihassolussa heti syntymisensä jälkeen laktaatti- ja vetyioniksi. Laktaatti- ja vetyionipitoisuus kasvaa lihassolussa. Laktaatti- ja vetyionit siirtyvät diffuusion ja aktiivisen kuljetuksen avulla solukalvon läpi verenkiertoon. Laktaatti-ionit häiritsevät lihassupistusta yhdessä vetyionien kertymisestä johtuvan elimistön happamoitumisen kanssa. (Keskinen ym. 2007, 52.)

2.4 Palautuminen ja laktaatin poistuminen

Palautumisella tarkoitetaan niiden muutosten korjaamista, jotka fyysinen rasitus tai aktiivisuus on tuottanut elimistölle ja aineenvaihdunnalle (Fyysisen harjoittamisen perusteet 1999, 11). Palautumisella tarkoitetaan myös lihasten ja jänteiden lepopituuteen palautumista, verenkierron- ja hengityselimistön palautumista perustoimintatilaan ja rasituksen aikaisten hormonieritysmuutosten korjaaminen normaalirytmiiin. Lihasaineenvaihdunnan palautumiseen kuuluvat lihaksen fosfaatti- eli fosfageenivarastojen rakentaminen, myoglobiinin happipitoisuuden normalisointi ja lihaksen glykokeenivarastojen uudistamiseen sekä laktaatin poistaminen verestä ja lihaksista. (Ahonen ym. 1998, 106.)

Lihaksissa ei ole tarvittavaa määrää happea hajottamaan kaikkea rasituksessa muodostuvaa maitohappoa. Lihaksiin muodostuu siis maitohappivelka, joka korvaantuu rasituksen päätyttyä palautumisen aikana. (Ahonen ym. 1998, 108.) Maitohaposta syntyvä laktaatti voi hapettua, minkä jälkeen sitä käytetään energianlähteenä tai siitä voi muodostua glukoosia. Laktaatin oksidaatiota tapahtuu merkittävässä määrin luurankolihasessa, sydämessä ja munuaisissa. (Keskinen ym. 2007, 52.)

Harjoittelulla pystytään pienentämään muodostuvan laktaatin määrää lihaksissa ja poistamaan laktaattia nopeammin (McArdle ym. 2007, 487). Lihashuoltotoimilla pyritään nopeuttamaan liikuntaelimistön palautuminen optimaaliseksi kuormituksen jälkeen (Asmussen 1998, 7).

2.5 Lihashuolto

Lihashuollolla tarkoitetaan kaikkia toimenpiteitä ja toimintoja, joilla on tavoitteena palauttaa lihakset, hermo-lihasjärjestelmä ja psyyke eriasteisesta rasituksesta (Liikuntakoulutuksen käsikirja: 4 Lihashuoltokoulutus 1999, 6). Lihashuoltotoimet voivat olla aktiivisia eli omatoimisesti lihastyöllä suoritettuja tai passiivisia eli toisen henkilön suorittamia tai apuvälineen avulla suoritettuja toimenpiteitä. Lihashuoltotoimilla pyritään nopeuttamaan fyysistä ja psyykkistä palautumista harjoituksen tai kilpailun jälkeen, ennaltaehkäisemään akuuttien ja rasitusvammojen syntymistä valmistavien toimenpiteiden avulla, saavuttamaan optimaalinen rentoustitila sekä opettamaan urheilijalle mahdollisimman taloudellinen, tehokas ja kudoksia säästävä tapa käyttää kehoa (Ahonen ym. 1998, 111).

Tässä tutkimuksessa lihashuoltotavoista käsitellään venyttely, hieronta ja aktiivinen palautuminen eli niin sanottu loppuverryttely. Kuvassa 1 on esitetty lihashuoltoon vaikuttavat tekijät.



Kuva 1. Lihashuoltoon vaikuttavat tekijät (Ahonen ym. 1998, 117).

3 TUTKIMUSONGELMAT JA -MENETELMÄT

3.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kokonaisvaltaisella lähestymisellä lihahuollon vaikutusta laktaatin poistumiseen hyökkäystaistelun jälkeisessä palautumisessa. Hyökkäystaistelu on fyysisesti kuormittava ja vaativa taistelutapa sotilaille nykypäivän taistelukentällä (Kokko 2008, 48–54). Taistelusta palautumiseen on kokoajan vähän aikaa, joten palautumiseen täytyy kiinnittää huomiota (Joukkueen opas 1999, 169).

Tutkimuksessa ei tutkita hyökkäystä ja sen suorittamista erikseen kesällä tai talvella eikä vaolisalla tai pimeällä. Tutkimuksessa hyökkäystä analysoidaan yksittäisen sotilaan kannalta kuormittumisena hyökkäyksen eri vaiheissa. Tutkimuksen kannalta tärkeimmät ja kuormittavimmat hyökkäysvaiheet ovat siirtyminen lähtöasemasta taistelukosketukseen ja taistelukosketuksessa eteneminen tavoitteeseen asti. Työssä ei tutkita taistelutekniikkaa eikä taktiikkaa. Sotilaan hyökkäystaistelu on esitetty yksinkertaisena suorituksena energia- ja aineenvaihdunnan avulla. Tutkimuksessa on pyritty muodostamaan kokonaiskuva, kuinka kuormittunut sotilas on päästessään tavoitteeseen sekä kuinka paljon laktaattia muodostuu ja kertyy sotilaan lihaksiin hyökkäystaistelussa.

Palautuminen ja sen tunteminen ovat hyvin yksilöllisiä ja kokonaisvaltaisia asioita, joten niihin vaikuttavat monet asiat, kuten ravinto, neste, lepo ja lihahuolto (Ahonen ym. 1998, 108–109). Palautuminen on tutkimuksessa toteutettu lihahuollon keinoin. Lihahuoltotavoista tutkimuksessa käsitellään yleisimpiä ja sotilaille helpoimpia toteuttaa myös maasto-olosuhteissa taistelun jälkeen. Lihahuollolla pyritään nopeuttamaan palautumista. Palautumista on konkreettisesti ja yksiselitteisesti hyvin vaikea mitata. Yleisin palautumisen mittari on laktaatin mittaaminen verestä. Tutkimuksessa keskitytään palautumisen vaikutuksissa laktaatin poistumiseen lihahuollon seurauksena.

3.2 Tutkimusongelma

Tutkimusongelma on jaettu yhteen pääkysymykseen ja neljään alakysymykseen:

1. Miten lihashuolto vaikuttaa laktaatin poistumiseen hyökkäystaistelun jälkeisessä palautumisessa?
 1. Miten hyökkäystaistelu kuormittaa sotilasta?
 2. Miten venyttely vaikuttaa laktaatin poistumiseen?
 3. Miten hieronta vaikuttaa laktaatin poistumiseen?
 4. Miten aktiivinen palautuminen vaikuttaa laktaatin poistumiseen?

3.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus on laadullinen. Tutkimus perustuu suomalaisiin ja ulkomaalaisiin kirjallisiin lähteisiin. (Hirsjärvi ym. 2004, 155.) Tutkimuksen tarkoituksena on luoda perusteita empiiriselle jatkotutkimukselle, jossa laboratorio- ja kenttäolosuhteissa mitataan sotilaan kuormittumista ja sen jälkeistä palautumista eri palautusmenetelmiä hyödyntäen.

Tutkimuksen tiedonkeruutapa on perinteinen kirjallisuuskatsaus, jonka avulla on mahdollista hahmottaa olemassa olevan tutkimustiedon kokonaisuus. Kokoamalla yhteen tiettyyn aiheeseen liittyviä tutkimuksia saadaan kuvaa muun muassa siitä, miten paljon tutkimustietoa on olemassa sekä millaista tutkimus menetelmällisesti ja sisällöllisesti pääsääntöisesti on. (Hirsjärvi ym. 2004, 111–113.) Kerätty aineisto analysoidaan teoriaohjaavalla sisällönanalyysillä, jossa tutkimustieto liitetään liikuntatieteelliseen teoriaan. Aineiston kokonaisvaltaisella tarkastelulla saadaan kuva tutkittavasta aiheesta, jolla luodaan perusteet johtopäätöksille. (Tuomi & Sarajärvi 2011, 103–104.)

4 HYÖKKÄYSTAISTELUSSA KUORMITTUMINEN

4.1 Hyökkäyksen rakenne

Jääkäripataljoona on pienin itsenäisesti hyökkäävä joukko. Jääkärikomppania hyökkää osana pataljoonaa, jossa komppanioiden tavoitteet muodostavat pataljoonan välitavoitteet. Komppanian päällikkö määrittää omille joukkueilleen tavoitteet. Joukkueiden tavoitteet toimivat komppanian välitavoitteina. (Komppanian taisteluohje 2008, 100.) Joukkueen tavoitteeksi määrätään selvä maastonkohta 100–300 metriä murtokohdan takana (Jääkärikomppanian opas 1989, 204). Murtokohta on maastonkohta vihollisen ryhmyksessä hyökkäysalueella, jossa sille aiheutetaan riittävät tappiot kaikkien asejärjestelmien keskitetyllä tulenkäytöllä (Komppanian taisteluohje 2008, 98–99).

Jääkärikomppanian hyökkäysvaiheet ovat siirtyminen lähtöalueelta lähtöasemaan, hyökkäysvalmistelut lähtöasemassa, eteneminen kosketukseen ja taistelu murtokohdasta tavoitteeseen (Jääkärikomppanian opas 1989, 184). Jääkärikomppanian hyökkäysvaiheet on esitetty kuvana liitteessä 1. Tässä tutkimuksessa hyökkäystaistelu tarkoittaa yksittäisen jääkäriin etenemistä lähtöasemasta kosketukseen ja taistelua murtokohdassa tavoitteeseen asti.

Komppania siirtyy lähtöalueelta jalkautumistasalle ajoneuvoilla ja jalkautumistasalta lähtöasemaan jalan tai hiihtäen (Jääkärikomppanian opas 1989, 196). Komppanian hyökkäyksen lähtöasema on 0,5-2 kilometrin etäisyydellä murtokohdasta (Komppanian taisteluohje 2008, 98–99). Lähtöasema on maastonkohta suojassa vihollisen tähytykseltä ja suoraammuntatulelta. Lähtöasemassa saadaan tarkka hyökkäystehtävä ja viimeisimmät vihollistiedot. Lähtöasemaan pysähdytään mahdollisimman lyhyeksi ajaksi. (Jääkärikomppanian opas 1989, 187.)

