



**PIRKANMAAN  
AMMATTIKORKEAKOULU**

## **OLKAPÄÄN IMPINGEMENT-SYNDROOMAN FYSIOTERAPIA**

**Näyttöön ja kirjallisuuteen perustuvat suositukset voima- ja liikkuvuusharjoitteluun sekä neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamiseen**

**Alexi Isomäki  
Sakke Väänänen**

Opinnäytetyö  
Elokuu 2009  
Fysioterapian koulutusohjelma  
Pirkanmaan ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Pirkanmaan ammattikorkeakoulu  
Fysioterapian koulutusohjelma

ISOMÄKI, ALEKSI & VÄÄNÄNEN, SAKKE:

Olkapään impingement-syndrooman fysioterapia – Näyttöön ja kirjallisuuteen perustuvat suositukset voima- ja liikkuvuusharjoitteluun sekä neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamiseen.

Opinnäytetyö 104 s  
Elokuu 2009

---

Olkapään impingement-syndrooma on olkapään yleisin vaiva ja se on usein hoidettavissa konservatiivisesti. Impingement-syndrooman fysioterapiassa käytettävät keinot vaihtelevat paljon, eivätkä hoitolinjat ole yhtenäisiä. Tämän työn tavoitteena oli kehittää impingement-syndrooman fysioterapiaa tekemällä näyttöön ja kirjallisuuteen perustuvat suositukset voima-, liikkuvuus- ja neuromuskulaarisen kontrollin harjoitteluun.

Tämä opinnäytetyö on teoreettinen tutkimus. Teoriatietoa on haettu useista tietokannoista ja olkapään impingementiin liittyen käytiin läpi noin 600 artikkelia, joista karsittiin työn kirjoitukseen käytettävät artikkelit. Olkapään impingement-syndrooma voi johtua rakenteellisista ja toiminnallisista syistä. Fysioterapialla voidaan vaikuttaa tehokkaasti toiminnallisiin syihin, jotka jaamme lapa- ja olkaluun liikehäiriöihin. Suositeltavat voimaharjoitteet valittiin harjoitteen EMG-aktiivisuuden, vertailututkimusten ja impingement-potilaalle biomekaanisen soveltuvuuden perusteella. Liikkuvuusharjoitteet valittiin vertailututkimusten ja biomekaniikan perusteella. Neuromuskulaarisen kontrollin häiriöiden harjoitteet on kohdistettu impingement-potilailla tehdyistä tutkimuksista ja kirjallisuudesta löytyneiden liikehäiriöiden perusteella. Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamisen teoriaa hyödynnettiin harjoitteiden valinnassa.

Tässä opinnäytetyössä annetaan suositukset voima- ja liikkuvuusharjoitteluun sekä neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamiseen impingement-potilaille. Voima- ja liikkuvuusharjoittelun osalta suositukset annetaan harjoittelun frekvenssiin, määriin, palautumisaikoihin, progressioon, harjoittelun metodeihin ja harjoitusliikkeisiin. Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittelun osalta annetaan suositukset harjoittelumääriin, progressioon, harjoitteiden muunteluun ja harjoitusliikkeisiin. Suositeltavat liikkeet ovat havainnollistettu valokuvina opinnäytetyön yhteyteen.

Fysioterapiatutkimuksissa tulee esittää tarkasti käytetyt tutkimusmenetelmät, kuvata harjoitteet ja suoritukseen liittyvät tiedot. Näin ei kuitenkaan aina tehdä, mikä vaikuttaa tutkimuksen laatuun ja käytettävyyteen. Jotta saadaan toteutettua näyttöön perustuvaa fysioterapiaa ja kehitettyä fysioterapiaa alana, täytyy käytettyjen harjoitteiden olla hyvin perusteltuja. Esittämiämme suosituksia voidaan käyttää impingement-potilaan fysioterapiassa ja jatkotutkimuksessa.

---

Asiasanat: Impingement-syndrooma, fysioterapia, terapeutinen harjoittelu, voimaharjoittelu, liikkuvuusharjoittelu, neuromuskulaarinen kontrolli, liikehäiriö.

## ABSTRACT

Pirkanmaan ammattikorkeakoulu  
Pirkanmaa University of Applied Sciences  
Degree Programme in Physiotherapy

ISOMÄKI, ALEKSI & VÄÄNÄNEN, SAKKE:

Physiotherapy of the shoulder impingement syndrome – Evidence and literature based recommendations for strength and mobility training and improving neuromuscular control.

Bachelor's thesis 104 pages  
Autumn 2009

---

Shoulder impingement syndrome is the most common problem of the shoulder girdle and it can often be treated conservatively. Physiotherapy intervention strategies differ from each other considerably and there is no clear treatment guideline for treating shoulder impingement syndrome. The objective of this bachelor's thesis was to improve physiotherapy of the shoulder impingement syndrome by stating evidence and literature based recommendations for strength and mobility training and improving neuromuscular control.

