

Funktio-EMG-arvojen yhteys alaselkäongelmiin maastohiihtäjillä

Terhi Hämäläinen
Kati Kallio
Pro gradu -tutkielma
Jyväskylän yliopisto
Terveystieteiden laitos
Kevät 2005

Funktio-EMG-arvojen yhteys alaselkäongelmiin maastohiihtäjillä

Hämäläinen, Terhi

Kallio, Kati

Jyväskylän yliopisto, liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta, terveystieteiden laitos 2005
23s.

TIIVISTELMÄ

Jopa 60 prosentilla maastohiihtäjistä esiintyy alaselkäongelmia. Maastohiihtäjien alaselkäongelmien taustalla oletetaan olevan ylläritus, mutta syitä lisääntyneisiin alaselkäongelmiin ei ole pystytty todentamaan. Selkäongelmien diagnostisointi on usein vaikeaa ja perinteiset mittausmenetelmät korreloivat vain heikosti potilaan subjektiivisen toimintakyvyn ja oireiden kanssa. Lisääntyvän tutkimustiedon valossa uskotaan selän motorisessa kontrollissa tapahtuneiden muutosten olevan yhteydessä alaselkäongelmiin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää maastohiihtäjien funktio-EMG-arvojen yhteyttä itse ilmoitettuihin alaselkäongelmiin.

Tutkimus oli poikkileikkaustutkimus, johon osallistui 14 maastohiihtäjää. Tutkimuksessa selvitettiin maastohiihtäjien selän toimintaa funktioelektromyografian avulla, aikaisempia selkäoireita ja taustamuuttujia kyselylomakkeella sekä kivun voimakkuutta mittaushetkellä VAS-kipujanalla. Kyselylomakkeen perusteella maastohiihtäjät jaettiin oireettomiin ja oireellisiin.

Selkäkipuisilla maastohiihtäjillä ilmeni suuntausta jonkin verran lyhyempään lonkkaekstensoreiden aktivoitumisennakkoon ekstension käynnistyessä, viitteitä puutteellisesta fleksio-relaksaatioissa ja eksentrisen lihasaktivaation huippu ajoittui heillä hieman myöhemmäksi kuin terveillä verrokeilla. Tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Selkäkipuisilla maastohiihtäjillä esiintyvät selkäkiput olivat voimakkuudeltaan melko lieviä. Selkäkipuisten maastohiihtäjien selkälihasten toiminnassa ei ollut poikkeavuuksia verrattuna oireettomiin maastohiihtäjiin funktio-EMG-mittarilla mitattuna.

Asiasanat: maastohiihto, alaselkäkipu, funktioelektromyografia, fleksio-relaksaatio

Functional EMG measurement and its relationship to low back pain in cross-country skiers
Hämäläinen, Terhi
Kallio, Kati
University of Jyväskylä, Faculty of Sport and Health Sciences,
Department of Health Sciences 2005
23 p

INTRODUCTION:

Even 60% of cross-country skiers suffer low back pain. It has been assumed that cross-country skiers' low back pain is caused by chronic overuse syndrome, but reasons for increased low back pain symptoms has not been able to verify so far. The back problems are often difficult to diagnose and typical assessing methods only weakly correlate with functional ability and symptoms. In recent studies, it has been shown that changes in function and motor control of low back muscles correlate with low back pain (LBP). The purpose of this study was to examine the association between functional electromyography-values and low back problems in cross-country skiers.

This was a cross-sectional study including 14 cross-country skiers. Function of low back muscles was measured with a functional EMG-device, background information and previous low back pain were inquired by questionnaire and intensity on pain was evaluated by VAS-scale. The cross-country skiers were classified to low back pain group and control group based on questionnaire.

There was a tendency that the cross-country skiers with LBP activated their hamstring-muscles somewhat earlier of the begin of the extension than the healthy controls. They also seemed to have a slightly more activation in their low back muscles in full flexion and the peak at the maximal eccentric activity was reached later than in healthy controls. Low back pain intensity were low in cross-country skiers. However, there were no statistically significant difference between the groups. Cross-country skiers that had LBP-symptoms did not have clear back muscle disorders. That might be due to small and homogeneous sample.

Keywords: cross-country skiing, low back pain, functional EMG measurement, flexion-relaxation

SISÄLLYS

JOHDANTO	1
KIRJALLISUUSKATSAUS	2
Alaselkäongelmien esiintyvyys maastohiihtäjillä	2
Alaselkäongelmien taustaa maastohiihtäjillä	3
Selkärangan stabiloiva järjestelmä ja sen rooli alaselkäkivussa	4
Funktioelektromyografia osana alaselkäongelmien analysointia	7
AINEISTO JA MENETELMÄT	9
Tutkimusasetelma	9
Koehenkilöt	9
Kyselylomake ja antropometriset mittaukset	10
Kipu	10
Funktioelektromyografia (funktio-EMG)	10
Funktio-EMG-datan analysointi	11
Funktio-EMG-mittarin reliabiliteetti ja validiteetti	12
Tilastomenetelmät	13
TULOKSET	13
Kyselylomake ja antropometriset mittaukset	13
Kipu	14
Funktio-EMG	14
POHDINTA	16
LÄHTEET	20

JOHDANTO

Alaselkävivot ovat erittäin yleisiä urheilijoiden keskuudessa ja ne voivat haitata olennaisesti urheilijan harjoittelemista, valmistautumista tärkeisiin kisoihin ja pahimmillaan itse kisasuoritusta. Maastohiihtäjistä jopa yli puolet on ilmoittanut kärsivänsä alaselkävivuista ja monilla heistä alaselkäkipu haittaa merkittävästi hiihtosuoritusta. (Frymoer ym. 1982; Mahlamäki ym. 1988; Lindsay ym. 1993; Eriksson ym. 1996; Cettina ym. 1998; Ronsen 2003, 128-129.) Maastohiihtäjien alaselkäongelmat on liitetty usein perinteiseen hiihtotapaan (Renström & Johnson 1989; Eriksson ym. 1996). Niistä puhutaan hyvin yleisesti, mutta itse tieteellistä tutkimusta on tehty varsin vähän (Eriksson ym. 1996).

Syitä lisääntyneisiin alaselkäkipuihin ei ole pystytty todentamaan, mutta niiden taustalla arvellaan olevan kova ja yksipuolinen harjoittelu (Orava 1985; Mahlamäki 1987; Renström & Johnson 1989; Lindsay ym. 1993). Selkäongelmien syiden selvittäminen ja diagnoosin tekeminen on usein vaikeaa. Syitä alaselkäkipuihin on etsitty selkärangan stabiloivan järjestelmän eri osista. Mitattavat ominaisuudet, kuten röntgenlöydökset sekä lihasvoima- ja liikkuvuusmittaukset korreloivat kuitenkin vain heikosti subjektiivisten oireiden ja toimintakyvyn kanssa (Deyo 1988; Deyo ym. 1998). Useissa tutkimuksissa on raportoitu muutoksista vartalon lihasten aktivaatiomalleissa ja motorisessa kontrollissa alaselkäkipupotilailla (Hodges & Richardson 1999; O'Sullivan ym. 1997, Radebold ym. 2000; Hodges & Moseley 2003; Geisser ym. 2004; Geisser ym. 2005; Silfies ym. 2005).

Funktio-elektromyografia-mittaus on yksi uusimmista menetelmistä toiminnallisten selkäongelmien kartoittamisessa. Mittarin tulosten on todettu olevan yhteydessä toimintakykyyn ja sillä voidaan myös ennustaa tulevia selkäongelmia (Sihvonen ym. 1998). Tähän mennessä funktio-EMG-tutkimukset ovat rajoittuneet tavalliseen väestöön eikä urheilijoiden osalta ole julkaistuja tutkimuksia aiheesta. Koska maastohiihtäjillä alaselkäkipuja esiintyy varsin runsaasti ja ne haittaavat oleellisesti lajissa suoriutumista, tulisi kipujen taustaa selvittää tarkemmin. Funktio-EMG:n avulla voidaan saada uutta tietoa selän toiminnasta selkäkipuisilla maastohiihtäjillä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää funktio-EMG-arvojen yhteyttä itse ilmoitettuihin alaselkäongelmiin maastohiihtäjillä.

KIRJALLISUUSKATSAUS

Alaselkäongelmien esiintyvyys maastohiihtäjillä

Maastohiihtäjät kärsivät tutkimusten mukaan alaselän kivuista ja selän toimintavajavuudesta (Frymoer ym. 1982; Mahlamäki ym. 1988; Lindsay ym. 1993; Eriksson ym. 1996; Cettina ym. 1998; Ronsen 2003, 128-129). Traumaattiset onnettomuudet ovat murtomaahiihdossa harvinaisia, onnettomuuksien prevalenssi on vain n. 0,02 % hiihtäjää päivää kohden (Cettina ym. 1998). Radiologisissa tutkimuksissa on maastohiihtäjillä havaittu kiilamuotoisia nikamia, spondylolyyseyä, lumbaalista instabiliteettiä sekä degeneratiivisia muutoksia rangassa. Poikkeamia rangasta löytyi 23 %:lla maastohiihtäjistä ja SI-nivelen lumbalisaatio oli yleisin epäsäännöllisyys. Skolioosin insidenssi oli 49 %, eikä sukupuolten välillä havaittu eroavaisuuksia. Tutkittavien henkilöiden lannelordosisit olivat myös epätavallisen suuret. (Mahlamäki ym. 1988.) Lindsay (1993) työryhmänsä kanssa on havainnut, että maastohiihtäjillä esiintyy enemmän SI-nivelen toiminnallista häiriötä kuin ns. tavallisilla ihmisillä.