Joukkue hyökkää lähtöasemasta yleensä ryhmien ollessa avojonossa aina taistelukosketukseen asti (Joukkueen opas 1999, 162). Avojonossa taistelijat etenevät taisteluvalmiina pitäen viiden metrin välit toisiinsa. Etenemisen aikana taistelijat tähystävät maastoa ja kuulostelevat ympärillensä. (Sotilaan käsikirja 2012 2012, 132–133.) Liitteessä 2 on esitetty kuva havainnollistamaan avojonossa etenemistä. Taistelukosketuksen jälkeen joukkue hyökkää tulta ja liikettä käyttäen kohti murtokohtaa. Joukkueen tuli ja liike konkretisoituu, kun ryhmät etenevät taistelukosketuksessa syöksyen. Syöksyminen tarkoittaa tulen ja liikkeen yhdistämistä, missä taistelijaparista toinen etenee ottamalla lyhyen syöksyn juoksemalla suojasta suojaan, samalla kun toinen taistelijaparista tukee etenemistä tulella. Syöksyn jälkeen taaempi taistelija syöksyy

edellä olevan tasalle etummaisena tukiessa syöksyä tulellaan. Syöksymistä toistetaan, jotta päästään etenemään tarpeeksi lähelle vihollisen asemia. (Ryhmänjohtajan opas 1991, 172.) Päästessään tulta ja liikettä käyttämällä tarpeeksi lähelle vihollisen asemia suoritetaan rynnäkö. Rynnäkö on joukkueen tai sen osan suorittama yhtämittäinen, lyhyt ja raju syöksy vihollisen ryhmytykseen. Rynnäkö suoritetaan yleensä alle 50 metrin päästä vihollisen asemista. (Joukkueen opas 1999, 156–157.)

Joukkueen päästessä tavoitteeseen on pysähdys todennäköisesti lyhytaikainen. Tavoitteesta jatketaan komppanian tavoitteeseen heti, kun se on mahdollista. Tavoitteissa aloitetaan välittömästi puolustusvalmistelut, ampumatarvikkeiden ja muun materiaalin tasaukset sekä taistelulukelpoisuuden ylläpitäminen. (Joukkueen opas 1999, 169.) Tavoitteessa on kaikilla toimilla pyrittävä palauttamaan komppanian iskukyky siten, että komppanialla on edellytykset vihollisen vastatoimien torjumiselle ja hyökkäyksen jatkamiselle (Komppanian taisteluohje 2008, 100). Iskukyvyyn palauttaminen ja taistelukyvyyn säilyttäminen merkitsevät ampumatarvikkeiden tasausta ja täydennystä, henkilökohtaista tankkausta, tuliasemien valmistelua sekä henkilökohtaista huoltoa ja palautumista (Sotilaan käsikirja 2012 2012, 149).

Komppanian hyökkäysnopeus on kesällä 50-100 metriä minuutissa. Olosuhteet, sää ja maasto on otettava huomioon hyökkäysnopeudessa. (Jääkärikomppanian opas 1989, 205.) Vihollisen lyöminen kestää taistelukosketuksesta useita kymmeniä minuutteja, joten sotilaan fyysinen rasitus muodostuu kovaksi intensiteetin ja kannettavan kuorman takia (Joukkueen opas 1999, 166).

4.2 Taistelijan varustus

Jääkäriryhmään kuuluvat ryhmänjohtaja, ryhmän varajohtaja, konekiväärin mies ja neljä rynnäkkökiväärin miestä (Ryhmänjohtajan opas 1991, 18). Jokainen ryhmän jäsen kantaa omaa henkilökohtaista taisteluvarustustaan. Taulukossa 1 on esitetty sotilaan kantama taisteluvarustus yksittäisen tavaran tarkkuudella.

Taulukko 1. Sotilaan taisteluväri (Sotilaan käsikirja 2012 2012, 94).

Taisteluväri:					
Mukana:	Ase, jossa lipas kiinni	Kypärä ja kypärän suojarahpu	Kenttälappio	Pistin	Tunnuslevy (kaulassa)
Taisteluväri:	Yleislaukku:	2 lipasta	Kenttäpullo, jossa vettä	Ensiside	Erikoisvälineistö
	Lipaslaukku:	3 lipasta	Käsikranaatti		
	Takalaukku:	Suojaviitta/sadeasu	Pakki	Vuorokauden kuivamuona	Suojanaamari
Varustepussi:	Pakkastakki	Väljasu			
Taskuissa:	Lusikkahäärä	Muistiinpanovälineet	Kompassi	Tulitikut	Tunnuskortti

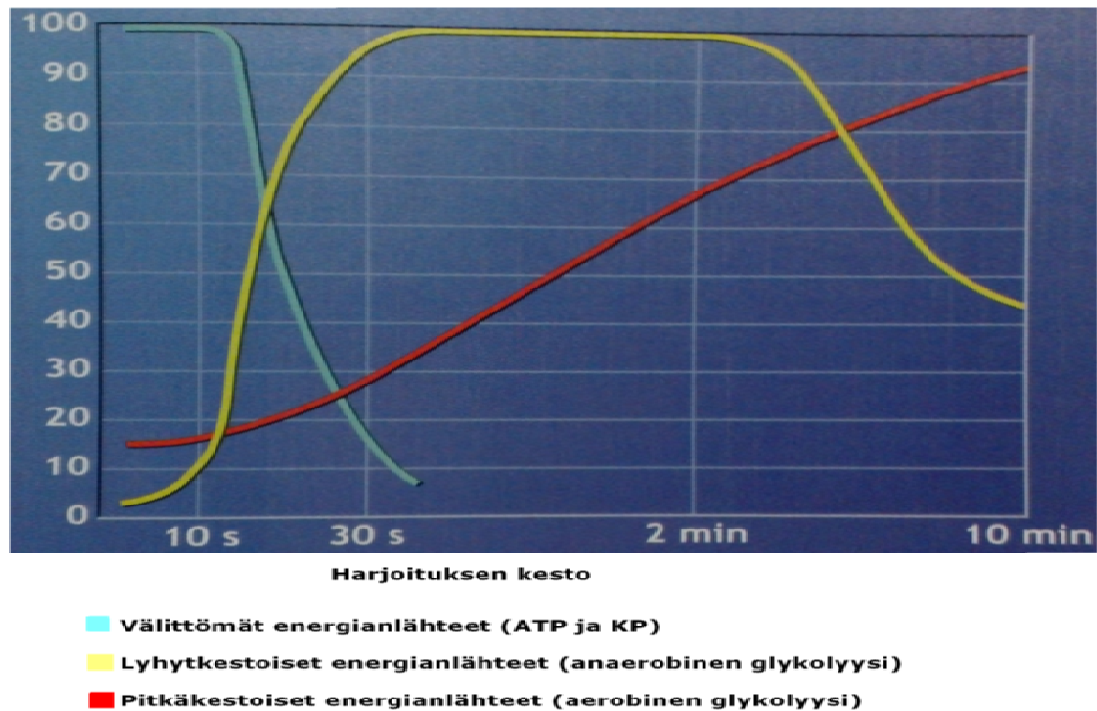
Sotilaan taisteluväriksen m/91 paino on noin 16,8 kilogrammaa (Kokko 2008, 34). Sotilaan on pystyttävä kantamaan taisteluväriksen lisäksi noin 15-25 kilogramman kuorma taistelussa. Tilapäisesti tämän lisäksi on pystyttävä kantamaan 5-10 kilogrammaa. Tämä lisäpaino muodostuu patruunoista, käsikranaateista, savuheitteistä, räjähdysaineista, viestivälineistä, kertasingoista ja taistelumuonasta. (Sotilaan käsikirja 2012 2012, 92–93.)

4.3 Energia-aineenvaihdunta hyökkäystaistelussa

Hyökkäyksen alussa kävellessään avojoissa lähtöasemasta taistelukohtaan sotilas tuottaa energiansa pääsääntöisesti aerobisesti. Aerobisessa energiantuotossa energiaa tuotetaan elimistölle hapen avulla. Energiantuotto on tällöin edullista, koska saadaan 18 kertaa enemmän adenosinitrifosfaattia (ATP) yhtä glukoosimolekyyliä kohti anaerobiseen energiantuottoon verrattuna sekä välttyään haitallisen maitohapon muodostumiselta (Mero ym. 2007, 97). Aerobisessa energiantuotossa ATP:a voidaan tuottaa aerobisella aineenvaihduntaprosessilla, mikäli lihassolussa on riittävästi happea. Tällöin ATP:n tuotto tapahtuu solun mitokondrioissa hapen avulla. (Jackson ym. 2004, 18.) ATP on kehossa varastoituneena ravintoaineisiin, kuten hiilihydraatteihin, rasvoihin ja proteiineihin. Kaikki ravintoaineet muuttuvat lopulta aineenvaihdunnassa ATP:ksi. ATP:sta vapautuu energiaa adenosinitrifosfaatti (ATPaasi) entsyymien avulla. (Ahonen ym. 1998, 81–82.) Aerobisessakin kestävyysuorituksessa muodostuu lihaksessa koko ajan maitohappoa, joka poistuu osittain jo lihaksen sisällä. Muodostunut maitohappo liukenee laktaattina vereen, jolloin veren laktaattipitoisuus kohoaa lievästi. Laktaattipitoisuus alkaa nousta selvemmin vasta, kun suorituksen työteho nousee yli anaerobisen kynnyksen. (Keskinen ym. 2007, 115.)

Taistelukosketuksen saatuaan sotilaan hyökkäystaistelu muuttuu sarjaksi lyhyitä ja kovatempoisia syöksyjä. Tällaisessa kuormituksessa lihakset saavat energiansa välittömistä energianlähteistä. Lähes kaikki energia saadaan lihaksiin varastoituneista korkeaenergisistä fosfaatit yhdisteistä, ATP:sta ja kreatiinifosfaatista (KP). (McArdle ym. 2007, 166.) Tällöin energiaa tuotetaan ilman happea nopeasti, mutta vapautuva energiamäärä jää pieneksi (Vuori 1994, 244–245). Energiatarpeen jatkuva tyydyttäminen edellyttää ATP:n muodostumista kulutusta vastaavaksi. ATP- ja KP varastot riittävät yhdessä noin 10 sekunnin tehokkaaseen fyysiseen suoritukseen, jolloin suorituksen aikana lihakseen ei juuri ehdi kertyä laktaattia. (Rauramaa & Rankinen 1999, 31.)

Vihollisen lyöminen kestää taistelukosketuksesta useita kymmeniä minuutteja (Joukkueen opas 1999, 166). Hyökkäystaistelussa suorituksen jatkuessa ja suorituksen tehon säilyessä pitkään kovana täytyy korkeaenergisistä fosfaatteja muodostaa jatkuvasti lisää. Muodostuminen tapahtuu anaerobisen glykolyysin avulla pääasiassa lihakseen varastoituneesta glykogeenista. Energiantuotto on hitaampaa kuin KP:sta tuottamalla, mutta energiaa vapautuu enemmän. (McArdle ym. 2007, 150, 166.) Energiantuotto tapahtuu anaerobisessa glykolyysissä ilman happea ja reaktiossa osa glukoosista muuttuu palorypälehapon kautta maitohapoksi. Suurin osa maitohappomolekyyleistä liukenee solulimaan, jolloin maitohappo hajoaa laktaatti- ja vetyioneiksi. Soluliman happamuus kasvaa ja pH laskee, mitkä ovat merkittäviä tekijöitä lihäväsämyksessä. (Ahonen ym. 1998, 81–82.) Laktaatti-ionit häiritsevät lihassupistusta yhdessä vetyionien kertymisestä johtuvan elimistön happamoitumisen kanssa (Keskinen ym. 2007, 52). Vetyionit kasaantuvat lihassoluihin, jolloin ATPaasi-entsyymin toiminta hidastuu, energiantuotto vähenee ja lihastyö alkaa väsyttää. Lihas rajoittaa itse omaa suorituskyykyään, kun rasitus on liian kova. (Ahonen ym. 1998, 81–82.) Kuormituksessa energiantuotto prosessit eivät ole peräkkäisiä vaan rinnakkaisia, josta selvennöksenä kuva 2.