This bachelor's thesis is a theoretical study. Literature and studies on this study is gathered from different databases and approximately 600 articles were found about shoulder impingement syndrome. Shoulder impingement can be caused by anatomical and functional reasons. Functional reasons (humeral or scapular movement impairment) can be treated effectively by physiotherapy. Recommendations for strength training were selected on the basis of EMG-activity, comparison studies and biomechanical suitability for impingement patient. Mobility exercises were selected on the basis of comparison studies and biomechanical suitability. Literature and studies about neuromuscular control deficiencies were used to aim neuromuscular control exercises.

Evidence and literature based recommendations for strength and mobility training and improving neuromuscular control for impingement patients are given. For strength and mobility training recommendations for frequency, sets, repetitions, progression, methods and exercises are provided. For improving neuromuscular control recommendations for frequency, variables to manipulate exercises, progression and exercises are given. Exercises are illustrated in pictures.

To improve evidence based physiotherapy exercises must be well reasoned in studies and in everyday professional practice. Our recommendations can be used in the treatment of patients suffering from impingement syndrome and in further studies.

---

Keywords: Impingement syndrome, physiotherapy, therapeutic exercise, strength training, mobility training, neuromuscular control, movement impairment syndrome.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
1.1 Opinnäytetyön aihe.....	6
1.2 Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset .....	7
1.3 Tiedonhankintamenetelmät, toteutus ja toiminnallinen osuus .....	8
2 OLKAPÄÄN IMPINGEMENT-SYNDROOMA.....	13
2.1 Impingement-syndrooman rakenteelliset syyt .....	16
2.2 Impingement-syndrooman toiminnalliset syyt.....	19
2.2.1 Olkaluun liikehäiriöt impingement-syndrooman aiheuttajana.....	20
2.2.2 Lapaluun liikehäiriöt impingement-syndrooman aiheuttajana .....	22
3 IMPINGEMENT JA NEUROMUSKULAARINEN KONTROLLI .....	29
3.1 Olkapään passiiviset stabiloivat rakenteet.....	30
3.2 Olkapään aktiiviset stabiloivat rakenteet .....	31
3.2.1 Feedback ja feed-forward –mekanismit.....	32
3.2.2 Proprioseptiikka .....	34
3.2.3 Motoriset radat ja säätelykeskukset.....	35
3.3 Neuromuskulaarisen kontrollin häiriön kehittyminen .....	37
3.4 Impingement-syndrooma ja proprioseptiikka .....	41
3.5 Nivelvaurio ja muuttunut neuromuskulaarinen vaste.....	42
4 TERAPEUTTISEN HARJOITTELUN VAIKUTTAVUUS JA KEINOT IMPINGEMENT-SYNDROOMASSA.....	44
4.1 Impingement-syndrooman terapeuttisen harjoittelun vaikuttavuus .....	44
4.2 Impingement-syndrooman terapeuttisen harjoittelun yleiset periaatteet .	45
4.3 Voimaharjoittelu impingement-syndroomassa.....	47
4.4 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittaminen impingementissä.....	48
4.4.1 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittelun metodit .....	49
4.4.2 Kinesioiteippauksen käyttäminen impingement-potilailla.....	50
4.5 Avoimen ja suljetun kineettisen ketjun harjoitteet olkapään fysioterapiassa.....	50
4.6 Liikkuvuusharjoittelu impingement-syndroomassa .....	51

5 SUOSITUKSET TERAPEUTTISEEN HARJOITTELUUN IMPINGEMENT-SYNDROOMASSA .....	53
5.1 Voima- ja venyttelyharjoitteiden toistomäärät impingement-potilaille .....	54
5.2 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittaminen impingement-potilailla .....	55
5.2.1 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamisen intensiteetti .....	56
5.2.2 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamisen progressio .....	57
5.3 Suositeltavia neuromuskulaarisen kontrollin harjoitteita .....	60
5.3.1 Lapaluun optimaalisen asennon opettaminen .....	60
5.3.2 Lapaluun kontrollin harjoittaminen .....	62
5.3.3 Fysioterapian alkuvaiheen terapeuttisia harjoitteita .....	64
5.3.4 Asentotunnon harjoittaminen .....	65
5.3.5 Dynaamisen stabilaation harjoitteita .....	66
5.3.6 Perturbaatioharjoitteita .....	67
5.3.7 Plyometriaharjoitteita .....	68
5.3.8 Suositeltavia teippauksia motorisen kontrollin harjoittamiseen .....	70
5.4 Suositeltavia liikkuvuusharjoitteita .....	71
5.5 Suositeltavia voimaharjoitteita .....	73
5.5.1 Musculus supraspinatuksen harjoittaminen .....	73
5.5.2 Musculus infraspinatuksen sekä musculus teres minorin harjoittaminen .....	75
5.5.3 Musculus subscapulariksen harjoittaminen .....	77
5.5.4 Musculus deltoideuksen harjoittaminen .....	78
5.5.5 Musculus serratus anteriorin harjoittaminen .....	79
5.5.6 Musculus trapeziuksen harjoittaminen .....	82
5.5.7 Musculus rhomboideusten harjoittaminen .....	84
5.6 Muita harjoittelussa huomioon otettavia tekijöitä .....	85
5.7 Johtopäätökset suosituksista .....	86
6 POHDINTA .....	88
LÄHTEET .....	94