Norjan maajoukkueen mieshiihtäjistä kausien 1990-99 aikana kärsi noin puolet alaselkävivusta, joiden taustalla oli herniaatio tai spondylolisteesi. Tutkimuksessa havaittiin Scheuermannin tautia 66 prosentilla sukupuolesta riippumatta. Samalla havaittiin alentunutta liikkuvuutta kyseisissä nikamissa. Yhteistä näille henkilöille oli, että he olivat aloittaneet säännöllisen ja systemaattisen harjoittelun varhain (ikä 10-13v) verrattuna niihin henkilöihin, joilla oireita ei ollut. Magneettikuvissa näillä henkilöillä havaittiin myös nikamien herniaatiota ja protruusiota. (Ronsen 2003, 128-129.)

Eriksson (1996) työryhmänsä kanssa haastatteli 87 maastohiihtäjää ja heistä 64 % ilmoitti kärsivänsä alaselkävivusta. Miesten ja naisten välillä ei ollut mainittavaa eroa. Useimmiten kipu sijaitsi alaselässä tai lumbosacraalisella alueella. Mieshiihtäjistä 91 % kärsi kivuista vuorohiihdossa, 33 % tasatyönnössä ja 19 % luisteluhiihdossa. Naisissa vastaavasti 75 % ilmoitti kärsivänsä selkävivusta vuorohiihdossa, 70 % tasatyönnössä ja 30 % luisteluhiihdossa.

Alaselkäongelmien taustaa maastohiittäjillä

Maastohiihto on kestävyyslaji, jolle on ominaista kova määrällinen harjoittelu. Harjoittelu voi altistaa ylikuormituksesta johtuville vammoille (Orava 1985; Mahlamäki 1987; Renström & Johnson 1989; Lindsay ym. 1993). Rankaan kohdistuu hiihdon aikana kompressio-, kierto- ja leikkausvoimia. Kilpasuorituksen aikana voimat ovat suurempia johtuen suuremmasta nopeudesta. Tämän seurauksena pienikin ylikuormitus tai epätasapaino saattaa aiheuttaa kudoksissa mikrotraumoja toistojen määrän ollessa suuri. Lihasepätasapaino vatsa- ja selkälihasten välillä voi myös aiheuttaa virheellistä kuormitusta rankaan ja nikamiin. Toistuessaan kuormitus saattaa johtaa jopa herniaatioon ja nikamamurtumiin. (Ronsen 2003, 129-130.)

Maastohiihdossa erityisesti perinteinen hiihtotekniikka näyttäisi olevan yhteydessä alaselkäkipuihin. Vartalon lihakset työskentelevät hiihdon aikana erittäin voimakkaasti, erityisesti tasatyön aikana. Vatsalihaksia käytetään tasatyönössä ja vuorohiihdossa yhteistyössä selän ojentajien ja vartalon rotaattoreiden kanssa. Selän ojentajat joutuvat toimimaan isometrisesti vartalon ollessa kallistuneena eteenpäin, melko staattisessa asennossa. Tämä aiheuttaa alaselän lihasten väsymistä johtaen kipuihin alaselän alueella. (Renström & Johnson 1989; Eriksson ym. 1996.) Tasatyöntötekniikan muuttuminen vaatii yhä enemmän voimaa vartalon lihaksissa ja tällöin kipujen taustalla voi olla vartalon lihasten heikkous ja väsyminen (Eriksson ym. 1996).

Perinteisen hiihdon vuorohiihtotekniikan sekä yksipotkuisentasatyöntötekniikan potkun loppuvaiheessa tapahtuu lantion hyperekstensio. Yksipuolisena ja toistuvana kuormituksena se voi aiheuttaa alaselän alueelle rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia. Alaraajojen lihaskireydet vaikuttavat omalta osaltaan lantion ja selän toimintaan. Lonkan koukistajien kiristäessä rajoittunut lonkan ojennus kompensoidaan alaselän ekstension kautta, jolloin lordoosi suurenee. Korostunut lannelordoosi voi olla syynä alaselkäongelmiin hiihtäjillä (Frymoyer ym. 1982; Mahlamäki 1988). Eniten kipua selkään aiheuttavat liikesuunnat ovat hyperekstensio ja kierto yhdistettynä voimaan (Lindsay ym. 1993). Hyperekstension lisäksi myös tasatyönössä toistuvat vartalon ojennus- ja koukistusliikkeet saavat aikaan voimia, jotka johtavat niin sanottuun väsymisilmiöön. Toistuvista kierto- ja koukistusliikkeistä aiheutuvat vammat aiheuttavat yleensä

yliliikkuvuutta yhdessä tai useammassa nivelessä. Useimmiten se ilmenee L4-5-tasoilla. (Frymoyer ym. 1982.)

Stabiloivien lihasten väsyminen voi aiheuttaa alaselän yliliikkuvuutta. Rangan toiminnallinen yliliikkuvuus on seurausta häiriöistä rangan stabiloivissa lihaksissa sekä vatsa- ja selkälihasten riittämättömästä aktivoitumisesta. (Vezina & Hubley-Kozey 2000.) Vatsa- ja selkälihasten merkitys selän stabiloinnissa on hiihtosuorituksen kannalta tärkeää. Viimeaikaiset lihasten toimintaa koskevat tutkimukset alaselkäpotilailla ovat paljastaneet häiriötä vartalon ja selän syvissä lihaksissa. Näiden lihasten toiminnallinen rooli on lisätä rangan segmentaalista tukevuutta ja kontrollia. Näiden lihasten ongelma ei ole niinkään voiman puute vaan häiriöt motorisessa kontrollissa (Jull & Richardson 2000.) Jos selkärangan syvät lihakset epäonnistuvat rangan stabiloinnissa, pinnallisten, liikettä tuottavien lihasten osuus rangan stabiliteetissa lisääntyy. Samalla kuitenkin heikkenee näiden lihasten kyky tuottaa urheilusuorituksissa tarvittavaa voimaa ja liikettä. (Hodges 2000.)

Syytä lisääntyneeseen alaselkäkivuihin ei ole pystytty todentamaan, mutta niiden taustalla arvellaan olevan kova ja yksipuolinen harjoittelu. Lajispesiföityminen on alkanut tapahtua yhä varhaisemmassa iässä, jolloin lihaksisto ei ole kehittynyt vielä tarpeeksi voiman ja koon suhteen. Tämän seurauksena rankaan saattaa tulla anatomisia muutoksia. (Ronsen 2003, 128-129.) Selkäongelmien syiden selvittäminen ja diagnoosin tekeminen on usein vaikeaa. Mitattavat ominaisuudet, kuten röntgenlöydökset sekä lihasvoima- ja liikkuvuusmittaukset korreloivat vain heikosti subjektiivisten oireiden ja toimintakyvyn kanssa (Deyo 1988; Deyo ym 1998).

Selkärangan stabiloiva järjestelmä ja sen rooli alaselkävauriossa

Selkärangan stabiloiva järjestelmä rajoittaa ja ylläpitää rangan normaalia liikelaajuutta. Se pitää sisällään passiivisen, aktiivisen ja neuraalisen kontrollin järjestelmät. Alajärjestelmien toiminnot ovat yhteydessä toisiinsa ja heikentynyt toiminta yhdessä alajärjestelmässä lisää muihin kohdistuvia vaatimuksia. Passiivinen järjestelmä pitää sisällään nikamat, fasettinivelet, välilevyt, rangan ligamentit, nivelkapselit sekä lihasten passiiviset mekaaniset ominaisuudet. Passiivisen

järjestelmän häiriö voi johtua mekaanisesta traumasta, kuten ligamenttien ylivenytyksestä, välilevyjen vaurioista sekä nikamien mikromurtumista. Rakenteet voivat heiketä myös degeneraatiosta tai sairaudesta johtuen. Nämä tekijät vaikuttavat kuormituksen sietoon, passiivisen järjestelmän stabilointikapasiteettiin sekä kasvattavat liikelaajuuden alkuosaa. (Panjabi 1992.) Passiivisia rakenteita voidaan tutkia esimerkiksi röntgentutkimuksin, magneettikuvain tai ultraäänitutkimusten avulla. Röntgenlöydösten osalta on kuitenkin todettu päällekkäisyyttä oireettomien ja oireellisten välillä, kun on selvitetty rangan normaalia liikkuvuutta (Boden & Wiesel 1990). Myös magneettikuvauksissa esiintyy vastaavaa päällekkäisyyttä epänormaalien löydösten osalta (Geisser ym. 2005). On myös selvää, että pelkät röntgenkuvat tarjoavat harvoin arvokasta tietoa koskien alaselkäkipuisten urheilijoiden kuntoutusta (Mahlamäki ym. 1988).