Kuva 2. Energia-aineenvaihdunta prosentteina ajan funktiona (McArdle ym. 2007, 231).

4.4 Tutkimustuloksia hyökkäyksen kuormittavuuteen liittyen

Kokko (2008) tutki pro gradu-tutkielmassaan hyökkäystaistelussa kuormittumista asutuskeskusalueella. Tarkasteltavia muuttujia olivat sydämen syketaajuus, veren laktaattipitoisuus, subjektiivisen kuormituksen tunteminen sekä kenttäkokeeseen käytetty suoritus aika. Tutkimuksessa suoritettiin simuloitu hyökkäystehtävä lähtöasemasta tavoitteeseen jalan. Simuloitu kenttäkoe koostui neljästä vaiheesta ja hyökkäyksen kokonaispituus oli noin 1500 metriä. Hyökkäysvaiheet kuvasivat rakennusten ulko- ja sisäpuolella tapahtuvia taistelun aikaisia toimenpiteitä.

Koko kenttäkokeen keskimääräinen suoritus aika oli 1509 ± 126 sekuntia (Kokko 2008, 56). Tutkimustuloksissa huomattiin selvää kuormittumista hyökkäystaistelun aikana. Tutkimuksen aikana koehenkilöiden sykkeet nousivat lähelle 180 lyöntiä minuutissa, laktaattiarvot nousivat korkeimmillaan keskimäärin 9,8 millimooliin litraa kohden ja subjektiivisen kuormittumisen asteikolla hyökkäystehtävä koettiin raskaimmillaan 18 arvoiseksi, maksimin ollessa 20. (Kokko 2008, 48–54.)

Naapila (2003) tutki johtajien kuormittumista jääkärikomppanian hyökkäystaistelussa. Tutkimuksessa tutkittiin sotilasjohtajien kokonaiskuormittavuutta, tilannetietoisuutta sekä itsenäistä

ajattelu- ja päätöksentekokykyä hyökkäyksen eri vaiheissa. Kokonaiskuormittumisen yksi osa-alue oli fyysinen kuormittuminen. Fyysisen kuormittumisen tuloksia otettiin digitaalisella askelmittarilla, sykemittarilla ja kyselemällä subjektiivista kuormituksen tuntemista eri johtamistasoilta.

Fyysisesti raskaimmat osakokonaisuudet hyökkäyksen aikana ovat eteneminen kosketukseen sekä kosketuksen jälkeinen tuli ja liike sisältäen taistelun murtokohdassa. Tutkimuksessa mitatut sykkeet olivat keskimäärin etenemisessä taistelukosketukseen 121,1 lyöntiä minuutissa, tulen ja liikkeen aikana 139,24 lyöntiä minuutissa ja murtokohdan taistelun aikana 148,5 lyöntiä minuutissa. Joukkueen varajohtajalla eteneminen kosketukseen oli 7,05/10 sekä tuli ja liike 7,07/10 fyysisen kuormituksen subjektiivisen kokemisen arvioinnilla. (Naapila 2003, 119-120.)

Tutkimuksen mukaan fyysinen kuormitus vaikuttaa vain hyvin vähän johtajan toimintaan. Johtaja ikään kuin unohtaa fyysisen liikkeen aiheuttaman rasituksen ja jaksaa taistella ilman väsymyksen merkkejä. Johtajan valtaava taistelunaikainen adrenaliini syrjäyttää väsymyksen. Kenttätutkimusjakson pisimmät hyökkäykset kestivät seitsemän tuntia, minkä aikana ei havaittu väsymisen merkkejä. Tavoitteessa 5-10 minuutin tauko aiheutti selvän otteen herpaantumisen, ja sitä seurasi johtajan heikentynyt kyky johtaa joukkoaan. (Naapila 2003, 98–99.)

5 LIHASHUOLTOTAVAT JA NIIDEN VAIKUTUS PALAUTUMISEEN

Erilaisilla palautumismenetelmillä pyritään nopeuttamaan elimistön voimavarojen palautumista fyysisen suorituksen aiheuttamasta kuormituksesta. Tämä on erityisen tärkeää tilanteissa, joissa elimistön tulee kuormituksen jälkeen olla nopeasti valmiina uuteen suoritukseen fyysisellä tasolla. Kuormituksen jälkeistä palautumista voidaan tehostaa valitsemalla oikeat palautumismenetelmät ja lihashuoltotavat. (Romppainen 2011.)

5.1 Venyttely

Venyttelyn tarkoituksena on valmistaa lihakset ja keho tulevaan rasitukseen sekä palauttaa raskituneet lihakset oikein kohdistetuilla ja rauhallisilla venytysliikkeillä lepopituuteen. (Liikuntakoulutuksenkäsikirja: 4 Lihashuoltokoulutus 1999, 7.) Venytyksen tavoitteena on lisätä lihaksen rentoutta ja parantaa sen verenkiertoa (Asmussen ym. 1998, 426). Lihakset toimivat paremmin, kun veri kulkeutuu niihin tehokkaammin. Veri kuljettaa lihakseen mukanaan happea ja poistaa sieltä hiilidioksidia. (Nienstedt ym. 2004, 169.) Hapen avulla lihaksessa korvautuu maitohappivelka ja lihakseen kertynyt laktaatti pystytään poistamaan (Ahonen ym. 1998, 108).

5.1.1 Venyttelyn toteutus

Ennen venyttelyn aloittamista on rauhoitettava ja muistettava, ettei venyttely saa aiheuttaa kipua. Venyttelyn suoritus- ja kestoaika on sidoksissa siihen, mihin venyttelyllä pyritään. Ennen fyysistä suoritusta suoritettavassa venyttelyssä venytyksen kesto on 5-10 sekuntia. Fyysisen suorituksen jälkeen suoritettava palauttava venyttely, jossa venytyksen kesto on 10-30 sekuntia. Erillinen liikkuvuutta kehittävä venyttely, jossa venytyksen kesto on 30 sekunnista aina 5 minuuttiin asti. Fyysisen suorituksen jälkeen suoritettavan venyttelyn tarkoituksena on palautumisprosessin käynnistäminen sekä lihasten saattaminen takaisin lepopituuteensa. (Liikuntakoulutuksenkäsikirja: 4 Lihashuoltokoulutus 1999, 7.)

Venyttely voidaan jakaa aktiivisiin eli omalla painolla tai lihastyöllä aikaansaatuun venytykseen sekä passiivisiin, jossa taistelijapari tai muu apuväline auttaa venyttämään lihasta (Liikuntakoulutuksenkäsikirja: 4 Lihashuoltokoulutus 1999, 7). Liitteessä 3 on esitetty esimerkkejä aktiivisista venytysliikkeistä ja liitteessä 4 on esimerkkejä passiivisista venytysliikkeistä.

Venyttellessä on kiinnitettävä huomiota venytysasentoon. Asennolla on suuri merkitys venytettävän lihaksen rentouden saavuttamiseksi ja tehokkaan venytyksen aikaansaamiseksi. Venytyksen pitää tuntua siellä, jonne venytyksen halutaan vaikuttavan. Kipua ei saa esiintyä, mutta venytyksen täytyy tuntua. Kehon hallinta ja lihasten tunteminen auttavat venyttelemään oikein ja välttämään vaurioita. Kontrollioimaton venyttely voi aiheuttaa yliliikkuvuutta. (Ahonen ym. 1995, 158–159.)

5.1.2 Venyttelyn vaikutukset

Venyttely parantaa lihastasapainoa, vähentää lihasten jäykkyyttä ja lisää rentoutta. Venyttelemällä pyritään vilkastuttamaan lihasten verenkiertoa. (Asmussen 1998, 462.) Venytyksen yhteydessä lihaksen ja jänteen verenkierto hidastuu, mikä johtuu lihaskudoksen sisäisen paineen noususta sekä verisuonten poikkipinta-alan pienenemisestä. Tästä on seurauksena venytyksen jälkeinen verenkierron vilkastuminen venytystä edeltävää tasoa suuremmaksi. Verenkierron vilkastuminen edistää samalla kuona-aineiden, kuten laktaatin poistumista ja hapen kuljetusta. (Bini 2004, 36; Ylinen 2010, 59.)

Herbert ja Gabriel (2002) tutkivat systemaattisessa katsauksessaan venyttelyn vaikutuksia palautumiseen ennen ja jälkeen kuormituksen suoritettuna. Tutkimuksessa todetaan, että harjoituksen jälkeen suoritettu venyttely ei vaikuta tai anna suojaa lihasten kipeytymistä vastaan eli palautumisen edistäminen on olematonta. Koonnos sisälsi viisi tutkimusta, joissa kaikissa oli sama tulos. Tutkimukset olivat samankaltaisia. Niissä tutkittiin terveitä nuoria aikuisia. Kokonaisvenyttelyajat olivat 300-600 sekuntia.

Alterin (2004) mukaan supistuneen ja rennon lihaksen välillä on huomattava energia-aineenvaihdunnallinen ero. Rento lihas vaatii supistuneempaa lihasta vähemmän energiaa toimiakseen. Lisäksi pitkään jännittyneillä lihaksilla on tapana muuttaa haitallisesti omaa verenkiertoaan estämällä veren virtausta. Tämä osaltaan ehkäisee riittävän hapen- ja ravinteiden saannin sekä lisää kuona-aineiden, kuten laktaatin määrää lihaksessa. Venyttelyllä pyritään lisäämään verenkiertoa ja poistamaan laktaattia, mutta tutkimus ei tue tätä teoriaa.

5.2 Hieronta

Hieronnan tarkoituksena on tehostaa verenkiertoa, vilkastuttaa aineenvaihduntaa, lievittää kipua, irrottaa kiinnikkeitä, laukaista lihasjännityksiä sekä rauhoittaa ja rentouttaa (Liikuntakoulutuksen käsikirja: 4 Lihashuoltokoulutus 1999, 20). Tehostuneen verenkierron seurauksena

veri kuljettaa lihakseen mukanaan enemmän happea ja poistaa sieltä tehokkaammin hiilidioksidia (Nienstedt ym. 2004, 169). Lihakseen kuormituksessa syntynyt maitohappivelka korvautuu hapen avulla ja lihakseen kertynyt laktaatti pystytään täten poistamaan (Ahonen ym. 1998, 108).