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Opinnäytetyön aihe

Opinnäytetyömme aihe on olkapään impingement -syndrooman terapeuttinen harjoittelu. Idean opinnäytetyön aiheeksi saimme fysioterapeutti, OMT-erikoistuva Heidi Auviselta. Hänen käytännön työssä saamansa kokemus on, että olkapään impingement-potilaat lähetetään turhan helposti leikkaushoitoon. Tästä aiheesta oli keskustelua myös SOMTY:n (Suomen Ortopedisen Manuaalisen Terapian Yhdistys) syysopintopäivillä 2008, johon osallistuimme saadaksemme asiantuntijoiden näkemyksen impingement-syndrooman fysioterapiasta. Syysopintopäivillä dosentti Karl-August Lindgren (2008) totesi, että olkapään impingement-syndrooma on melkein aina konservatiivisesti hoidettavissa. Tästä kiinnostuksemme heräsi ottaa selvää, mitä impingement-syndrooman konservatiivista hoitoa tukevia tutkimuksia tällä hetkellä löytyy. Löysimme aiheesta tutkimuskatsauksia ja tutkimuksia, emmekä nähneet tarpeelliseksi toistaa jo tuotettua tietoa, joten rajasimme aiheitamme edelleen.

Nyt kiinnostuksemme oli fysioterapian keinot impingementin fysioterapiassa. Halusimme edelleen rajata aiheitamme ja koska terapeuttisen harjoittelun vaikuttavuudesta puhuttiin löytämissämme näytönastekatsauksissa, rajasimme opinnäytetyön aiheemme siihen. Katsauksissa ja tutkimuksissa ei kuitenkaan kerrottu tutkimuksissa toteutetun terapeuttisen harjoittelun keinoista. Myös LT, ortopedi Mika Paavola (2008) totesi SOMTY:n syysopintopäivillä, että hoitokäytännöt vaihtelevat paljon. Hän totesi myös, että tutkimuksissa on huonosti määritelty konservatiiviset hoitokeinot ja että ne riippuvat paljon myös fysioterapeutista (Paavola 2008). Tämän takia kiinnostuimme selvittämään, minkälaista terapeuttista harjoittelua voidaan suositella tutkimusten mukaan ja miten fysioterapiakäytäntöjä voisi selkiyttää. Rajasimme edelleen pienemmäksi opinnäytetyömme lopullisen aiheen: ottaa selvää minkälaisia liikehäiriöitä olkapään impingement-syndrooman yhteydessä ilmenee, mistä ne johtuvat ja minkälaista terapeuttista harjoittelua niiden korjaamiseksi olisi suositeltavaa ohjata fysioterapiassa.

## 1.2 Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tavoite: kehittää impingement-syndrooman fysioterapiaa voima- ja liikkuvuusharjoittelun ja neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamisen osalta perustelemalla harjoitteet tutkimuksiin ja kirjallisuuteen perustuen.

Opinnäytetyön tarkoitus: tehdä näyttöön ja kirjallisuuteen perustuvat suositukset voima- ja liikkuvuusharjoitteluun sekä neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamiseen impingement-syndroomassa. Yhtenä tarkoituksena on myös havainnollistaa suositeltavat harjoitteet kuvina tekstin yhteyteen.

Pyrimme vastaamaan opinnäytetyössämme seuraaviin kysymyksiin:

1. Mitä tarkoitetaan olkapään impingement-syndroomalla ja mistä se voi aiheutua?
2. Onko impingementin terapeuttisesta harjoittelusta hyötyä? Mitä impingementin terapeuttista harjoittelua tukevia tutkimuksia löytyy tällä hetkellä olevista tutkimuskatsauksista?
3. Mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon harjoitettaessa terapeuttisen harjoittelun keinoin impingement-potilasta?
4. Miten impingement-potilaan fysioterapian tulisi edetä tämänhetkisen kirjallisuuden mukaan?
5. Minkälaisia liikehäiriöitä olkapään impingement-syndrooman yhteydessä ilmenee? Miten liikkeen kontrollia tulisi harjoittaa?
6. Minkälainen terapeuttinen harjoittelu on tehokkainta olkapään impingement-syndroomasta kärsivälle? Mikä lihasharjoite on tehokkain tiettyä lihasta harjoitettaessa? Minkälainen liikkuvuusharjoittelu on tehokkainta olkapään impingement-syndroomasta kärsivälle?