Aktiivinen järjestelmä pitää sisällään selkärankaa ympäröivät lihakset ja jänteet. Tarkoituksena on tuottaa voimia ja stabiloida rankaa liikelaajuuden alkuosalla. Aktiiviseen järjestelmään voi tulla häiriötä degeneraation, sairauden, käyttämättömyyden tai vamman seurauksena. Tästä johtuen järjestelmän kyky vastaanottaa ja välittää neuraalisia käskyjä voi heiketä, kuten myös kyky tarjota tarkkaa palautetta lihasjännityksestä neuraaliselle kontrollijärjestelmälle tai tuottaa koordinoitua ja sopivaa lihasjännitystä. Tuloksena rangan stabilointikapasiteetti voi heiketä. (Panjabi 1992.) Selkälihasten roolia selkäkivuissa on tutkittu runsaasti. Selkälihasten voiman ja kestävyuden on todettu alentuneen selkäpotilailla (Campello ym. 1996; Kankaanpää ym. 1999; Kuukkanen 2000). Kuitenkin esimerkiksi selkälihasten voiman lisääntymisen on todettu korreloivan vain heikosti koettujen selkäoireiden kanssa (Deyo 1988; Deyo ym. 1998). Syvien selkälihasten osalta on todettu esimerkiksi m. multifiduksen poikkipinta-alan pienentyneen selkäpotilailla ja muutenkin sen toiminnassa esiintyvän häiriötä (Hides ym. 1996). Vatsalihaksista m. transversus abdominiksella on todettu olevan tärkeä rooli rangan stabiliteetissa (Hodges & Richardson 1996). Selän stabiliteetin kannalta vartalon lihasten yhteisaktiivisuus (co-aktivaatio, co-kontraktio) on todettu tutkimuksissa välttämättömäksi (Cholewicki ym. 1997; Granata & Marras 2000; Granata & Orishimo 2001). Aktiiviseen systeemiin voidaan vaikuttaa harjoittelulla, jolloin voidaan myös korvata passiivisen järjestelmän mahdollisia heikkouksia ja ehkäistä alaselkäongelmien syntyä. (Panjabi 1992.)

Neuraalisen kontrollin järjestelmä saa palautetietoa aktiivisen ja passiivisen järjestelmän rakenteilta, määrittää tietyt vaatimukset rangan stabiliteetin säilyttämiselle ja saa lihakset stabiloimaan rankaa. Järjestelmän tehtävä on monimutkainen ja vaativa, sillä sen tulee sovittaa sisäiset ja ulkoiset voimat (massat, kiihtyvyydet, inertiaat, asennot, kuormat) kulloiseenkin tilanteeseen sopiviksi. Järjestelmän eri kohdissa voi tapahtua häiriöitä, jolloin tuloksena voi olla esimerkiksi liian vähäinen tai liian runsas lihasaktivaatio, mikä taas voi aiheuttaa voimakkaan lihasjännityksen, pehmytkudosvaurion ja kipua. Toimintahäiriö voi altistaa muut rakenteet ylikuormitukselle ja vaurioille. Toimintahäiriö voi myös tulla krooniseksi. (Panjabi 1992.) Tällä hetkellä on olemassa havaintoja siitä, että selkäkipujen ilmetessä keskushermoston strategiat kontrolloida vartalon lihaksia ovat muuttuneet. Mekanismit näiden muutosten osalta ovat huonosti tunnetut ja voivat aiheutua monelta eri keskushermoston tasolta. Urheilijoiden selkäkipujen kuntoutuksessa on erityisen tärkeää, että motorinen kontrolli on optimaalista selän tukevuuden takaamiseksi. (Hodges 2000.)

Useissa tutkimuksissa on raportoitu muutoksista vartalon lihasten aktivaatiomalleissa ja motorisessa kontrollissa alaselkäkipupotilailla (Hodges & Richardson 1999; O'Sullivan ym. 1997, Radebold ym. 2000; Hodges & Moseley 2003; Geisser ym. 2004; Geisser ym. 2005; Silfies ym. 2005). Alaselkäpotilailla on havaittu esimerkiksi lisääntynyt asentohuojunta (Byl & Sinnot 1988), heikentynyt asentotunto (Brugmagne ym. 2000) ja asentokontrolli (Luoto ym. 1998) verrattuna terveisiin verrokkeihin. Useat tutkimukset tukevat havaintoa, jossa alaselkäpotilailla ilmenee puutteellinen tai vähentynyt lannerangan paraspinaalilihasten relaksaatio täyden fleksion aikana. Ilmiö tunnetaan myös nimellä fleksio-relaksaatio. Terveillä kontrollihenkilöillä voidaan täydessä fleksiossa havaita fleksio-relaksaatio, missä lannerangan lihasten aktiivisuus alenee, kun ligamenttien tarjoama tuki tulee tärkeämmäksi. (Sihvonen ym. 1991; Kaigle ym. 1998; Geisser ym. 2004; Geisser ym. 2005.) Fleksio-relaksaation taustalla on todennäköisesti inhibitorinen vaste, joka refleksipohjaisena on hyvin spontaani ja jota esimerkiksi kipu inhiboi (Kaigle ym. 1998). Sihvonen ym. (1991) ovat tutkimuksensa pohjalta tulleet siihen tulokseen, että fleksio-relaksaatio ilmiötä parempi alaselkävun indikaattori on eksentrisen ja konsentrisen aktiviteetin välinen suhde. Potilailla fleksion aikainen aktiviteetti (eksentrisen) näyttää nousevan, kun taas ekstension aikainen aktiviteetti (konsentrisen) laskee. Myös Geisser ym. (2004) havaitsivat alaselkävun vaikuttavan fleksion ja ekstension aikaisiin maksimaalisiin aktiviteetteihin. Silfies

ym. (2005) havaitsivat muutoksia alaselkäpotilailla vatsalihasten aktivaatiomalleissa eteen kurotuksen aikana, mutta selkälihasaktiiviteetit pysyivät heidän tutkimuksissaan normaaleina. He eivät kuitenkaan tutkineet lihasten aktiiviteetteja eteenäivutuksen aikana. Rangan liikkuvuutta rajoittava lihasaktiiviteetti voi toimia keinona, millä neuromuskulaarinen järjestelmä tarjoaa stabiliteettia ja auttaa suojelemaan rakenteita kipua tuottavilta liikkeiltä (Kaigle ym. 1998; Moseley ym. 2004). Pitkään jatkuessaan tämä voi kuitenkin altistaa rangan rakenteet kipuaistimuksille ja vaurioille, koska ilmiöön liittyy selkärangan rakenteiden kuormittumisen lisääntymistä ja kontrollin hienosäädän vähenemistä (Moseley ym. 2004).

Funktioelektromyografia (funktio-EMG) osana selkäongelmien analysointia

Funktio-EMG-mittaus on yksi uusimmista menetelmistä toiminnallisten selkäongelmien kartoittamisessa ja se perustuu neuraalisessa järjestelmässä tapahtuneisiin muutoksiin selkävun yhteydessä. Mittaria voidaan käyttää esimerkiksi kuntoutuksen suunnittelussa ja seurannassa (Sihvonen ym. 1997a). Mittarin tulosten on todettu olevan yhteydessä toimintakykyyn ja sillä voidaan myös selvittää tulevia selkäongelmia jo etukäteen (Sihvonen ym. 1998). Harjoittelulla on saatu positiivisia muutoksia funktio-EMG-arvoihin (Lindgren ym. 1993).

Funktio-EMG nimitystä käytetään silloin, kun pinta-EMG:n rekisteröintiin liitetään samanaikainen liikekomponenttien mittaus. Funktio-EMG-tutkimuksessa arvioidaan kaksi-inklinometrinen menetelmällä selän kokonaisliikettä ja lantion liikettä. Lanneselän liike määritetään näiden perusteella käyttäen apuna tietokoneohjelmaa. Kun liikekomponenttien mittaus ja pinta-EMG-signaalin rekisteröinti suoritetaan samanaikaisesti, muodostuu tietokoneelle selän toimintaa kuvaava kinesioGRAMMI (Kuva 1). KinesioGRAMMISTA voidaan nähdä selkälihasten toiminta liikkeen ohjauksessa, selän ja lantion liikkuvuus, liikekomponenttien keskinäinen suhde sekä selkälihasten toiminnan syklinen vaihtelu ja ajoittuminen liikkeeseen nähden. Selkäpotilaalla voidaan nähdä kuva toiminnan muutoksista, jotka liittyvät sen hetkisiin käynnissä oleviin ärsytysmekanismeihin ja kipuun. Funktio-EMG-mittaus soveltuu käytettäväksi esimerkiksi perusterveydenhuollon seulonnoissa, erikoissairaanhoidon työkaluna jatkotutkimusten

suunnittelussa sekä kuntoutuksen ja hoidon seurannassa. Funktio-EMG on hyvä lisä perinteisten kuvantamistutkimusten ja kuntotestien rinnalle. (Sihvonen ym. 1997a.)