5.2.1 Hieronnan toteutus

Hierontaotteita ovat sively, pusertelu, hankaus, taputukset ja ravistelut. Sivelyssä on tarkoitus saada selville käsiteltävän kudoksen tila ja levittää mahdollinen väliaine, esimerkiksi hierontaöljy tai -rasva hierottavalle alueelle. Pusertelussa lihas nostetaan alustastaan ja lihasrunkoa väännetään ja kierretään poikittain. Otteen tavoitteena on parantaa lihaksen elastisuutta, nestekiertoa ja rentoutumista sekä edistää harjoittelusta palautumista. Hankauksessa lihasta painetaan ympyrämäisellä liikkeellä alla olevaa luuta vasten niin, että ote kovenee ja kevenee rytmisesti 3-4 kertaa samassa kohdassa. Taputusote tehdään iholle ja lihakseen molemmilla käsillä rytmisesti, kevyehkösti, sormet ja ranne rentoina pitkittäin tai poikittain. Taputtelu laajentaa pintaverisuonia ja lisää ihokudoksen verenkiertoa. Tärityksessä käytetään koko käden, kämmenen tai sormen kevyttä kompressiota riippuen hoidettavan alueen koosta. Kädet jännitetään ja näin saadaan voimakas täritys syvälle kudokseen. (Asmussen ym. 1998, 20–25.)

Hieronta aloitetaan pehmeällä hieronnalla ja kudosten totuttamisella hierontaan. Pinnallisilla sivelyillä tutkitaan mahdolliset kipukohdat, lihaksiston jännitystilat sekä havainnoidaan lihas-syiden väliset kiinnikkeet. Sivelyt ovat laajoja ja rentoutta lisääviä, jotta lihakset eivät jännity varsinaista hierontaa tehtäessä. Lämmittävän osuuden jälkeen käsittelyn voimakkuus lisääntyy. Painallusvoima kasvaa ja samalla liikkeen suoritusnopeus hidastuu. Suppeampien ja syvemmälle kohdistuvien hankausten tarkoituksena on puretua syvemmälle lihakseen. Liiallista voimankäyttöä on vältettävä, jotta vältetään kudonvaurioilta ja säilytetään sormien herkkyyttä hieronnassa. Hieronta lopetetaan rentoutta lisäävillä sivelyotteilla ja ravistustekniikoilla. (Ahonen ym. 1995, 231–234.) Pääasiassa hierontaa suoritetaan yhtä lihasryhmää kohden 2-5 minuuttia kerrallaan, kivuista ja tuntemuksista riippuen (Liikuntakoulutuksen käsikirja: 4 Lihashuolto 1999, 18).

Jalkojen hieronta voidaan suorittaa kaavalla: reisi – sääri – jalka – sääri – reisi. Näin raajan jokainen lihas tulee käsitellyksi kahteen kertaan, joista ensimmäinen on kevyt sively ja toinen syvemmälle lihakseen kohdistuva hankaus. (Ahonen ym. 1995, 231–232.) Liitteessä 5 on esimerkkikuvia hierontaotteista.

5.2.2 Hieronnan vaikutukset

Brummitt (2008) kokosi hieronnan merkityksestä urheilusuorituksessa ja kuntoutuksessa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen. Katsauksessa todetaan, että hieronta on suosittu hoitovaihtoehto urheilijoiden, valmentajien ja urheilupsykologien mielestä. hierontaa käytetään helpottamaan valmistautumista urheilusuoritukseen, parantamaan itse suoritusta, hoitokeinona palautumaan urheilusuorituksesta ja hoitona lihasperäisille vammoille. Huolimatta hierontahoitojen yleisyydestä, löytyy vain muutamia tutkimuksia kirjallisuudesta, joissa on tutkittu hieronnan vaikutuksia urheilusuoritukseen. Hieronnan vaikutukset yleisen olettamuksen mukaan palautumiseen harjoituksesta tai kilpailusta ovat laktaatin poistumisen nopeutuminen. Urheilun jälkeen laktaatti aiheuttaa lihaksissa kipuja ja arkuutta, joten hieronnan pitäisi helpottaa lihaksen verenkiertoa ja samalla laktaatin poistoa.

Ali Rosooli ym. (2012) tutkivat hierontaa palautumismenetelmänä laktaatin poistumisen kannalta. Ammattiuimareille suoritettua uintikuormituksen jälkeen oli 10 minuutin palautumisjakso. Palautumisjaksolla suoritettiin lihashuoltona hierontaa. Hieronta suoritettiin vaihtelevin tekniikoin ammattilaisten toimenpitein. Laktaattiarvot palautumisen jälkeen osoittivat, että hieronta oli tehokkaampi palautumismenetelmä laktaatin poistamisen kannalta kuin passiivinen palautuminen. Tutkimus osoitti, että hieronta tehostaa veren virtausta ja stimuloi laktaatin poistumista.

Wiltshire ym. (2010) tutkivat urheiluhieronnan vaikutuksia lihasten palautumiseen isometrisen kädenpuristusvoima rasituksen jälkeen. Palautumista mitattiin veren laktaattipitoisuutta ja veren virtausta mittaamalla. Vertailtavana palautumismenetelmänä oli passiivinen palautuminen, joka suoritettiin täysin paikallaan lepäämällä. Tutkimuksessa hieronta jopa heikensi laktaatin ja vetyionien poistumista lihaksesta.

Robertson ym. (2004) tutkivat jalkahieronnan vaikutuksia korkeaintensiteettisestä pyöräilyharjoituksesta palautumiseen. Kokeessa suoritettiin polkupyöräkuormituksen jälkeen 20 minuutin jalkahieronta. Vertailuryhmä palautui passiivisesti lepäämällä. Palautumista mitattiin veren laktaattipitoisuutta mittaamalla. Veren laktaattipitoisuudessa ei havaittu ryhmien välillä merkittäviä eroja. Kontrolloiduilla ja yhtenevillä testiryhmillä ei ollut merkittäviä eroja korkea intensiivisen harjoituksen jälkeisellä hieronnalla tai passiivisella levolla laktaatin poistumisen kannalta. Hieronta ei muuttanut verenvirtausta tai poistanut laktaattia.

Hemming ym. (2000) tutkivat nyrkkeilijöille simuloitussa useita otteluita kestävässä kuormituksessa hieronnan vaikutusta palautumiseen ja laktaatin poistumiseen. Lyöntivoima heikkeni molemmilla ryhmillä, eikä hieronta vaikuttanut nyrkkeilijöiden laktaattipitoisuuksiin. Tutkimuksessa yllätykseksi hieroituilla olivat jopa korkeammat laktaattipitoisuudet.

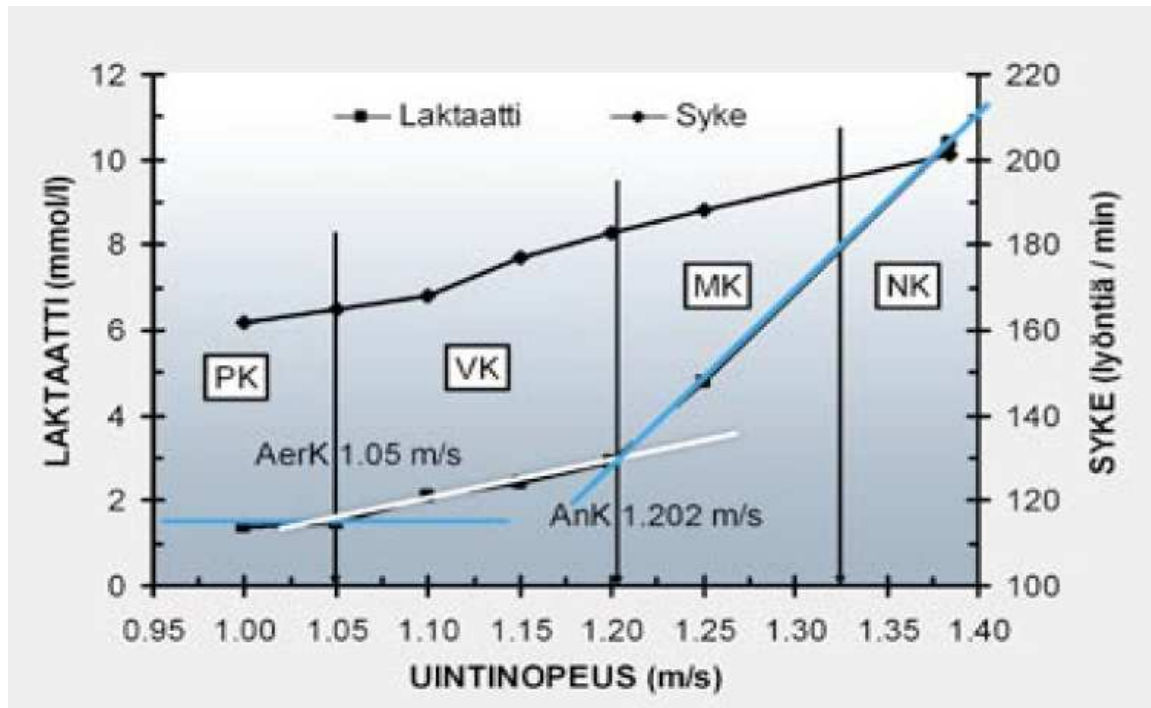
5.3 Aktiivinen palautuminen

Rasituksessa lihaksiin kertynyt laktaatti pyritään poistamaan nopeammin suorittamalla palautumisvaiheessa kevyttä liikuntaa (Ahonen ym. 1998, 107). Aktiivinen palautuminen tarkoittaa välittömästi kuormituksen jälkeen suoritettavaa lajinomaista liikuntaa ja siihen liitetyjä rauhallisia venytysliikkeitä (Liikuntakoulutuksen käsikirja: 4 Lihahuoltokoulutus 1999, 16). Aktiivinen palautuminen koostuu lyhyistä submaksimaalisista intervalleista, joiden tarkoitus on ylläpitää kehon verenkiertoa ja nopeuttaa laktaatin poistumista lihaksista (McArdle ym. 2001, 169).

5.3.1 Aktiivisen palautumisen toteutus

Aktiivinen palautuminen suoritetaan laskevalla intensiteetillä ja sellaisella teholla, jotta elimistö pystyisi aktiivisen aineenvaihdunnan avulla edistämään palautumista. Vilkas aineenvaihdunta nopeuttaa kuona-aineiden poistumista elimistöstä. (Saari ym. 2009, 32.) Aktiivisessa palautumisessa käytetään työtehoa, jolla laktaatin eliminaatio ylittää sen tuoton (Keskinen ym. 2007, 69). Aineenvaihdunnan nopeuttamiseksi on tärkeää löytää aktiiviseen palautumiseen sopiva intensiteetti. Aktiivisen palautumisen intensiteetin määrittämiseen käytetään apuna aerobista tai anaerobista kynnystä. (Baldari ym. 2004, 2005; Menzies ym. 2010.)