### 1.3 Tiedonhankintamenetelmät, toteutus ja toiminnallinen osuus

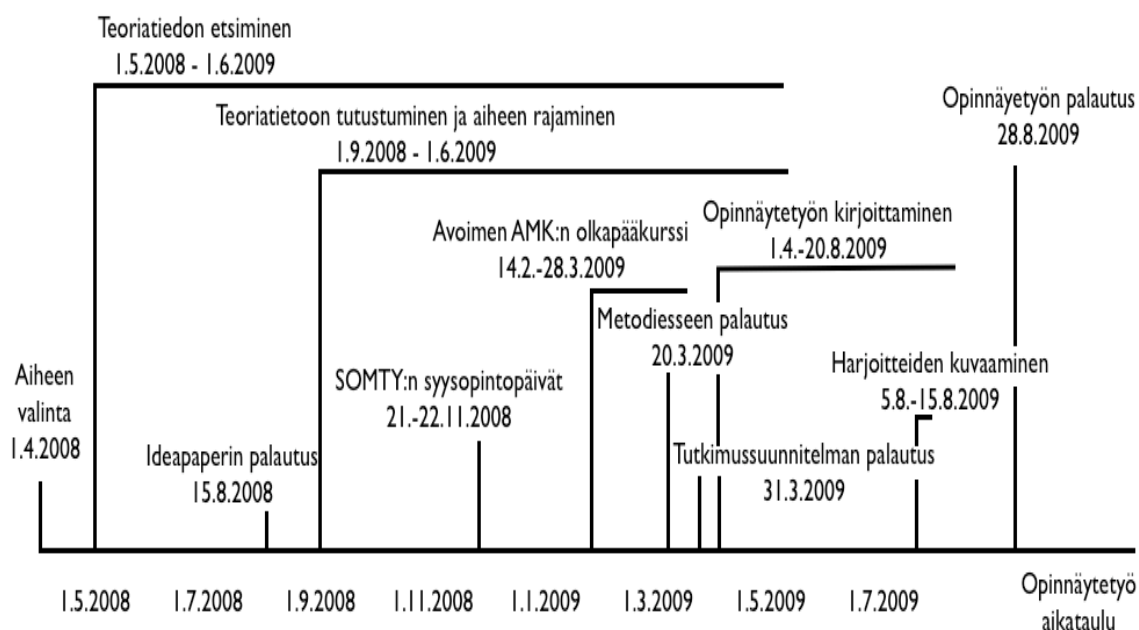
Opinnäytetyömme on pääosin teoreettinen tutkimus, joka sisältää myös pienen toiminnallisen osuuden. Olemme pyrkineet tutustumaan monipuolisesti eri lähteisiin aihealueestamme sekä hankkimaan ajanmukaisinta tietoa olkapään impingement-syndrooman terapeuttisesta harjoittelusta. Näiden tietojen pohjalta teemme näyttöön ja kirjallisuuteen perustuvat suositukset impingement-syndrooman terapeuttiseen harjoitteluun.

Näyttöön perustuva terapian on esitetty sisältävän seuraavat komponentit: 1) potilaan arvot, 2) parhaat tutkimukselliset perustat terapialle ja 3) hoidollinen kokeneisuus, koulutus ja asiantuntemus (Sackett ym. 1996, 71-72). Pyrimme tässä työssä ottamaan huomioon erityisesti parhaat tutkimukselliset perustat tekemiimme suosituksiin.

Tutkimuksen aineisto koostuu aiemmin tehdyistä tutkimuksista, niiden analysoinnista, jäsentämisestä ja uudelleen tulkinnasta. Tämä vaatii tekijältään laajaa tutustumista aiheeseen ja kykyä systemaattiseen ajatteluun ja asioiden yhdistelyyn. Teoreettisen tutkimuksen aiheen tulee olla tarkasti rajattu. Rajatusta alueesta on syytä lukea keskeiset tutkimukset sekä niistä käydyt keskustelut. Teoreettisessa tutkimuksessa tulee kyetä yhdistelemään luettua tietoa, jäsentämään, tulkitsemaan ja analysoimaan tehtyjä tutkimuksia. (Koivula, Suihko & Tyrväinen 2003, 15-16.)

Koska opinnäytetyö on pääosin teoreettinen, olemme käyttäneet runsaasti aikaa lähteiden etsintään ja niihin tutustumiseen. Olemme osallistuneet syksyllä 2008 SOMTY:n ja SMLY:n järjestämille syysopintopäiville, jossa oli aiheena yläraajaongelmat ja niiden fysioterapia. Osallistumme myös keväällä 2009 PIRAMK:in järjestämälle avoimen AMK:n ”Olkapääongelmaisen potilaan fysioterapia” –kurssille. Lisäksi olemme kesän 2008 – kevään 2009 aikana tutustuneet laajaan tutkimusaineistoon olkapään impingement-syndrooman fysioterapian alueelta. Kuviossa 1 on havainnollistettu opinnäytetyön prosessi aikajanana.