Funktio-EMG-mittarin avulla on tutkittu sekä terveiden että selkäkipuisten koehenkilöiden selän toimintaa. Yhtenevä tutkimuslöydöksenä on ollut puutteellinen fleksio-relaksaatio ja alentunut ekstension ja fleksion välisen aktiivisuuden suhde selkäpotilailla. (Sihvonen ym. 1991; Sihvonen 1995; Sihvonen ym. 1995; Sihvonen 1997; Sihvonen ym. 1997a; Sihvonen ym. 1997b; Sihvonen ym. 1998.) Selkäpotilailla havaittiin selvä aktiviteetti seistessä ja heillä tapahtui vain osittainen väheneminen EMG-aktiviteetissä fleksion jälkeen (puuttuva fleksio-relaksaatio). Potilailla oli pienempi ekstension ja fleksion aikaisen maksimaalisen aktiviteetin tasojen suhde (1.8 SD=0.5) kuin terveillä (3.2 SD=0.8). Potilailla, joilla taivutusröntgenkuvissa oli havaittu instabiliteettia, oli havaittavissa segmentaalisia eroja aktiivisuudessa ja lisäksi heillä esiintyi liikkeiden aikana pinta-EMG-signaalissa suuria potentiaalipiikkejä, jotka vastasivat raakasignaalien suurikokoisia yksiköitä ja aktiviteetin satunnaisia harventumakohtia. (Sihvonen ym. 1991.) Samansuuntaisiin tuloksiin on päästy myös muissa tutkimuksissa (Sihvonen ym. 1988; Sihvonen ym. 1990; Sihvonen ym. 1995).

Puutteellisen fleksio-relaksaation on todettu olevan yhteydessä sekä sen hetkisiin että tuleviin selkäkipuihin (ennustearvo) raskaana olevilla naisilla. Heillä selkälihasaktivaatiotaso oli käänteisesti yhteydessä toimintakykyyn. (Sihvonen ym. 1998.) Terveillä koehenkilöillä on todettu, että fleksio-relaksaatio esiintyy myös hamstring-lihaksissa. Hamstring-aktivaatio säilyi eteentaivutuksessa pidempään kuin selkälihasten aktivaatio ja väheni, kun 96,6 % lannerangan fleksiosta oli saavutettu. Eteentaivutuksessa molemmat lihasryhmät olivat elektrisesti äänettämiä (=fleksio-relaksaatio). Aktivaatio alkoi taas ekstension aikana, mutta erilaisella ajoituksella; hamstringit aktivoituivat ensin ja noin 0.40 sekunnin (SD 0.15) jälkeen paraspinaalit aktivoituivat. (Sihvonen ym. 1997b.)

Harjoittelun vaikutusta toiminnallisiin röntgenlöydöksiin ja segmentaaliseen EMG-aktiviteettiin tutkittiin Lindgrenin ym. (1993) tutkimuksessa. Koehenkilöillä esiintyi kroonista selkäkipua ja instabiliteettioireita. Intervention jälkeen potilaat olivat oireettomia ja heidän fyysinen statusensa normalisoitui. Seurannassa röntgentutkimuksessa ei löytynyt merkitsevää muutosta,

kun taas EMG-löydökset paranivat merkitsevästi. Sihvonen ym. (1995) selvittivät harjoittelun ja paikallisen anestesian vaikutusta selkäpotilaiden funktio-EMG-arvoihin. Harjoitteluryhmässä seitsemän yhdeksästä oli kivuttomia intervention jälkeen. Terapian jälkeen molemmissa ryhmissä oli selviä muutoksia kineettisissä selkälihastoiminnoissa; eksentrisen selkälihasaktivaatio laski, ekstensio-fleksio-suhde kasvoi ja fleksio-relaksaatio parani.

Tähän mennessä funktio-EMG-tutkimukset ovat rajoittuneet tavalliseen väestöön eikä urheilijoiden osalta ole julkaistuja tutkimuksia aiheesta. Koska maastohiihtäjillä alaselkäkipuja esiintyy varsin runsaasti ja ne haittaavat oleellisesti lajissa suoriutumista, tulisi kipujen taustaa selvittää tarkemmin. Funktio-EMG:n avulla voidaan saada uutta tietoa selän toiminnasta selkäkipuisilla maastohiihtäjillä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää funktio-EMG-arvoissa ilmeneviä eroja terveiden ja selkäkipuisten maastohiihtäjien välillä. Tarkoituksena oli myös tutkia ovatko nämä muutokset yhteydessä itse ilmoitettuihin alaselkäongelmiin.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimusasetelma

Tutkimus oli poikkileikkaustutkimus, jossa selvitettiin maastohiihtäjien selän toimintaa sekä alaselkäoireita. Selän toimintaa arvioitiin funktio-EMG-mittarilla, aikaisempia selkäoireita ja taustamuuttujia kyselylomakkeella sekä kivun voimakkuutta mittaushetkellä VAS-kipujanalla. Tutkimukseen osallistui 14 maastohiihtäjää.

Koehenkilöt

Kyselylomake lähetettiin 240:lle kauden 2001-2002 ranking-listalta valitulle nais- ja miesmaastohiihtäjälle tammikuussa 2003. Ranking-lista jaettiin kolmeen osaan ja näistä arvottiin kustakin 40 henkilöä. Jaolla pyrittiin takaamaan se, että kyselyyn saatiin hiihtäjiä eri ranking-

sijoituksilta. Naisten ranking-listassa hiihtäjiä oli 164 ja miehissä 386. Kahden uusintakyselyn jälkeen kyselylomakkeita palautui 58 kappaletta. Kyselyyn vastanneilta tiedusteltiin puhelimitse halua osallistua funktio-EMG-mittauksiin, jonka tuloksena 18 hiihtäjää suostui funktio-EMG-mittauksiin keväällä 2003.

Kyselylomake ja antropometriset mittaukset

Kyselylomakkeen avulla selvitettiin koehenkilöiden ikä, sukupuoli, ranking-sijoitus, harjoitustunnit, selkäkipujen esiintyminen, lääkärin diagnostisoimat selkäsairaudet sekä aiemmat selkäoireet. Kyselylomake oli aiemmin esitettävä kolmella maajoukkuehiihtäjällä. Kyselylomakkeen perusteella maastohiihtäjät jaettiin oireellisten (n=10) ja oireettomien (n=4) ryhmään. Mittausten yhteydessä koehenkilöiltä kysyttiin pituus ja paino.

Kipu

VAS-kipujanakyselyllä (Visual Analog Scale) arvioitiin selkä kivun voimakkuus mittaushetkellä. VAS-kipujana on 100 mm pitkä jana, jossa luku 100 kuvaa pahinta mahdollista kipua ja luku 0 kivutonta tilaa. (Grönblad ym. 1997; Dworkin ym. 2005.)

Funktioelektromyografia (funktio-EMG)

Funktio-EMG-laitteella (DCU 600, Inmeser Oy, Kuopio) kuvannettiin selän toiminnallinen tila mittaamalla selän liikkuvuus ja EMG-elektrodeilla selkälihasten aktivoituminen. Mittaukset teki menetelmän tunteva henkilö. Mittauksia suoritettiin Kuopiossa (1 koehenkilö), Vuokatissa (3), Tampereella (3), Jyväskylässä (5) ja Lieksassa (2).