Aerobinen kynnys määritetään laktaattipitoisuuden lineaarisesta noususta poikkeavaan ensimmäiseen jyrkkään nousukohtaan. Veren laktaattipitoisuus on silloin yleensä 1.0-2.0 millimoolia litrassa tasolla. Syke on yleensä 30-50 lyöntiä minuutissa alle maksimisykkeen. Anaerobinen kynnys määritetään laktaattipitoisuuden lineaarisesta noususta toiseen jyrkkään nousukohtaan. Laktaatin nousun pitää olla nousukohdan alueella selvästi yli 1 millimoolin litrassa kahden peräkkäisen pisteen välillä. Veren laktaattipitoisuus on silloin yleensä 2,5-5,5 millimoolia litrassa tasolla. Syke on 10-30 lyöntiä minuutissa alle maksimisykkeen. (Keskinen ym. 2007, 114–116.) Kuvassa 3 on määritetty aerobinen ja anaerobinen kynnys sykkeen ja laktaattiarvojen avulla.



Kuva 3. Aerobisen ja anaerobisen kynnyksen määrittäminen (Keskinen ym. 2007, 115).

Aktiiviseen palautumiseen on suositeltu juoksumattotesteissä noin 65 prosentin tasoa ja polkupyöraergometritestin jälkeen alle 50 prosentin tasoa anaerobisesta kynnyksestä. Valittavaan työtehoon vaikuttaa luonnollisesti se, millä tasolla testattava kykenee työskentelemään. (Keskinen ym. 2007, 69.)

Menzies ym. (2010) tutkivat aktiivisen palautumisen intensiteetin vaikutusta laktaatin poistumiseen juoksuharjoituksen jälkeen. Tutkimuksessa kuormittuminen suoritettiin juoksemalla 5 minuutin aikana useita toistoja korkealla intensiteetillä. Tämän jälkeen suoritettiin aktiivinen palautuminen eri tehoilla suhteutettuna aerobiseen kynnykseen. Laktaatin poistuminen oli nopeampaa korkeilla tehoilla kuin matalilla. Tehokkainta palautuminen oli 80-100 prosentin teholla aerobisesta kynnyksestä suoritettu aktiivinen palautuminen, jolloin laktaatti poistui 67 prosenttisesti. Maksimaalinen laktaatin poistumisnopeus on lähellä aerobista kynnystä.

Baldari ym. (2004 ja 2005) tutkivat tehokkainta aktiivisen palautumisen intensiteettiä käyttämällä aerobista kynnystä intensiteetin määrittämiseen. Palautumista mitattiin laktaatin poistumisnopeudella. Kaikilla aktiivista palautumista suorittaneilla todettiin laktaatin poistuvan tehokkaammin kuin passiivista palautumista suorittaneilla. Laktaatin havaittiin poistuvan tehokkaimmin intensiteetillä aerobinen kynnys miinus 50 prosenttia anaerobisen ja aerobisen kynnyksen välisestä tehosta suorittaneilla henkilöillä.

5.3.2 Aktiivisen palautumisen vaikutukset

Aktiivisella palautumisella on havaittu olevan laktaatin poistumisnopeutta kasvattavaa vaikutusta. Tämän on todettu johtuvan siitä, että aktiivinen palautuminen lisää kuormitettavien lihasten verenkiertoa. (Thiriet ym. 1993.) Aktiivisen palautumistavan on todettu olevan edullinen monien erilaisten kuormitusten jälkeen etenkin laktaatin poistumisnopeuden kannalta. Korkeaintensiteettisen kuormituksen jälkeen aktiivisella palautumisella oli nopeuttava vaikutus laktaatin poistumiseen verestä verrattuna passiiviseen palautumiseen. (Bond ym. 1991.)

30 sekunnin sprintin jälkeen aktiivisella palautumisella on todettu olevan nopeuttavaa vaikutusta sekä laktaatin että pH:n palautumiseen sille tasolle, mitä ne olivat ennen sprinttiä (Madon ym. 2002). Kiipeilijöille toteutetussa tutkimuksessa todettiin, että aktiivisella palautumistavalla veren laktaattipitoisuus palasi 20 minuutissa samalle tasolle, mitä se oli ennen kiipeilyä. Passiivisella palautumisella laktaattitaso pysyi kohonneena 30 minuuttia. (Watts ym. 2000.)

Toubekis ym. (2006) vertailivat aktiivisen ja passiivisen palautumisen vaikutusta palautumiseen lyhyiden maksimaalisten intervallisuoritusten välissä uimareilla. Passiivinen palautuminen suoritettiin istuma-asennossa ja aktiivinen palautuminen suoritettiin uimalla 50 prosenttia tai 60 prosenttia maksimaalisesta nopeudesta vauhdilla. Intervallien välillä palautumisaika oli 45 sekuntia. Tutkimuksen tuloksena aktiivinen palautuminen vaikutti positiivisesti laktaatin poistumiseen verenkierrosta.

Spieler ym. (2004) vertailivat tutkimuksessaan aktiivisen ja passiivisen palautumisen vaikutuksia voimantuottoon, väsymisindeksiin ja veren laktaattiarvoihin. Tutkimuksessa suoritettiin toistuvasti 30 sekunnin anaerobinen polkupyöräergometritesti. Tulokset osoittivat, että aktiivisen palautumisen seurauksena laktaatti poistuu elimistöstä nopeammin kuin passiivisen palautumisen jälkeen.

Ali Rosooli ym. (2012) tutkivat aktiivisen palautumisen toimivuutta palautumismenetelmänä laktaatin poistumisessa. Kuormitus suoritettiin ammattiuimareille uimalla maksimaalisella vauhdilla 200 metriä kaksi kertaa, joiden välissä oli 10 minuutin palautumisjakso. Palautumisjaksolla suoritettiin lihahuoltona aktiivista palautumista ja vertailukohtana passiivista palautumista. Aktiivinen palautuminen suoritettiin uimalla 65 prosenttia maksimaalisesta 200 met-

rin parhaasta nopeudesta. Tuloksissa selvisi, että aktiivinen palautuminen oli selvästi tehokkaampaa kuin passiivinen palautuminen laktaatin poistumisessa.

Toubekis ym. (2008) tutkivat aktiivisen ja passiivisen palautumisen eri kestojen vaikutusta palautumiseen. Kokonaispalautumisjakson aika oli 15 minuuttia. Testi ryhmiä oli kolme. Ensimmäinen ryhmä suoritti 15 minuuttia passiivista lepoa (PAS). Toinen ryhmä suoritti viisi minuuttia aktiivista palautumista, jonka jälkeen 10 minuuttia passiivista palautumista (5AKT). Kolmas ryhmä suoritti 10 minuuttia aktiivista palautumista, jonka jälkeen viisi minuuttia passiivista lepoa (10AKT). Kuormitus suoritettiin 100 metrin maksimaalisella uintisuorituksella, jonka jälkeen suoritettiin palautumisjakso. Palautumisjakson jälkeen uitiin toinen 100 metriä maksimaalisella teholla. Toisen uintisuorituksen nopeimmat ajat olivat 5AKT-ryhmällä. Molemmilla aktiivista palautumista suorittavilla ryhmillä oli palautumisjaksolla pienemmät laktaattipitoisuudet kuin passiivista palautumista suorittavilla. Johtopäätöksenä tutkimuksessa todetaan, että 15 minuutin palautumisjaksolla riittää viiden minuutin aktiivinen palautuminen helpottamaan laktaatin poistumista lihaksesta.

Toubekis ym. (2005) tutkivat neljän eri palautumistavan vaikutusta lyhyiden ja maksimaalisten uintisuoritusten välissä. Uintisuoritusten jälkeen suoritettiin kuuden minuutin palautuminen. Palautumisryhmät olivat aktiivisen ja passiivisen palautumisen 45 sekunnin ryhmät (A45 ja P45) sekä 120 sekunnin ryhmät (A120 ja P120). Viisi minuuttia viimeisen uintisuorituksen jälkeen mitatut laktaattipitoisuudet olivat laskeneet eniten aktiivisilla, sekä A45 että A120 palautumisryhmillä. Tutkimuksen mukaan aktiivinen palautuminen tehostaa laktaatin poistumista lyhyiden ja maksimaalisten suoritusten jälkeen.

Heyman ym. (2009) tutkivat aktiivisen ja passiivisen palautumismenetelmän vaikutuksia laktaatin poistumiseen maksimaalisen kalliokiipeilyn jälkeen. Kiipeilyosuuden jälkeen suoritettiin 20 minuutin palautumisjakso. Laktaatin poistumisessa aktiivinen palautuminen oli tehokkaampi palautumismenetelmä.

6 POHDINTA

6.1 Yhteenveto

Hyökkäystaistelussa sotilas kuormittuu korkean intensiteetin ja kannettavan kuorman seurauksena. Kuormituksen jatkuessa alkaa lihaksiin kasaantua laktaatti-ioneja, jotka estävät lihaksen tehokkaan toiminnan. Palautumisen aikana laktaatti poistetaan hapettamalla laktaatti-ioneja, jotta lihakset pystyisivät toimimaan tehokkaasti. Lihahuollon avulla pyritään nopeuttamaan laktaatin poistumista. Venyttelyn tai hieronnan ei ole todettu nopeuttavan laktaatin poistumisnopeutta. Aktiivinen palautuminen nopeuttaa laktaatin poistumista lihaksista.

Hyökkäystaistelu on sarja lyhyitä ja kovatempoisia syöksyjä, missä sotilas kantaa noin 20 kilogramman kuorman mukanaan. Vihollisen lyöminen taistelukosketuksesta kestää useita kymmeniä minutteja. Energiantuotto tapahtuu hyökkäystaistelun aikana anaerobisessa glykolyysissä ilman happea ja reaktiossa osa glukoosista muuttuu palorypälehapon kautta maitohappoksi. Suurin osa maitohappomolekyyleistä liukenee solulimaan, jolloin maitohappo hajoaa laktaatti- ja vetyioneiksi. Soluliman happamuus kasvaa ja pH laskee, mitkä ovat merkittäviä tekijöitä lihasväsymyksessä. Laktaatti-ionit häiritsevät lihassupistusta yhdessä vetyionien kertymisestä johtuva elimistön happamoitumisen kanssa. Laktaatti estää lihaksia toimimasta tehokkaasti. Kovassa rasituksessa lihas rajoittaa itse omaa suorituskykyään. Hyökkäystaistelu on kova ja rasittava taistelutapa, jossa sotilaiden kuormittuminen on väistämätöntä.

Palautumisen aikana pyritään korvaamaan lihakseen kuormituksessa syntynyt maitohappivelka kuljettamalla lihaksille happea veren mukana. Veren mukana laktaatti kulkeutuu hapetettavaksi, jolloin siitä muodostetaan glukoosia. Glukoosi voidaan käyttää energianlähteenä. Laktaatin oksidaatiota tapahtuu merkittävässä määrin luurankolihaissa, sydämessä ja munuaisissa. Lihahuoltotoimilla pyritään nopeuttamaan liikuntaelimistön palautuminen optimaaliseksi ja poistamaan kuona-aineet, kuten laktaatti lihaksista kuormituksen jälkeen.