KUVIO 1. Opinnäytetyön aikataulu.

Tiedonhankinnassa tulee olla erittäin kriittinen, eikä mitään varmana tietona esitettyä kannata omaksua kriittittömästi. Mahdollisimman ajankohtainen tieto on luotettavinta ja lisäksi tiedon luotettavuuteen vaikuttaa tiedon tuottajan kaupallisuus tai aatteellinen tausta, jotka voivat vaikuttaa tiedon tarkoitukseen. Tiedonlähdeä tulee aina vertailla vastaaviin tutkimuksiin ja tuoda kilpailevat teoriat esiin. Erityisesti Internet -lähteiden kanssa täytyy olla varovainen. (Koivula ym. 2003, 74-75.)

Teoriatietoa ja tutkimuksia on haettu kirjallisuuskatsauksen periaatteita soveltaen. Olemme käyttäneet tiedonhankinnassa hyväksi kirjaston palveluita, tietokantoja (esim. EBSCO, ScienceDirect, PubMed, Cochrane), Internetin hakukoneita sekä luentoja. Lisäksi olemme käyneet läpi fysioterapia-alan arvostetuista lehdistä, Manual Therapy ja Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, vähintään viimeisen kymmenen vuoden ajalta aiheeseemme liittyvät artikkelit. Näin saamme mahdollisimman laajalta skaalalta haettua tutkimustietoa.

Tutkimuksessa tulee pyrkiä käyttämään aina alkuperäistä lähdettä, mikä on hyvän tutkijan ominaisuus (Hakala 2004, 92). Olemme pyrkineet käyttämään alkuperäisiä tutkimusartikkeleita ja vertaamaan samasta aiheesta tehtyjen tutkimusten tuloksia. Olemme saaneet myös suoraan tutkijoilta sähköpostin

välityksellä tutkimuksia, joihin emme olisi muutoin päässeet käsiksi. Suurin osa käyttämistämme lähteistä on 2000-luvulla julkaistuja emmekä ole käyttäneet yhtään Internet-lähdettä.

Tiedonhankinnassa voi käyttää eri tiedonhankinnan menetelmiä. Tiedonhankinnan menetelmiä voi korjata ja tarkentaa tiedon kartuttua. (Tuomi, 2007, 17-18.) Hakusanoina tietokannoissa olemme käyttäneet mm. shoulder impingement, impingement syndrome, kinetic control / motor control AND shoulder, shoulder EMG / electromyography, shoulder biomechanics, shoulder rehabilitation, conservative treatment AND shoulder. Hakuja on laajennettu näillä hakusanoilla löydettyjen artikkeleiden "related articles" -haulla sekä artikkeleissa olleiden kirjoittajien ja tutkijoiden nimillä (esim. Comerford, Cools, Kibler, Ludewig, McClure, Michener, Mottram, Reinold, Sahrman, Wilk).

Olkapään impingement-syndroomaa on tutkittu paljon. Tutkimuksia, joista lähdimme karsimaan opinnäytetyöhömmä sopivimmat tutkimukset, oli aluksi yhteensä hieman vajaa 600 kappaletta. Tarkastelimme tutkimuksia rajaamamme opinnäytetyön aiheen perusteella. Tarvitsimme tietoa esimerkiksi seuraavista aihealueista: mistä impingement johtuu, olkapään biomekaniikasta (erityisesti impingementiin liittyen), lapaluun ja olkaluun liikehäiriöistä impingement -syndrooman yhteydessä, impingementiin liittyvästä kipumekanismista, olkapäätä stabiloivista rakenteista, motorisesta kontrollista ja sen harjoittamisesta, asentosymmetrian yhteydestä impingementiin, olkapään alueen lihasten venyttelystä impingement-syndroomassa, spesifien lihasharjoitteiden EMG-tutkimuksia, harjoittelun progressiivisuudesta sekä olkapään rakenteiden spesifeistä venytyksistä.

Suositteluvat harjoitteet valitaan ongelmälähtöisyyden kautta. Tämä tarkoittaa sitä, että selvitämme ensin impingement-syndroomassa esiintyvät ongelmat, ja etsimme niihin tehokkaimmat terapeuttiset harjoitteet. Impingementin terapeuttisessa harjoittelussa terapeutin tulee ottaa huomioon biomekaanisesti kuormittavat seikat (Porterfield & DeRosa 2004, 214). Tämä on ollut yksi tärkeä kriteeri suosittelimme harjoitteiden valinnassa. Impingement-syndrooman yhteydessä olevat liikehäiriöt ja biomekaanisesti kuormittavat seikat esitellään tämän työn teoriaosuudessa.