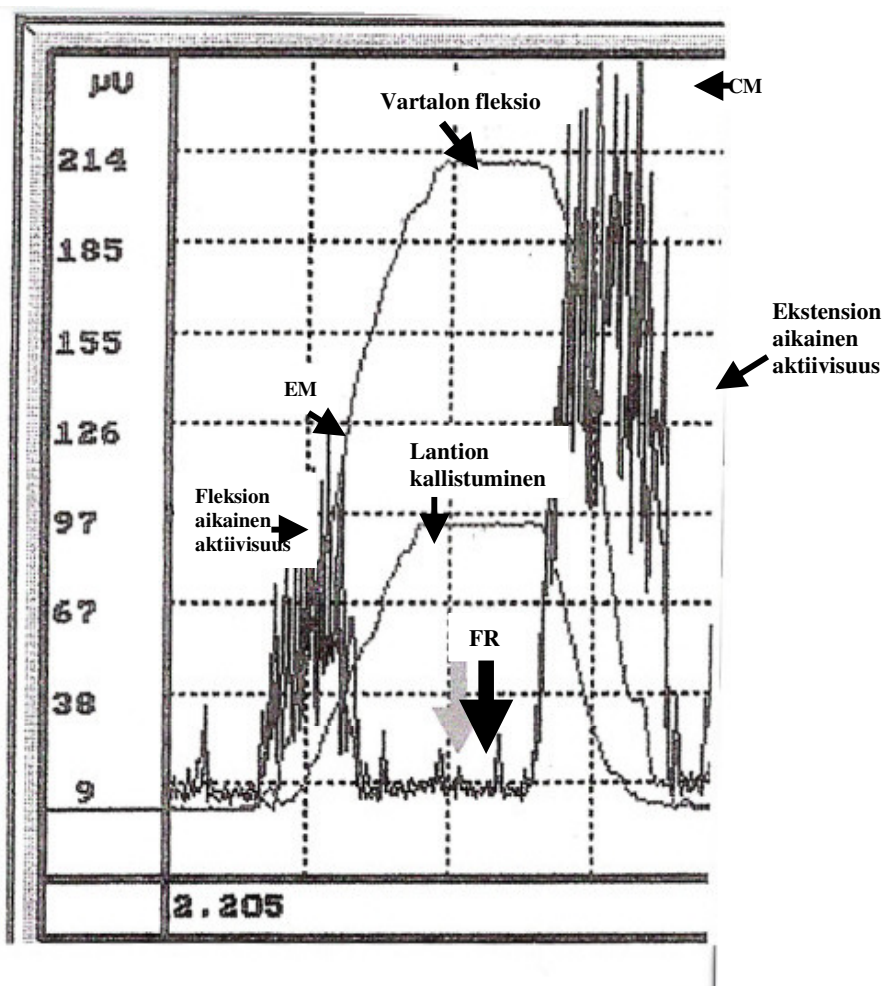
Lannerangan ja lantion liikettä monitoroitiin ja mitattiin käyttäen kaksi-inklinometrimenetelmää. Elektroniset, magneetoresisttiiviset liikeanturit asetettiin rintarangan alaosaan (Th11) ja ristiluun päälle. Liikeantureista tulleet signaalit kerättiin samanaikaisesti EMG-signaalien kanssa. Kuusi pinta-EMG-elektrodi kiinnitettiin lateraalisesti noin kahden cm päähän okahaarakkeista L4-L5-tasolla (kolme elektrodia oikealla ja kolme vasemmalla). Lisäksi kiinnitettiin maadoituselektrodi

C7-okahaarakkeen kohdalle. Pintaelektrodit kiinnitettiin puhdistettuun ja hangattuun ihoon, koehenkilön ollessa eteentaivutuksen puolivälissä (nojasi tuoliin). Tällä pyrittiin estämään pintaelektrodien löystyminen vartalon eteentaivutusyökkien aikana. EMG ja liikesignaalit kerättiin 2000 Hz näytteenottotaajuudella vartalon fleksion ja ekstension aikana koehenkilön seistessä jalat noin 15 cm päässä toisistaan, polvet suorana. Koehenkilö suoritti fleksion ja siitä ylösnousun 3-4 kertaa. Tämän jälkeen selän toisen puolen elektrodit siirrettiin takareiteen niin, että koehenkilöllä oli kolme elektrodia alaselässä ja kolme elektrodia keskellä hamstring-lihaksia, noin viisi cm pakarapaimusta. Kaikki elektrodit olivat samalla puolen kehoa. Testiliike oli jälleen vartalon fleksio-ekstensio. EMG- ja liikesignaaleja kyettiin seuraamaan reaaliajassa monitorilta ja signaalit tallennettiin myöhempää analysointia varten tietokoneen muistiin.

Funktio-EMG-datan analysointi

Funktio-EMG:n analysointi tehtiin tietokoneella EMG- ja liikesignaalkäyrien grafiikan pohjalta. Näytteenottoikkunan koko oli 30-50 millisekuntia. Muuttujien arvo saatiin keskiarvona kaikista suorituksista kunkin muuttujan suhteen. Kullekin muuttujalla laskettiin keskiarvoinen ja prosessoitu tehoarvo funktio-EMG-laitteelle kehitetyn tietokoneohjelman avulla. Lannerangan taipuminen sagittaalisesti (FL) analysoitiin viemällä kursorit molempien liikekäyrien suurimman arvon kohdalle, jonka jälkeen saatiin tietokoneohjelman avulla lannerangan sagittaalisen liikkuvuus. Fleksio-relaksaatio (FR) saatiin EMG-käyrältä kohdasta, missä vartalo oli täydessä fleksiassa sen perusteella, kuinka paljon selkälihaksissa ilmeni aktiviteettia täydessä fleksiassa. Selkälihasaktivaatiosuhde ojennuksen ja taivutuksen aikana (E/F) laskettiin EMG-käyrältä niistä kohdista, missä ilmeni suurin fleksion ja ekstension aikainen lihasaktiviteetti. Lantion kallistumisen viive vartalon taivutuksen alkuun nähden sagittaalitason fleksiassa (HRS) laskettiin liikekäyrältä niiltä kohdista, missä vartalon ja lantion kallistuminen alkoivat. Lannerangan fleksion vaihe (astetta), johon ekstentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu asettuu (EM) saatiin liikekäyrältä kohdasta, jossa ekstentrisen lihasaktivaatio oli suurimmillaan. Lannerangan fleksion vaihe (astetta), johon konsentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu asettuu (CM) saatiin liikekäyrältä kohdasta, jossa konsentrisen lihasaktivaatio oli suurimmillaan. Lonkan ekstensoreiden aktivoitumisennakko paraspinaaleihin nähden (E/H) saatiin viemällä kursorit

EMG-käyrällä niihin kohtiin, joissa hamstringit ja selkälihakset aktivoituivat. Tietokoneohjelman avulla laskettiin aikaero edellä mainittujen lihasten aktivoitumiselle.



KUVA 1. Modifioitu kuva terveen selän funktio-EMG-käyrästä (Sihvonen ym. 1997). EM= eksentrisen lihasaktivaation huippu, CM= konsentrisen lihasaktivaation huippu, FR= fleksio-relaksaatio.

Funktio-EMG-mittarin reliabiliteetti ja validiteetti

Sihvosen mukaan (1995) paraspinaalisen pinta-EMG:n toiminnallisen mallin on todettu olevan hyvin toistettava yksinkertaisen eteentaivutus-syklin aikana. Fleksion aikaisten aktiviteettitasojen on todettu vaihtelevan potilaiden kesken, mutta niiden on todettu kuitenkin pysyvän vakaana eri taivutusten aikana samalla potilaalla. EMG variabiliteetti arvioitiin 11 henkilöllä, joilla ei ollut

selkäkipua, kahtena eri päivänä, jolloin koehenkilöt suorittivat kahdeksan taivutussykliä kumpanakin päivänä. Aktiviteettitasojen reliabiliteetti oli hyvä fleksion aikana ($r = .92$, $p < .001$, Pearson's korrelaatio), kuten myös ekstension aikana ($r = .97$, $p < .001$). (Sihvonen ym. 1991; Sihvonen 1995.) Terveillä koehenkilöillä saatiin samanlaiset rekisteröinnit aamuisin ja iltapäivisin ja lisäksi toistettaessa elektrinen malli oli samanlainen eri tasoilla ja eri puolilla selkälihakia. On todettu, että keskimääräinen aktiviteettitaso ei ole kovin herkkä taivutuksen suoritusnopeudelle. (Sihvonen 1995 & 1997.)

Tilastomenetelmät

Funktio-EMG-arvot syötettiin SPSS-ohjelmaan yhdessä kyselylomakkeesta saatujen muuttujien kanssa. Taustamuuttujista ja funktio-EMG-arvoista laskettiin keskiarvot sekä keskihajonta. 95 % luottamusväli määritteli välin, missä todelliset arvot ilmenevät. Ryhmien keskiarvojen erojen tilastollista merkitsevyyttä testattiin Mann-Whitney U-testillä. Muuttujien välisiä yhteyksiä tutkittiin Spearmanin järjestyskorrelaation avulla.

TULOKSET

Funktio-EMG-mittauksista 14 onnistui. Neljässä epäonnistuneessa mittauksessa EMG-signaali oli epäselvä, johtuen EMG-elektrodien heikosta kiinnityksestä. Näistä neljästä oireettomia oli kolme (kaksi miestä, yksi nainen) ja selkäkipuisia yksi nainen. Koko tutkimusryhmän keski-ikä oli 24 vuotta (SD 2,7). Oireettomien keski-ikä oli 25 vuotta (SD2,4) ja selkäkipuisten 24 vuotta (SD2,9).