Venyttelyllä pyritään vilkastuttamaan lihasten verenkiertoa ja aineenvaihduntaa, minkä seurauksena lihakset saavat paremmin happea ja kuona-aineet, kuten laktaatti poistuvat tehokkaammin lihaksista. Tutkimuksessa (Herbert & Gabriel 2002) on todettu, että harjoituksen jälkeen suoritettu venyttely ei vaikuta tai anna suojaa lihasten kipeytymistä vastaan eli palautumisen edistäminen on olematonta. Pitkään jännittyneillä lihaksilla on tapana muuttaa haitallisesti omaa verenkiertoaan estämällä verenvirtausta. Teoriassa venyttelyn pitäisi laukaista

näitä jännityksiä ja lisätä verenvirtausta lihaksissa, minkä seurauksena myös kuona-aineiden, kuten laktaatin poistuminen nopeutuisi. Tutkimustieto (Alter 2004) ei tue tätä teoriaa.

Hieronnan pitäisi helpottaa lihaksen verenkiertoa ja samalla nopeuttaa laktaatin poistumista lihaksesta. Hierontaotteita ovat sively, pusertelu, hankaus, taputukset ja ravistelut. Tutkimustieto (Robertson ym. 2004) osoittaa, ettei hieronta vaikuttanut laktaattipitoisuuksiin millään tavalla vertailtuna passiiviseen palautumiseen. Muutamissa tutkimuksissa (Hemming ym. 2000; Wiltshire ym. 2010) hieroituilla olivat jopa korkeammat laktaattipitoisuudet. Hieronta ei muuttanut verenvirtausta tai poistanut laktaattia tehokkaammin kuormituksen jälkeisessä palautumisessa.

Aktiivinen palautuminen koostuu lyhyistä submaksimaalisista intervaleista, joiden tarkoitus on ylläpitää kehon verenkiertoa ja nopeuttaa laktaatin poistumista lihaksista. Aktiivinen palautuminen suoritetaan laskevalla intensiteetillä ja sellaisella teholla, jotta elimistö pystyisi aktiivisen aineenvaihdunnan avulla edistämään palautumista. Aineenvaihdunnan nopeuttamiseksi on tärkeää löytää aktiiviseen palautumiseen sopiva intensiteetti. Aktiivisen palautumisen intensiteetin määrittämiseen käytetään apuna aerobista ja anaerobista kynnystä. Tutkimusten (Baldari ym. 2004 & 2005; Menzies ym. 2010) mukaan laktaatin poistuminen on tehokkainta aktiivisessa palautumisessa, jonka intensiteetti on lähellä aerobista kynnystä.

Aktiivisella palautumisella on tutkimusten (Ali Rosooli ym. 2012; Bogdanis ym. 1996; Bond ym. 1991; Coder ym. 2000; Heyman ym. 2009; Madon ym. 2002; Spierer ym. 2004; Thiriet ym. 1993; Toubekis ym. 2005; Toubekis ym. 2006; Toubekis ym. 2008 & Watts ym. 2000) mukaan havaittu olevan laktaatin poistumisnopeutta kasvattava vaikutus. Tämän on todettu johtuvan siitä, että aktiivinen palautuminen lisää kuormitettavien lihasten verenkiertoa. 15 minuutin palautumisjaksolla riittää viiden minuutin aktiivinen palautuminen nopeuttamaan laktaatin poistumista lihaksesta. Aktiiviset palautumismenetelmät olivat jokaisessa tutkimuksessa tehokkaampia laktaatin poistumisnopeudessa kuin muut lihahuoltotavat.

Optimaalinen palautumisjakso tulisi rakentaa aktiivisen palautumisen periaatteiden mukaiseksi. Palautumisjakson alussa intensiteetin tulisi olla hyvin lähellä aerobista kynnystä, jotta lihakset työskentelisivät tehokkaasti ja verta virtaisi lihaksiin mahdollisimman paljon. Tällaista liikuntaa tavoitteessa voisi olla esimerkiksi tuliaseman kaivaminen, patruuna täydennyksien kantaminen takamaastosta taisteleville joukoille tai pieni lenkki kevyttä juoksua. Viiden minuutin jälkeen intensiteettiä voi laskea. Intensiteetin laskemisen seurauksena syke laskee ja

hengitys tasaantuu. Tässä vaiheessa palautuminen voi olla esimerkiksi kävelyä tai paikkojen ravistelua. Missään vaiheessa palautumista ei saa jäädä paikalleen liikkumatta, koska tällöin verenvirtaus heikkenee ja laktaatin poistuminen hidastuu.

6.2 Luotettavuus

Hyökkäystaistelussa kuormittuminen on selvänä pidetty asia. Kuitenkin todellisia tutkimuksia yksittäisen sotilaan kuormittumisesta ja laktaattipitoisuuksista hyökkäystaistelussa on tehty hyvin vähän. On vaikea sanoa luotettavasti, kuinka kuormittunut lihaksisto on hyökkäyksen jälkeen ja minkälainen lihashuolto tehoa hyökkäystaistelun jälkeisessä palautumisessa.

Lihashuollon suoritusmahdollisuutta ei ole otettu tutkimuksessa huomioon millään tavalla. Hyökkäystaistelun jälkeen joukon pitää välittömästi valmistautua vastahyökkäyksen torjumi- seen valmistelemalla omat tuliasemat tai vaihtoehtoisesti jatkamaan hyökkäystä ylemmän joh- toportaan tavoitteeseen. Todellinen mahdollisuus suorittaa lihashuoltoa venyttelemällä, hie- ronnalla tai laadukkaalla aktiivisella palautumisella on todennäköisesti heti hyökkäyksen jäl- keen mahdotonta. Tutkimuksessa käsitellään teoriassa lihashuollon vaikutuksia laktaatin pois- tumiseen oikein ajoitettuna ja suoritettuna kuormituksen jälkeen.

Venyttelyn vaikutuksia laktaatin poistumiseen on tutkittu hyvin vähän ja varsinaista tutkimus- tietoa ei juuri ole. Venyttelyn vaikutuksia liikkuvuuteen ja vammojen ennaltaehkäisyyn on tutkittu hyvin paljon enemmän. Tutkimuksen kattavuuden ja luotettavuuden kannalta on huo- no, ettei tutkimustietoa venyttelyn vaikutuksista laktaatin poistumiseen juurikaan ole saatavil- la.

Hieronnan ja aktiivisen palautumisen vaikutuksia laktaatin poistumiseen on tutkittu paljon. Tutkimustieto on julkaistu arvostetuissa ulkomaisissa liikuntatieteen lehdissä. Hierontaa kos- kevissa tutkimuksissa on saavutettu hieman ristiriitaisia tuloksia. Aktiivisen palautumisen te- hokkainta intensiteettiä laktaatin poistumisen kannalta on tutkittu myös hyvin paljon. Tutki- mustulokset ovat hyvin samankaltaisia, joten aktiivisen palautumisen vaikutukset laktaatin poistumiseen ovat luotettavia.

Englanninkielessä esiintyvät termit käännettyinä suomenkielelle voivat aiheuttaa terminologi- assa puutteita. Englanninkielessä esiintyy useita eri termejä suomenkielisille vastineille. Esi- merkiksi aerobinen ja anaerobinen kynnys esiintyvät englanninkielessä useina termeinä ja nii-

tä käytetään vaihtelevasti tarkoittamaan jompaakumpaa kynnystä. Lukija ei aina voi suoraan päätellä kummasta on kysymys. Terminologinen epäselvyys on pyritty minimoimaan.

6.3 Jatkotutkimukset

Tutkimus luo perustan empiiriselle kenttäkokeelle, jossa tutkitaan laboratorio- ja kenttäkokein kuormituksen jälkeen eri lihashuoltomenetelmien vaikutuksia palautumiseen. Tutkimuksessa mitataan käytännön kuormituksen jälkeen vertailevana tutkimuksena lihashuoltomenetelmien tehokkuutta laktaatin poistumiseen. Tutkimuksen kuormitus voidaan suorittaa todellisena hyökkäystaisteluna taisteluharjoituksessa tai simuloituna hyökkäysratana, jossa yksittäiset sotilaat kuormittuvat hyökkäystaistelun kaltaisesti. Kuormituksen jälkeen mitattavat laktaattipitoisuudet antavat lihashuoltomenetelmien tehokkuudelle vertailuarvot. Lihahuolto tulisi suorittaa välittömästi kuormituksen jälkeen. Vertailtavina lihashuoltotapoina olisi sotilaille maasto-olosuhteissa helposti toteutettavissa olevat lihashuoltotavat: venyttely, hieronta, aktiivinen palautuminen sekä vertailevana menetelmänä täysin passiivinen palautuminen. Palautumisjakson aikana sekä sen jälkeen mitattaisiin laktaattiarvoja, joita vertailemalla tutkimustulokset olisi helppo esittää ja tehokkain lihashuoltomenetelmä laktaatin poistumisen kannalta sotilaille löytyisi.

Tutkimus, jossa tutkitaan suomalaisten taistelutapojen kuormittavuutta. Taistelutavoista tutkimukseen voisi sisällyttää yleisimmät: puolustus, hyökkäys, viivytys sekä uusi taistelutapa. Taistelutapojen kuormittavuutta yksittäiselle sotilaille voisi mitata Borgin-asteikolla, sykkeitä vertailemalla sekä laktaattipitoisuuksia mittaamalla. Näistä tutkimuksista saataisiin konkreettista ja hyvää tietoa sotilaiden kuormittumisesta taistelukentällä. Kun taistelukentällä kuormittuminen tunnetaan, voisi siitä päätellä tarvittavan palautumisajan. Palautumisajan tulisi olla riittävä, jotta sotilaat olisivat palautuneita ja valmiita uuteen taisteluun.

LÄHTEET

- Ahonen, J., Asmussen, P. D., Cash, M., Kailajärvi, J., Lahtinen, T., Montag, H. J., Peltola, E., Pohjolainen, T., Sandström, M. & Ylinen, J. 1995. Lihashuollontukitoimet. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Ahonen, J., Lahtinen, T., Sandström, M., Pogliani, G., Wirhed, R., Saarinen, H., Suovanen, J. & Vanninen, V. 1998. Liikunta lihashuolto terveys - Kehon rakenne, toiminta ja lihashuolto. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Ali Rosooli, S., Koushkie Jahromi, M., Asadmanesh, A. & Salesi, M. 2012. Influence of massage, active and passive recovery on swimming performance and blood lactate. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 122-127.
- Alter, M. J. 2004. *Science of Flexibility*. 3rd edition. Human Kinetics Publishers.
- Asmussen, P. D., Montag, H. J., Ahonen, J., Heinonen, M., Pehkonen, S., Erämetsä, T., Lahtinen-Suopanki, T., Vestervik, K., Leppänen, M. & Mäkelä, T. 1998. Lihashuolto – Hieronta, kuntosaliharjoittelu, teippaus ja venyttely. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J. & Guidetti, L. 2004. Lactate removal during active recovery related to the individual anaerobic and ventilator thresholds in soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 224-230.
- Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J. & Guidetti, L. 2005. Blood lactate removal during recovery at various intensities below the individual anaerobic threshold in triathletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 460-466.
- Bini, V. 2004. *Stretching*. Gulliver.
- Bond, V., Adams, R. G., Tearney, R. J., Gresham, K. & Ruff, W. 1991. Effects of active and passive recovery on lactate removal and subsequent isokinetic muscle function. *The Journal of Sports Medicine and Physical fitness*, 357-361.