Voimaharjoitteiksi olemme valinneet lihaskohtaisesti EMG-aktiivisimmat harjoitteet, joita on perusteltua harjoittaa impingement-potilailla. Electromyografia (EMG) on lihaksen sähköisen aktiviteetin mittaamista. Mittaamisella saadaan tietoa tahdonalaisesta tai reflektorisesta liikkeestä, sekä lihaksen aktiviteettitasosta liikkeen aikana. (Hamill & Knutzen 2003, 81-82.) Harjoitteen on oltava myös biomekaanisesti soveltuva impingement-potilaalle, mikä saattaa rajata EMG-aktiivisimman harjoitteen työn ulkopuolelle. Suosittelemamme liikkuvuusharjoitteet ovat valittu usein impingement-syndroomassa esiintyvien liikerajoitusten perusteella. Olemme jättäneet pois sellaiset liikkuvuusharjoitteet, jotka eivät biomekaanisesti ole suositeltavia impingement-potilaille. Työssä esitellään myös suositukset voima- ja liikkuvuusharjoitteiden progressioon, toistomääriin, sarjoihin, palautumisaikoihin ja harjoitusliikkeisiin.

Neuromuskulaarisen kontrollin häiriöiden harjoitteet olemme kohdistaneet impingement-potilailla tehdyistä tutkimuksista ja kirjallisuudesta löytyneiden liikehäiriöiden perusteella. Tältä alueelta ei ole niin tarkkaa tutkimustietoa eikä vertailututkimuksia, että pystyisimme valitsemaan spesifimmän harjoitteen tiettyyn ongelmaan. Annamme kuitenkin suositukset (progressioon, harjoitteiden muunteluun ja liikkeisiin), jotka pohjautuvat teoriaan, tutkittuun tietoon ja motorisen kontrollin harjoittamisen menetelmiin. Neuromuskulaarisen kontrollin teoreettinen pohja käydään läpi työn teoriaosuudessa ja sitä hyödynnetään harjoitteiden valinnassa.

Havainnollistamme suosittelemamme harjoitteet valokuvina opinnäytetyön toiminnallisena osuutena. Toiminnallinen osuus on tarkoitus toteuttaa opinnäytetyön loppuvaiheessa teoriaosuuden valmistuttua. Kuvat tulevat olemaan opinnäytetyön tekstin lomassa viimeisessä kappaleessa, jossa esitellään tutkimukset ja omat perustelumme, joiden pohjalta valitsemme harjoitteet.

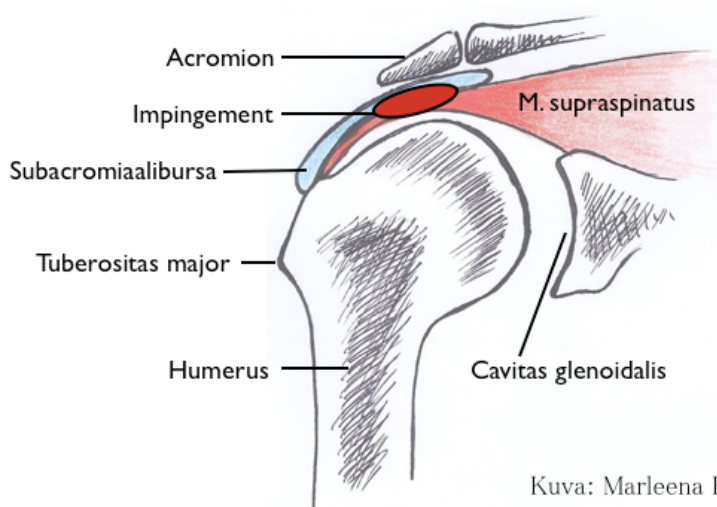
Opinnäytetyömme kohderyhmänä ajattelemme valmiita fysioterapeutteja ja fysioterapeuttiopiskelijoita. Koemme tällaisesta opinnäytetyöstä olevan hyötyä myös fysioterapeuteille käytännön työhön harjoitteiden valintaan impingement-potilaille. Esimerkiksi Johanssonin (2004, 1-2) väitöskirjassa nousi esille, että

fysioterapeuttien valitsemat fysioterapian keinot ovat heille itselleen epäselviä ja että he ovat epävarmoja niiden vaikuttavuudesta. Samaisessa väitöskirjassa käy ilmi, että fysioterapeuttien on vaikea yhdistää käyttämiään terapiakeinoja olemassa olevaan tieteelliseen perustaan (Johansson 2004, 49-50).