Kyselylomake ja antropometriset mittaukset

Taustamuuttujien suhteen ryhmien välillä ei ollut eroavaisuutta. Oireettomien pituudet olivat 183 ja 177cm (kahden tulos puuttuu) ja selkäkipuisten keskipituus oli 174 cm (SD 9,4, yhden tulos puuttuu). Oireettomien painot olivat 72 ja 75kg (kahden tulos puuttuu) ja selkäkipuisten keskipaino oli 68kg (SD 8,2, yhden tulos puuttuu). Molemmissa ryhmissä oli yhtä paljon miehiä

ja naisia. Oireettomien ranking-sijoituksen keskiarvo oli 109 (SD 119) ja selkäkipuisten 94 (SD 88). Oireettomat harjoittelivat keskimäärin 599 tuntia (SD 76) ja selkäkipuiset 471 tuntia (SD 133). Oireettomista yhdellä oli lääkärin diagnosoima selkäsairaus ja yksi oli kärsinyt alaselkäongelmista aikaisemmin. Selkäkipuisista kahdella oli lääkärin diagnosoima selkäsairaus ja seitsemän oli kärsinyt alaselkäongelmista aikaisemmin.

Kipu

Kyselylomakkeeseen vastanneista oireettomista yhdellä oli lieviä oireita mittaushetkellä (VAS 9,0/100). Selkäkipuisista vastaavasti kolme olivat oireettomia mittaushetkellä. Heillä kivun voimakkuuden keskiarvo oli 10,2/100 (SD 11,3; yhden tulos puuttuu). Kaikkien kipujanakyselyyn vastanneiden kivun voimakkuus oli alle 30/100 eli kivut olivat varsin lieviä. Ne, joilla kivun voimakkuus oli mittaushetkellä yli 15, olivat kärsineet selkäkivuista myös aiemmin.

Funktio-EMG

Koehenkilöiden funktio-EMG-arvot on esitetty taulukossa 1. Selkäkipuisilla lonkan ekstensoreiden aktivoitumisennakko paraspinaaleihin nähden (E/H) näytti olevan lyhyempi kuin terveillä. (Vaikka p-arvo ei ole tilastollisesti merkitsevä, tarkastelemalla 95%-luottamusväliä, voidaan olettaa tämän muuttujan suhteen olevan lievää eroavaisuutta, koska nolla ei mahdu luottamusväliin sisään.) Luottamusvälien perusteella heillä oli myös täyden fleksion aikainen aktiivisuus (fleksio-relaksaatio FR) näytti olevan suuntaa-antavasti suurempi kuin terveillä. Lisäksi selkäoireisilla myös lannerangan fleksion vaihe, johon eksentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu ajoittuu (EM) näytti olevan suurempi kuin terveillä. Keskiarvojen erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä ryhmien välillä.

TAULUKKO 1. Koehenkilöiden funktio-EMG-arvot, ka (SD), ryhmien välinen ero, 95%-luottamusväli.

	Oireeton n=4	Oireellinen n=10	Ryhmien välinen ero	95%-luottamusväli	p-arvo ^a
FL (ast) ^b	60,0 (9,9)	58,0 (8,8)	2	(-10;13,5)	0,635
FR (%) ^c	5,45 (2,8)	10,32 (6,8)	-4,87	(-12,7;2,9)	0,24
E/F ^d	3,90 (4,1)	3,19(1,4)	0,71	(-2,3;3,8)	0,304
HRS (sek) ^e	0,373 (0,2)	0,296 (0,1)	0,081	(-0,09;0,24)	0,374
EM (ast) ^f	37,0 (14,4)	46,7 (12,4)	-9,7	(-26,4;7,0)	0,188
CM (ast) ^g	87,3 (16)	91,3 (12,2)	-4	(-21,1;13,0)	1,000
E/H (sek) ^h	0,500 (0,3)	0,225(0,07)	0,275	(0,06;0,49)	0,089

^a = Mann-Whitney testi

^bFL= lannerangan taipuminen sagittaalisesti (ast),

^cFR= fleksio-relaksaatio (%),

^dE/F= selkälihasaktivaatiosuhde ojennuksen/ taivutuksen aikana,

^eHRS= lantion kallistumisen viive vartalon taivutuksen alkuun nähden sagittaalitason fleksiassa (sek),

^fEM= lannerangan fleksion vaihe, johon eksentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu ajoittuu (ast),

^gCM= lannerangan fleksion vaihe, johon konsentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu ajoittuu (ast),

^hE/H= lonkkaekstensoreiden aktivoitumisennakko paraspinaleihin nähden ekstension käynnistyessä (sek).

Korrelaatiot esitetään taulukossa 2. Harjoitustuntien ja aikaisempien selkõoireiden ($r=-0.54$, $p=0.046$) välillä oli lievä yhteys. Ne, joilla oli ollut aiemmin selkõkipuja, näyttõisivõt harjoittelevan määrõllisesti vähemmän. Aikaisemmat selkõoireet olivat yhteydessõ myös ranking-sijoitukseen ($r=0.61$, $p=0.021$) ja lannerangan fleksion vaiheeseen (astetta), johon eksentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu ajoittuu ($r=0.56$, $p=0.039$). Ranking-sijoitus oli siis heikompi niillõ, joilla oli ollut aiemmin selkõkipuja. Heillõ eksentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu ajoittui myõhemmõksi liikekõyrõllõ eli taivutuksen loppuvaiheeseen. Sukupuolen ja lannerangan fleksion vaiheen, johon konsentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu ajoittuu ($r=0.57$, $p=0.033$) välillä oli myõs yhteyttõ. Naisilla konsentrisen lihasaktivaation huippu ajoittui liikekõyrõllõ myõhempõõn vaiheeseen kuin miehillõ.

TAULUKKO 2. Korrelaatiot (Spearman) Funktio-emg-muuttujien sekä sukupuolen, ranking-sijoituksen, harjoitustuntien, aikaisempien selkäoireiden, selän kunnon ja selkävun voimakkuuden (VAS) välillä

	Suku-puoli	Ranking-sijoitus	Harjoitus-tunnit	Aiemmat selkäoireet	Selän kunto	VAS
FL (ast) ^a	-.36	.14	-.00	.16	-.14	-.32
FR (%) ^b	.18	-.02	-.32	-.05	.35	.22
E/F ^c	-.12	.34	-.01	.13	.31	.02
HRS (sek) ^d	.11	.28	.04	.07	-.28	-.57
EM (ast) ^e	.32	.20	-.10	.56*	.37	-.03
CM (ast) ^f	.57*	.52	-.15	.36	.00	.24
E/H (sek) ^g	-.18	.55	.15	-.04	.62	-.30

* p<0.05

^aFL= lannerangan taipuminen sagittaalisesti (ast)

^bFR= fleksio-relaksaatio (%),

^cE/F= selkälihasaktivaatiosuhde ojennuksen/ taivutuksen aikana,

^dHRS= lantion kallistumisen viive vartalon taivutuksen alkuun nähden sagittaalitasen fleksiassa (sek),

^eEM= lannerangan fleksion vaihe, johon eksentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu ajoittuu (ast),

^fCM= lannerangan fleksion vaihe, johon konsentrisen lihasaktivaation keskimääräinen huippu ajoittuu (ast),

^gE/H= lonkkaekstensoreiden aktivoitumisennakko paraspinaaleihin nähden ekstension käynnistyessä (sek).

POHDINTA

Tutkimuksessa ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja funktio-EMG-arvoissa terveiden ja alaselkikipuisten maastohiihtäjien välillä. Aikaisemmissa tutkimuksissa alaselkäpotilailla on ilmennyt puutteellinen fleksio-relaksaatio sekä alentunut ekstension ja fleksion välisen aktiivisuuden suhde (Sihvonen ym. 1991; Sihvonen 1995; Sihvonen ym. 1995; Sihvonen 1997; Sihvonen ym. 1997a; Sihvonen ym. 1997b; Kaigle ym. 1998; Sihvonen ym. 1998; Geisser ym. 2004; Geisser ym. 2005). Maastohiihtäjien osalta ei ole aiemmin julkaistuja funktio-EMG-tutkimuksia. Aikaisemmissa funktio-EMG-tutkimuksissa koehenkilöt ovat olleet iäkkäämpiä (Sihvonen ym. 1991; Sihvonen ym. 1997b), heidän selkäkipunsa olivat voimakkaammat (Sihvonen ym. 1998) ja heidän selkäkipuhistoriansa on ollut pitkä (Sihvonen ym. 1991; Sihvonen ym. 1997b). Nämä seikat saattavat osittain selittää funktio-EMG-mittausten eroavaisuuksia tämä tutkimuksen ja aikaisempien tutkimusten välillä.

Sihvosen ym. (1997) tutkimuksessa selvitettiin lonkan ekstensoreiden aktivoitumista paraspinaaleihin nähden terveillä ja heillä aktivoitumisennakko oli keskimäärin 0,40 sekuntia. Tässä tutkimuksessa terveiden maastohiihtäjien aktivoitumisennakko oli samansuuntainen (0,5sek), kun taas selkäkipuisten maastohiihtäjien aktivoitumisennakko jäi tästä noin puoleen (0,2sek). Terveisiin nähden ero ei kuitenkaan ollut merkitsevä. Selkäpotilailla paraspinaaleiden nopeampaan aktivoitumiseen ojennusvaiheen alkaessa saattaa osasyynä olla kipu, joka saa aikaan suojarahon selän stabiloivassa järjestelmässä. Lonkan ekstensoreiden aktivoitumista paraspinaaleihin nähden selkäpotilailla tulee tutkia vielä tarkemmin ja laajemmalla aineistolla.