- Brummit, J. 2008. The Role of massage in Sports Performance and Rehabilitation: Current Evidence and Future Direction. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 7-21.
- Fogelholm, M., Kannus, P., Kukkonen-Harjula, K., Luoto, R., Nupponen, R., Oja, P., Parkkari, J., Paronen, O., Suni, J. & Vuori, I. 2011. *Terveysliikunta*. Helsinki: Duodecim Oy.
- Hemmings, B., Smith, M., Graydon, J. and Dyson, R. 2000. Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. *British Journal of Sports Medicine*, 109-115.
- Herbert, R. D. & Gabriel, M. 2002. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BJM*, 468.
- Heyman, E., DE Geus, B., Mertens, I. & Meeusen, R. 2009. Effects of four recovery methods on repeated maximal rock climbing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1303-1310.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2004. *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi.
- Jackson, A., Morrow, J., Hill, D. & Dishman, R. 2004. *Physical Activity for Health and Fitness*. Updated Edition. Human Kinetics.
- Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2007. *Kuntotestauksen käsikirja*. 2. uudistettu painos. Liikuntatieteellinen Seura.
- Kokko, J. 2008. *Vertaileva tutkimus taisteluväestöjen fyysisestä kuormittavuudesta*. Maanpuolustuskorkeakoulu. Pro Gradu.
- Kyröläinen, H. 1998. Liikuntabiologinen näkökulma toimintakykyyn. Teoksessa Toiskallio, J (toim.) *Toimintakyky sotilaspedagogiikassa julkaisusarja 2 N:o 4*. Helsinki: Koulutustaidon laitos, Maanpuolustuskorkeakoulu.
- Maanpuolustuskorkeakoulu 2004. *Taistelija 2005 – Fyysisen suorituskyvyn tutkimus*.

- Maavoimien esikunta, henkilöstöosasto 2008. Komppanian taisteluohje. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Maavoimien esikunta, henkilöstöosasto 2012. Sotilaankäsikirja 2012.
- Madon, M. S., Bishop, D. & Fournier, P.A. 2002. Recovery from a sprint: Impact of active recovery. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 44.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 2001. *Exercise Physiology. Energy, Nutrition & Human Performance*. Fifth Edition. Baltimore: Williams & Wilkins.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 2007. *Exercise Physiology. Energy, Nutrition & Human Performance*. Sixth Edition. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Menzies, P., Menzies, C., McIntyre, L., Paterson, P., Wilson J. & Kemi, O. J. 2010. Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *Journal of Sports Sciences*, 975-982.
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2007. *Urheiluvalmennus*. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Naapila, S. 2003. Jääkärikomppanian (PS)/ prikaati 2005:n johtajien kuormittuminen hyökkäyksessä. Maanpuolustuskorkeakoulu. Tutkinnon täydentäminen.
- Niensted, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S-E. 2004. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. Helsinki: WSOY.
- Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskus 1999. *Fyysisen harjoittamisen perusteet*. Vaasa: Ykkös-Offset Oy.
- Puolustusvoimien koulutuksen kehittämiskeskus 1999. *Joukkueen Opas*. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Pääesikunta 1989. *Jääkärikomppanian opas, luonnos*. Helsinki: Hakapaino Oy.

- Pääesikunta, henkilöstöosasto 2007. Puolustusvoimien liikuntastrategia 2007-2016. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Pääesikunta, henkilöstöosasto 2011. Asevelvollisten fyysinen koulutus. Määräys HH425. Helsinki.
- Pääesikunta, koulutusosasto 1991. Ryhmänjohtajan opas. Jyväskylä: Gummerus.
- Pääesikunta, koulutusosasto 1999. Liikuntakoulutuksen käsikirja: 4 Lihahuoltokoulutus. Vaasa: Ykkös-Offset Oy.
- Pääesikunta, koulutusosasto 2006. Kouluttajan opas. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Rauramaa, R. & Rankinen, T. 1999. Liikunnan vaikutukset elinjärjestelmittain. Teoksessa Vuori, I. & Taimela, S. (toim.) Liikuntalääketiede. Helsinki: Duodecim Oy.
- Robertson, A., Watt, J. M. & Galloway, S. D. R. 2004. Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 173-176.
- Romppainen, T. 2011. Massin jälkeisen aktiivisen ja passiivisen palautumisen vaikutus sykevälivaihtelumuuttujiin ja veren laktaattiin. Jyväskylän yliopisto. Pro gradu.
- Saari, M., Lumio, M., Asmussen, P. D. & Montag, H-J. 2009. Käytännön lihahuolto – warm up, cool down, venyttely, hieronta, urheiluhieronta ja teippaus. Jyväskylä: VK-kustannus Oy.
- Spierer, D. K., Goldsmith, R., Baran, D. A., Hryniewicz, K. & Katz, S.D. 2004. Effects of active vs. passive recovery on work performed during serial supramaximal exercise test. *International Journal of Sports Medicine*, 109-114.
- Thiriet, P., Gozal, D., Wouassi, D., Oumarou, T., Gels, H. & Lacour, J. R. 1993. The effects of various recovery modalities on subsequent performance, in consecutive supramaximal exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 118-129.
- Toiskallio, J. 1998. Toimintakyky sotilaspedagogiikassa. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu.

Toubekis, A. G., Douda, H. T. & Tokmakidis, S. P. 2005. Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance: *European Journal of Applied Physiology*, 694-700.

Toubekis, A. G., Smilios, I., Bogdanis, G. C., Mavridis, G. & Tokmakidis, S. P. 2006. Effect of different intensities of active recovery on sprint swimming performance. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 709-716.

Toubekis, A. G., Tsolaki, A., Smilios, I., Douda, H. T., Kourtesis, T. & Tokmakidis, S. T. 2008. Swimming performance after passive and active recovery of various durations: *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 375-386.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2011. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.

Vuori, I. 1994. Energia-aineenvaihdunta. Teoksessa Sovijärvi, A. Uusitalo, E. Länsimies, E. & Vuori, I. (toim). *Kliininen fysiologia*. Helsinki: Duodecim.

Watts, P. B., Daggett, M. Gallaher, P. & Wilkins, B. 2000. Metabolic response during sport climbing and the effects of active versus passive recovery. *International Journal of Sports Medicine*, 185-190.

Wiltshire, E. V., Poitras, V., Pak, M., Hong, T., Rayner, J. & Tschakovsky, M. E. 2010. Massage impairs postexercise muscle blood flow and "lactic acid" removal. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1062-1071.

Ylinen, J. 2010. Venytystechnikat - Lihas-jännesysteemi: Manuaaliseen terapiaan ja urheilijoiden lihahuoltoon. Muurame: Medirehabook kustannus Oy.