## 2 OLKAPÄÄN IMPINGEMENT-SYNDROOMA

Olkapään impingement-syndrooma on olkapään yleisin vaiva (Lewis, Green & Dekel 2001, 458; Michener, McClure & Karduna 2003, 369; Paavola, Remes & Paavolainen 2007, 4633). Olkapääpotilaista 44-65 prosentilla todetaan olkapään pinneoireyhtymä (McClure, Michener & Karduna 2006, 1077). Impingement-syndrooma voi johtua useista eri syistä, jotka voivat esiintyä yhdessä tai erikseen (Lewis ym. 2001, 458). Impingement-syndroomaan johtavia syitä ovat subacromiaalisen bursan ja jänteiden tulehdukset sekä degeneraatio, heikot hartiaarenkaan lihakset, häiriintynyt rotator cuffin (kiertäjäkalvosin) tai lapaluuta liikuttavien lihasten kontrolli, takakapselin kireys, lapaluun virheasennot ja huonoryhtisyys, sekä luiden tai pehmytkudoksen poikkeavuudet subacromiaalitalassa (Michener ym. 2003, 369).

Impingement-syndrooma ilmenee anterolateraalisenä (etu- ja sivuosan) ja superiorisena (yläosan) olkapääkipuna (Lewis 2001, 458) sekä toimintakyvyn heikkenemisenä (Brox, Staff, Ljunggren & Brevik 1993, 902; Brox ym. 1999, 102; Ludewig & Cook 2000, 279). Olkapään impingement-syndrooma on määritelty rotator cuffin coracoacromiaalisen kaaren alla (subacromiaalitala) kulkevien jänteiden mekaanisena kompressiona ja ärsytyksenä (kuva 1) yläraajan elevaation (kohottaminen) aikana (Ludewig & Cook 2000, 277).



Kuva: Marleena Rossi

KUVA 1. Impingement-olkapää (muokattu Sahrman 2002, 215 mukaan). Kuvassa on merkitty impingementin esiintymiskohta punaisella merkillä.

Olkapään stabiilaatio on tärkeää olkapään optimaalisen toiminnan kannalta. Glenohumeraalinivelen stabiilaatio muodostuu kahdesta eri komponentista: passiivisesta ja dynaamisesta stabiliteetista. Passiivisia stabiloijia ovat luiset rakenteet, ligamentit, labrum, nivelkapseli, nivelen sisäinen paine ja koheesiovoima. Aktiivisia (dynaamisia) stabiloivia rakenteita ovat neuraalinen kontrolli sekä lihakset (rotator cuff, m. deltoideus, m. biceps brachiiin pitkä pää, m. teres major, m. latissimus dorsi, m. pectoralis major). Yhdessä näitä aktiivisia stabiloivia rakenteita kutsutaan neuromuskulaariseksi kontrolliksi. (Wilk, Arrigo & Andrews 1997, 365, 373.)

Subacromiaalitilan rajaavat humeruksen (olkaluu) pää, acromionin etukolmanneksen alapuoli sekä coracoacromiaaliligamentti ja acromioclavikulaari nivel (Neer 1972, 49). Subacromiaalitilassa on rotator cuffin jänteet, m. biceps brachiiin pitkän pään jänne, subacromiaalibursa sekä glenohumeraalinivelen nivelkapselin yläosa. Yläraajan elevaatiossa tuberositas major (olkaluun iso kyhmy) liikkuu lähemmäs acromionia, jolloin subacromiaalitila pienenee. (Lewis ym. 2001, 458.) Tällöin m. supraspinatus jää puristuksiin acromionin kaaren etukolmanneksen ja tuberositas majorin väliin, mikä on impingement-syndrooman pääasiallinen syy (Neer 1983, 70). Subacromiaalitilassa kulkevat jänteet ovat lähimpänä acromionin kaarta 60-120 asteen abduktiossa (loitonnus) (Hyvönen 2003, 25). Subacromiaalitila on kuvantamalla mitattuna korkeudeltaan olkaluun päästä coracoacromiaaliseen kaareen 1.0-1.5 cm. Impingement-potilailla on havaittu tämän välin pienentyneen 3 mm yläraajan ollessa 90 asteen abduktiossa (loitonnus) terveisiin verrokkeihin verrattuna. (Michener ym. 2003, 371.)

Impingement-syndrooman diagnostisissa testeissä on ideana ahtauttaa subacromiaalitilaa (Valadie ym. 2000, 36-37). Yleisimpiä impingement-testejä ovat Neer impingement –testi ja Hawkins-Kennedy impingement –testi (Magee 2006, 263). Edellä mainitut testit ovat tutkitusti erittäin luotettavasti toistettavia eri tutkijoiden välillä (Johansson & Ivarson 2009, 231-239). Impingement-syndrooman testaaminen on tämän työn ulkopuolella, joten emme käsittele aihetta tämän tarkemmin.