Niillä maastohiihtäjillä, joilla oli selkäkipuja, eksentrisen lihasaktivaation huippu eteentaivutuksessa tuli esille hieman myöhäisemmässä vaiheessa kuin terveillä. Eksentrisen lihasaktivaation esiintyminen oli myös yhteydessä aiempiin selkäkipuihin. Näitä suuntaa antavia havaintoja tukee Kaiglen ym. (1998) tutkimus selkäkipuisilla koehenkilöillä. Vartalon eteentaivutuksessa selkälihasten aktiivisuushuippu ajoittui myöhemmäksi kuin terveillä. Selkäkipuisilla aktiivisuushuippu esiintyi, kun 87 % täydestä fleksiosta oli saavutettu. Terveillä verrokeilla luku oli 62 %. Tämä voi kertoa muutoksista lihasaktivaatiomalleissa ja häiriöistä motorisessa kontrollissa selkäkipuisilla.

Tässä tutkimuksessa ilmeni lievää suuntausta siihen, että selkäkipuisilla maastohiihtäjillä oli jossain määrin puutteellinen fleksio-relaksaatio, koska heillä täydessä fleksiossa esiintyi hieman enemmän lihasaktiivisuutta kuin terveillä maastohiihtäjillä. Aikaisemmissa tutkimuksissa fleksio-relaksaation ilmenemisen tai sen puutteen avulla on kyetty erittäin selvästi erottelemaan selkäkipuiset ja terveet kontrollit toisistaan (Geisser ym. 2004; Geisser ym. 2005). Kun on tutkittu pinta-EMG:n avulla selkäkipua, on todettu että tuloksiin vaikuttaa esimerkiksi se, onko kipu akuutti vai krooninen. Krooninen selkäkipu on monimutkainen sairaus, johon vaikuttavat useat fyysiset ja psykososiaaliset tekijät, jotka voivat vaikuttaa myös EMG-arvoihin. Esimerkiksi henkilöt, joilla on krooninen selkäkipu, ovat todennäköisimmin fyysisesti huonokuntoisia, koska nämä henkilöt pyrkivät välttämään aktiviteetteja, joiden he uskovat aiheuttavan kipua (Geisser ym. 2005). Monissa tutkimuksissa tutkimusryhmät ovat olleet hyvin heterogeenisiä ja tämä on myös osaltaan voinut vaikuttaa saatuihin tuloksiin (Geisser ym. 2004; Geisser ym. 2005). Tässä

tutkimuksessa tutkimusryhmä oli homogeeninen ja kaikki koehenkilöt olivat kilpaurheilijoita. Voidaankin siten olettaa, että koehenkilöt olivat fyysisesti paremmassa kunnossa kuin koehenkilöt monissa aiemmissa tutkimuksissa. Nämä tekijät voivat osaltaan vaikuttaa erojen muodostumiseen EMG-mittauksissa. Mekanismeja, jotka saavat aikaan fleksio-relaksaation ja sen puuttumisen, ei vielä tunneta tarkkaan (Geisser ym. 2004). Ilmiön taustaa tulee tutkia vielä tarkemmin, jolloin voidaan saada myös vastauksia siihen, miksi ilmiö ei ollut yhtä selvä maastohiihtäjillä.

Tällä hetkellä on viitteitä siitä, että osasyynä muuttuneeseen motoriseen toimintaan vartalon lihaksissa on selkäkipuun liittyvä pelko. Kipuun liittyvän pelon on todettu olevan yhteydessä fleksio-relaksaatioon, maksimaaliseen fleksioon ja ekstension aikaiseen aktiviteettiin sekä lannerangan liikkuvuuteen. (Geisser ym. 2004; Geisser ym. 2005). Kivun on todettu vaikuttavan vartalon motoriseen kontrolliin myös terveillä koehenkilöillä, kun selkäkipu on tuotettu kokeellisesti (Moseley ym. 2004). On todettu, että hoidon aikana kipuun liittyvän pelon väheneminen on merkitsevästi yhteydessä fleksio-relaksaatiosuhteeseen (FRR), kun taas muutokset kivussa, toimintakyvyssä tai liikkuvuudessa eivät olleet yhteydessä. Flexio-relaksaatiosuhde saadaan vertaamalla maksimaalista EMG-aktiviteettia fleksion aikana täyden fleksion aikaiseen keskimääräiseen EMG-aktiviteettiin. (Geisser ym. 2005.) Maastohiihtäjät joutuvat kokemaan lihasperäistä kipua usein kovan harjoittelun ja kilpailun johdosta. Näin ollen he voivat olla tottuneempia kipuun, kuin inaktiiviset henkilöt. Tämä mahdollisesti vaikuttaa myös siihen, ettei kipuun liittyvä pelko ole heillä yhtä voimakas eikä saa aikaan samanlaisia muutoksia dynaamisessa EMG-tutkimuksessa.

Maastohiihtäjät kokevat selkäkipujen haittaavan oleellisesti harjoittelemista, valmistautumista kilpailusuorituksiin sekä itse kilpailusuoritusta (Eriksson ym. 1996). Tässä tutkimuksessa aiemmat selkäoireet olivat yhteydessä sekä ranking-sijoitukseen että harjoitustuntimäärään. Koettu selkäkipu saattaa aiheuttaa sen, että maastohiihtäjä alkaa pelätä tulevaa kipua esimerkiksi kilpailusuorituksen tai harjoituksen aikana. Tutkimuksessa selkäkipuisten maastohiihtäjien kivut olivat varsin lieviä. Jo lievä kipu aiheuttaa kuitenkin suuremman haitan maastohiihtäjälle kuin tavalliselle ihmiselle. Koska kivun voimakkuus oli alhainen ja ryhmien väliset erot myös kivun voimakkuuden osalta pienet, saattaa tämä osaltaan vaikuttaa siihen, miksi funktio-EMG-

muuttujien välillä ei ollut eroja selkäkipuisten ja terveiden välillä. Jatkossa tulee vielä selvittää, kuinka pieniä muutoksia mittarilla on mahdollista havaita ja kuinka käyttökelpoinen se on lievien selkäkipujen osalta.

EMG:llä mitatuista koehenkilöistä molemmissa ryhmissä oli yhtä paljon miehiä ja naisia. Samoin keski-ikä ja rankingsijoituksen mukaan nämä ryhmät olivat lähes tasavertaiset. Tutkimusjoukossa oli vain neljä oireetonta, minkä takia ryhmien vertailu keskenään oli vaikeaa. Koska koehenkilöiden lukumäärä oli ylipäätään koko tutkimusjoukossa pieni, oli tilastollisten menetelmien ja johtopäätösten mahdollisuus rajallinen. Koska mittauksia suoritettiin eri puolilla Suomea eri mittaajien toimesta, saattaa mittauksiin liittyä myös ylimääräistä hajontaa. Myös epäonnistuneita mittauksia oli mukana ja nämä karsiutuivat joukosta. Tämä pienensi entisestään tutkimusjoukkoa.

Funktio-EMG-mittarin sensitiivisyyttä ja spesifisyyttä ei ole selvitetty tutkimuksissa. Myös toistettavuutta on analysoitu vain korrelaatioiden avulla. Näihin seikkoihin tulisi jatkotutkimuksissa kiinnittää huomiota, jotta voitaisiin paremmin arvioida mittarin käyttökelpoisuutta. Kun on vertailtu pinta-EMG:llä tehtyjä tutkimuksia selkäpotilailla, on kuitenkin todettu, että fleksio-relaksaatio-mittaus tuottaa yhdenmukaisen ja vahvan ryhmäeron selkäkipuisten ja kontrollien välillä. Mittauksen sensitiivisyyttä ja spesifisyyttä voidaan vielä parantaa lisämittauksilla, kuten lannerangan liikkuvuuden mittauksella. (Geisser ym. 2005.) Kyse on kuitenkin herkästi säätyvien fysiologisten ilmiöiden seuraamisesta ja rekisteröinnistä ja syvimmillään siitä, kuinka herkästi tutkittavan aistikoneisto tunnistaa olemassa olevan tai kehittyvän haitan ja milloin se johtaa mitattavaan toiminnan muutokseen. Näin pienessä ja homogeenisessa aineistossa mittarilla ei kyetty saamaan tilastollisesti merkitseviä eroja terveiden ja selkäkipuisten maastohiihtäjien välille.

Tämän tutkimuksen perusteella funktio-EMG-arvot eivät ole yhteydessä selkävaivoihin maastohiihtäjillä. Tuloksiin pitää kuitenkin suhtautua varauksella tutkittavien henkilöiden pienestä määrästä johtuen.

LÄHTEET

Boden S.C. & Wiesel S.W. 1990. Lumbosacral segmental motion in normal individuals. Have we been measuring instability properly? *Spine* 15, 571-576.

Brumagne S., Cordo P., Lysens R., Verxchueren S. & Swinnen S. 2000. The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine* 25, 989-994.