LIITELUETTELO

Liite 1: Hyökkäyksen vaiheet ja käsitteet

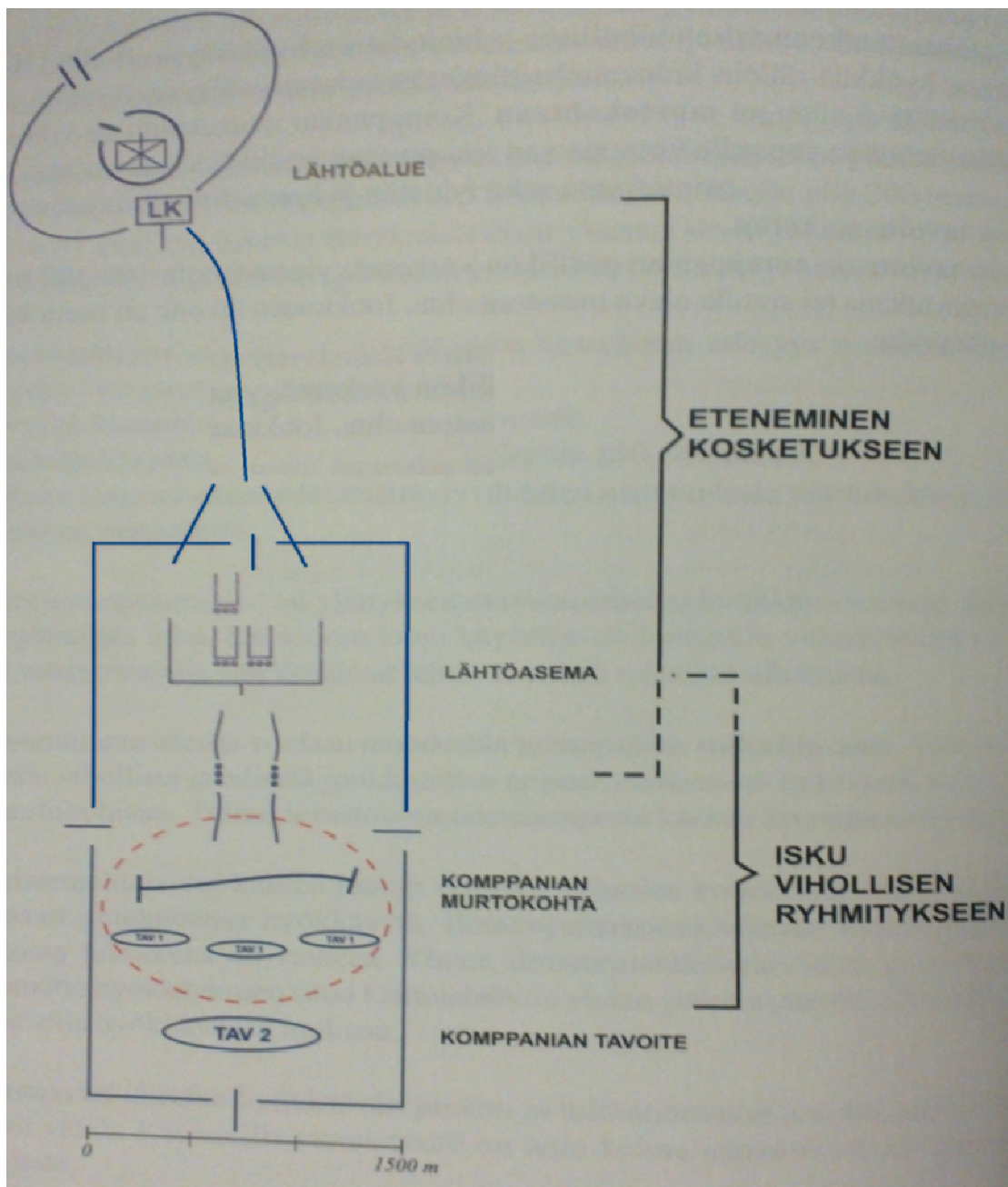
Liite 2: Eteneminen avojonossa

Liite 3: Esimerkkejä aktiivisista venytyksistä

Liite 4: Esimerkkejä passiivisista venytyksistä

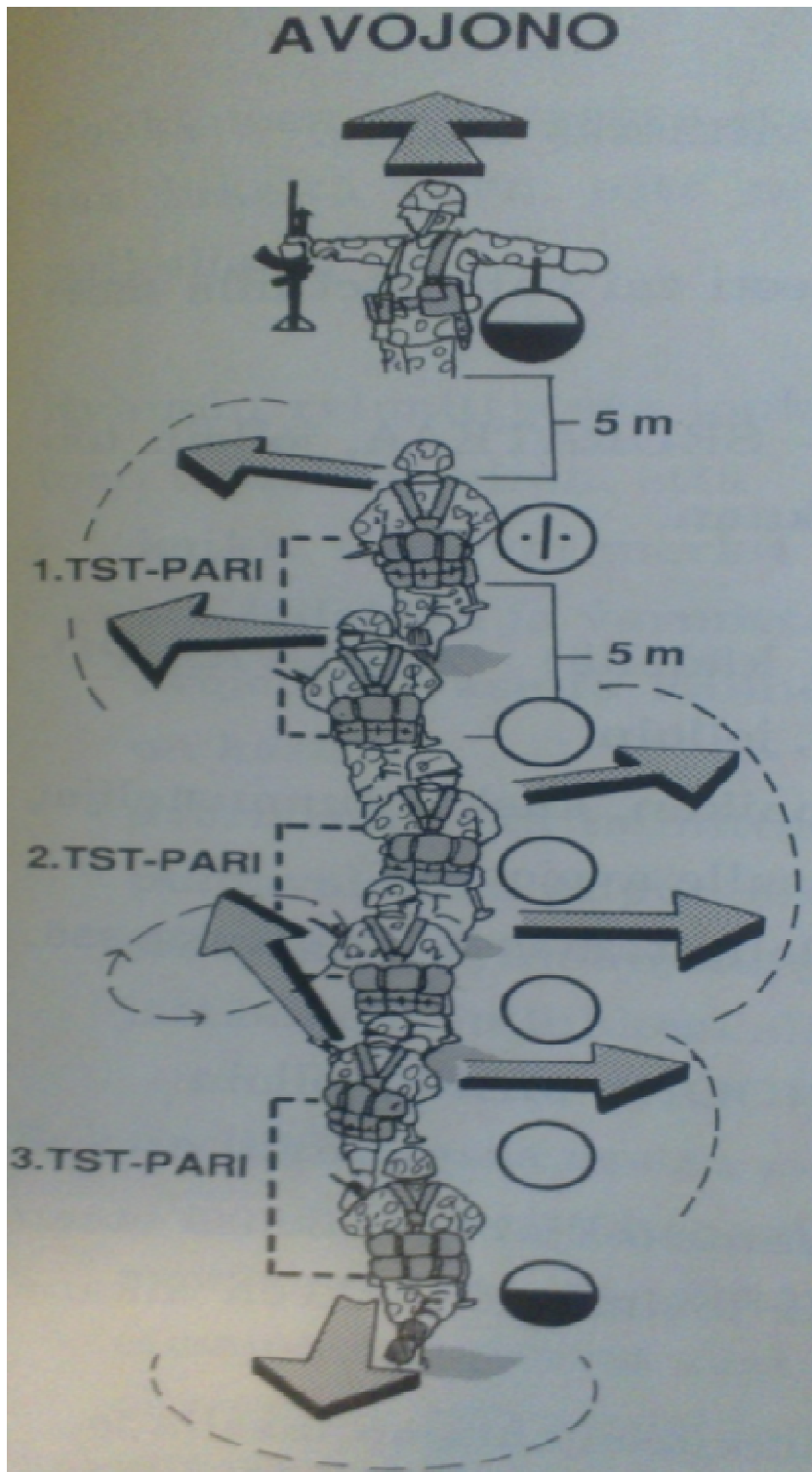
Liite 5: Esimerkkejä hierontaotteista

Hyökkäyksen vaiheet ja käsitteet.



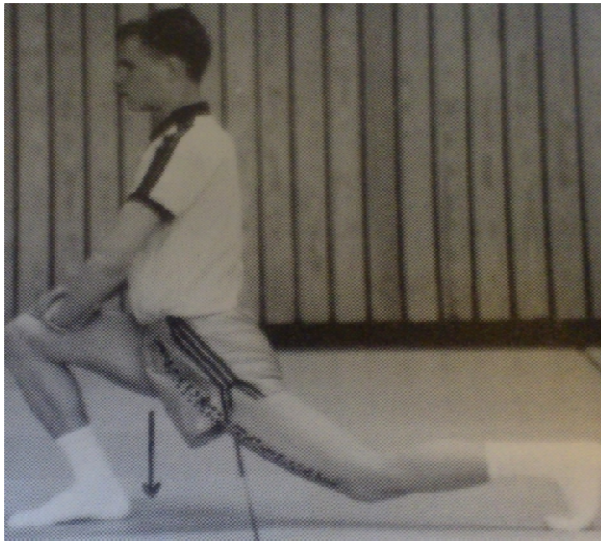
(Komppanian taisteluohje 2008, 97.)

Eteneminen avojonossa.



(Sotilaan käsikirja 2012 2012, 132.)

Esimerkkejä aktiivisista venytysliikkeistä.



Lonkan koukistajat



Reiden takaosa



Reiden etuosa



Pitkät selkälihakset



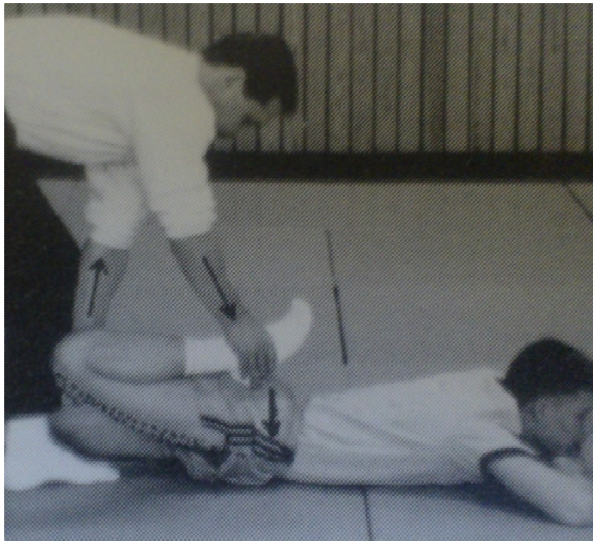
Reiden takaosa



Säärilihakset

(Liikuntakoulutuksen käsikirja: 4 Lihashuoltokoulutus 1999, 8-13.)

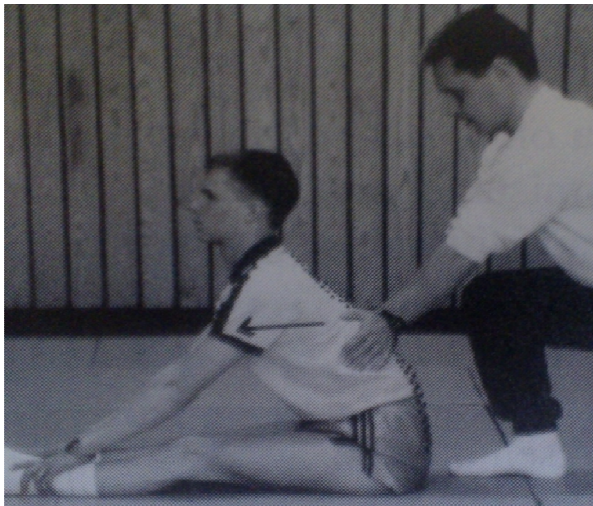
Esimerkkejä passiivisista venytysliikkeistä.



Reiden etuosa venytys



Reiden takaosan ja pohkeen venytys



Selän venytys



Pakaran venytys



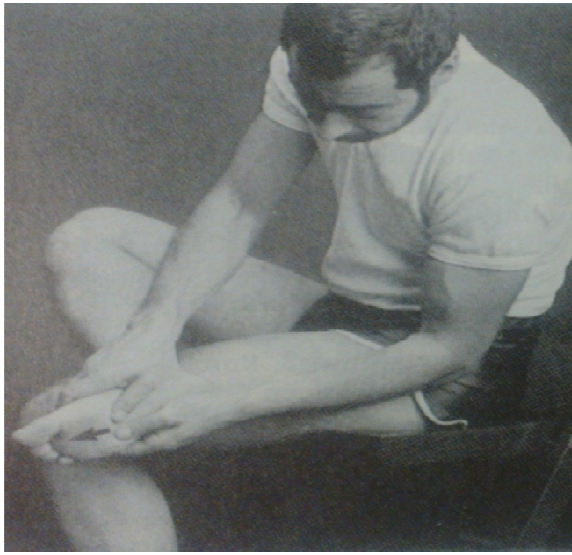
Rintalihasten venytys



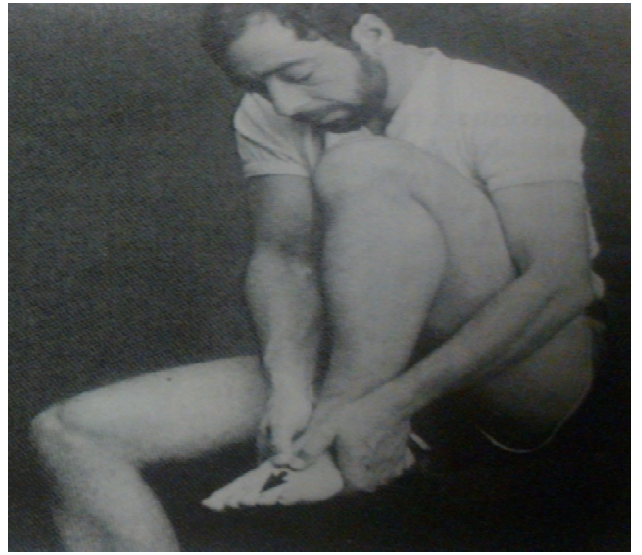
Olkapäiden venytys

(Liikuntakoulutuksen käsikirja: 4 Lihashuoltokoulutus 1999, 14–15.)

Esimerkkejä hierontaotteista.



Jalkapohjan pitkittäinen sively



Jalkapöydän pitkittäinen sively



Reiden etuosan pitkittäinen sively



Pohjelihasten pitkittäinen sively



Etureiden hankaus- ja puristeluote
(Ahonen ym. 1995, 330-333.)



Hartian lihasten poikittainen sively