Byl N.N. & Sinnot P.L. 1991. Variations in balance and body sway in middle-aged adults. subjects with healthy backs compared with subjects with low-back dysfunction. *Spine* 16, 325-330.

Campello M., Nordin M. & Weiser S. 1996. Physical exercise and low back pain. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport* 6, 63-72.

Cettina R. & Reale R. 1998. Overload pathology and traumatic lesions in cross country skiing. *Journal of Sports Traumatology and Related Research* 20,156-162.

Cholewicki J., Panjabi M.M.& Khachatryan A. 1997. Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spinal posture. *Spine* 22, 2207-2212.

Deyo R.A. 1988. Measuring the functional status of patients with low back pain. *Archives of physical Medicine & Rehabilitation* 69, 1044-1053.

Deyo R.A., Battie M., Beurskens A.J.H.M., Bombardier C., Croft P., Koes B., Malmivaara A., Roland M., Von Korff M. & Waddell G. 1998. Outcome measures for low back pain research. A proposal for standardized Use. *Spine* 23, 2003-2013.

Dworkin R.H., Turk D.C., Farrar J.T., Haythornthwaite J.A., Jensen M.P., Katz N.P., Kerns R.D., Stucki G., Allen R.R., Bellamy N., Carr D.B., Chandler J., Cowan P., Dionne R., Galer B.S., Hertz S., Jadad A.R., Kramer L.D., Manning D.C., Martin S., McCormick C.G., McDermott M.P., McGrath P., Quessy S., Rappaport B.A., Robbins W., Robinson J.P., Rothman M., Royal M.A., Tollet J., Wernicke J. & Witter J. 2005. Core outcome measures for chronic pain clinical trials: IMMPACT Recommendations. *Pain* 113, 9-19.

Eriksson K., Nemeth G. & Eriksson E. 1996. Low back pain in elite cross-country skiers. A retrospective epidemiological study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 6, 31-35.

Frymoyer J.W., Pope M.H. & Kristiansen T. 1982. Skiing and spinal trauma. *Clinics in Sports Medicine* 1, 309-318.

Geisser M.E., Haig A.J., Wallbom A.S. & Wiggert E.A. 2004. Pain-related fear, lumbar flexion, and dynamic EMG among persons with chronic musculoskeletal low back pain. *Clinical Journal of Pain* 20, 61-69.

- Geisser M.E., Ranavaya M., Haig A.J., Roth R.S., Zucker R., Ambroz C. & Caruso M. 2005 A Meta-analytic review of surface electromyography among persons with low back pain and normal, healthy controls. *The Journal of Pain* 6, 711-726.
- Granata K.P. & Marras W.S. 2000. Cost-benefit of muscle cocontraction in protecting against spinal instability. *Spine* 25, 1398-1404.
- Granata K.P. & Orishimo K.F. 2001. Response of trunk muscle coactivation to changes in spinal stability. *Journal of Biomechanics* 34, 1117-1123.
- Grönblad M., Hurri H. & Kouri J-P. 1997. Relationships between spinal mobility, physical performance tests, pain intensity and disability assessments in chronic low back pain patients. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 29, 17-24.
- Heliövaara M., Mäkelä M., Sievers K., Melkas T., Aromaa A., Knekt P., Impivaara O., Aho K. & Isomäki H. 1993. Musculoskeletal diseases in Finland. *Kansaneläkelaitoksen julkaisu* AL:35.
- Hides J.A., Jull G.A. & Richardson C.A. 1996. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine* 21, 2763-2769.
- Hodges P.W. & Richardson C.A. 1996. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 21, 2640-2650.
- Hodges P.W. & Richardson C.A. 1999. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 80, 1005-1012.
- Hodges P.W. 2000. The role of the motor system in spinal pain: implications for rehabilitation of the athlete following lower back pain. *Journal of Science & Medicine in Sport* 3, 243-253.
- Hodges P.W. & Moseley G.L. 2003. Pain and motor control of the lumbopelvic region: Effect and possible mechanisms. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 13, 361-370.
- Jull G.A. & Richardson C.A. 2000. Motor control problems in patients with spinal pain: A new direction for therapeutic exercise. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 23, 115-117.
- Kankaanpää M. 1999. Lumbar muscle endurance in the assessment of physical performance capacity of low back pain patients. *Kuopio University Publications D. Medical Sciences* 172.
- Kaigle A.M., Wessberg P. & Hansson T.H. 1998. Muscular and kinematic behaviour of the lumbar spine during flexion-extension. *Journal of Spinal Disorders* 11, 163-174.

Kuukkanen T. 2000. Therapeutic exercise programs and subjects with low back pain. A controlled study of changes in function, activity and participation. Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä 2000.

Lindgren K.A., Sihvonen T., Leino E., Pitkänen M. & Manninen H. 1993. Exercise therapy effects on functional radiographic findings and segmental electromyographic activity in lumbar spine instability. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 74, 933-939.

Lindsay D.M., Meeuwisse W.H., Vyse A., Mooney M.E. & Summenrises J. 1993. Lumbosacral dysfunction in elite cross country skiers. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy* 18, 580-585.

Luoto S., Aalto H., Taimela S., Hurri H., Pyykkö I. & Alaranta H. 1998. One-footed and externally disturbed two-footed postural control in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. *Spine* 23, 2081-2090.

Mahlamäki S. 1987. Nuorten hiihtäjien selkävivot ja -löydökset. Poikkileikkaus- ja seuruutkimus pohjoissavolaisten 10-16-vuotiaiden hiihtäjien ja verrokkien selkävivoista ja -löydöksistä ja niihin liittyvistä tekijöistä. Kuopion yliopiston julkaisuja 15/1987. Kuopion yliopiston painatuskeskus.

Mahlamäki S., Soimakallio S. & Michelsson J.E. 1988. Radiological findings in the lumbar spine of 39 young cross-country skiers with low back pain. *International Journal of Sports Medicine* 9, 196-197.

Moseley G.L., Nicholas M.K. & Hodges P.W. 2004. Does anticipation of back pain predispose to back trouble? *Brain* 127, 2339-2347.

O'Sullivan P.B., Twomey L. & Allison G.T. 1997. Dynamic stabilizing of the lumbar spine. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine* 9, 315-330.

Panjabi M.M. 1992. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation and enhancement. *Journal of Spinal Disorders* 5, 383-389.

Radebold A., Cholewicki J., Panjabi M.M. & Patel T. 2000. Muscle response pattern to sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. *Spine* 25, 947-954.

Renström P. & Johnson R.J. 1989. Cross-country skiing injuries and biomechanics. *Sports Medicine* 8, 346-370.

Ronsen O. 2003. Medical aspects of cross country skiing. Teoksessa Heikki Rusko (toim.) *Cross Country Skiing*. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 101-140.

Sihvonen T., Partanen J. & Hänninen O. 1988. Averaged (rms) surface EMG in testing back function. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 28, 335-339.

- Sihvonen T. & Partanen J. 1990. Segmental hypermobility in lumbar spine and entrapment of dorsal rami. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 30, 175-180.
- Sihvonen T., Partanen J., Hänninen O. & Soimakallio S. 1991. Electric behaviour of low back muscles during pelvic rhythm in low back pain patients and healthy controls. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 72, 1080-1087.
- Sihvonen T. 1995. Low back pain, paraspinal EMG and forgotten dorsal rami. *Kuopion yliopiston julkaisu D. Lääketiede* 75.
- Sihvonen T., Lindgren K.A., Airaksinen O., Leino E., Partanen J. & Hänninen O. 1995. Dorsal ramus irritation associated with recurrent low back pain and its relief with local anesthetic or training therapy. *Journal of Spinal Disorders* 8, 8-14.
- Sihvonen T. 1997. Flexion relaxation of the hamstring muscles during lumbar-pelvic rhythm. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 78, 486-490.
- Sihvonen T., Tervonen O., Myllykangas-Luosujärvi R., Suomalainen O., Luukkonen M., Merikanto J. & Vanharanta H. 1997a. Selkäkipu. Mysteerio avautumassa – käytäntö yhtenäistymässä. *Suomen Lääkärilehti* 32, 3721-3732.
- Sihvonen T., Lindgren K.A., Airaksinen O. & Manninen H. 1997b. Movement disturbances of the lumbar spine and abnormal back muscle electromyographic findings in recurrent low back pain. *Spine* 22, 289-295.
- Sihvonen T., Huttunen M., Makkonen M. & Airaksinen O. 1998. Functional changes in back muscle activity correlate with pain intensity and prediction of low back pain during pregnancy. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 79, 1210-1212.
- Silfies S.P., Squillante D., Maurer P., Westcott S. & Karduna A.R. 2005 Trunk muscle recruitment patterns in specific chronic low back pain populations. *Clinical Biomechanics* 20, 465-473.
- Vezina M.J. & Hubley-Kozey C.L. 2000. Muscle activation in therapeutic exercises to improve trunk stability. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 81, 1370-13