Neer (1983) esitti olkapään impingement-syndroomalle seuraavan luokittelun. Tyypissä I on palautuvia turvotuksellisia ja verenkierröllisiä muutoksia jännteissä ja bursissa, jotka aiheuttavat akuutin tulehduksen. Lisäksi rasitus aiheuttaa kipua, joka helpottaa levossa. Potilaat ovat tyypillisesti alle 25-vuotiaita. Tyypissä II on kroonista tendiniittiä (jännetulehdus) sekä mahdollista jänteen ja subacromiaalibursan sisäistä säiemäistä kalkkeutumista. Kipu ilmenee yläraajan elevaatioissa. Potilaat ovat iältään 20-40-vuotiaita. Tyypissä III on osittainen tai täydellinen jänteen repeämä, joka vaikeuttaa edellisissä vaiheissa kuvattuja oireita. Jänteen repeämä aiheuttaa melko suuren toiminnan vajauksen. Potilaat ovat tyypillisesti yli 40-vuotiaita. (Neer 1983, 70-73.)

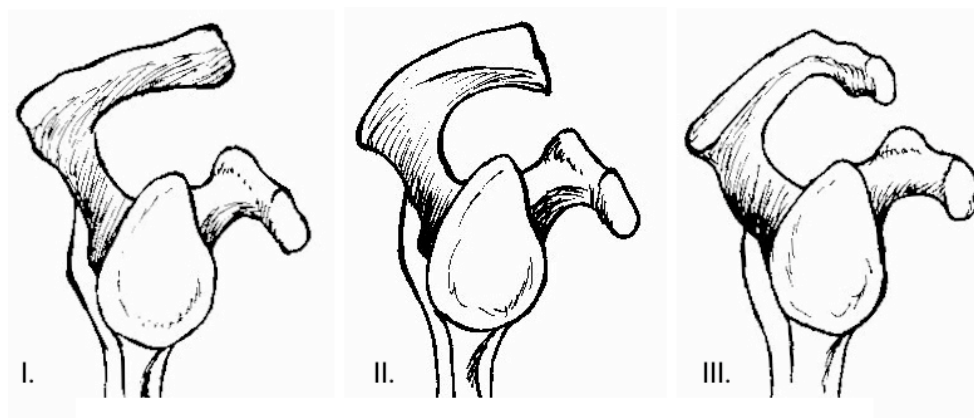
Neerin (1983, 70-77) jaottelu ei pysty luokittelemaan potilaita tarkasti. Käyttöön on otettu myös muita luokitteluita loogisemman jaottelun tekemiseksi (Michener ym. 2003, 370). Bigliani ja Levine (1997, 1855-1858) ovat jakaneet impingement -syndrooman syntyyn vaikuttavat tekijät sisäisiin (jänteen sisäiset) ja ulkoisiin (jänteen ulkopuoliset) syihin. Sisäiset ja ulkoiset syyt voidaan jakaa vielä primaareihin ja sekundaareihin syihin. Primaarin impingementin etiologia käsittää joko ulkoiset tai sisäiset syyt. Sekundaari impingement on seurausta toisenlaisesta prosessista, kuten instabiliteetista, neurologisesta vammasta, kireästä takakapselistä ja lihasten toiminnan häiriöstä. (Bigliani & Levine 1997, 1855; Hyvönen 2003, 24). Porterfield & DeRosa (2004, 153) jakavat pinneoireyhtymän external ja internal -impingementiin. External-impingementissä m. supraspinatuksen jänteen vaurio on subacromiaalibursan puolella, kun taas internal-impingementissä vaurio on jänteen alapuolella (Porterfield & DeRosa 2004, 153).

Rotator cuff tendinopatian patogeneesi (taudin synty) ei ole täysin selvillä ja se on myös hieman ristiriitainen. Kuitenkin on todennäköistä, että taustalla on monia eri tekijöitä. Taustalla oleviksi syiksi on esitetty: 1) anatomiset syyt, jotka pienentävät subacromiaalitilaa, 2) ylikuormituksesta johtuva jänteen sisäinen degeneraatio, iskemia, ikääntyminen tai kudoksen huonot rakenteelliset ominaisuudet sekä 3) lapaluun tai olkaluun liikkeen häiriöt, jotka vaikuttavat impingement-syndrooman syntyyn. (Ludewig & Reynolds 2009, 90.)

Tässä opinnäytetyössä käytämme luokittelua (Fusco, Foglia, Musarra & Testa 2008, 58-68), joka jakaa impingement-syndrooman syntyyn vaikuttavat tekijät rakenteellisiin ja toiminnallisiin syihin. Kirurgisia toimenpiteitä tarvitaan usein luisten rakenteiden, ligamenttien ja kapsulaaristen vaurioiden hoitoon. Fysioterapialla voidaan tehokkaasti vaikuttaa kahteen jäljelle jäävään olkapäätä stabiloivaan komponenttiin: lihaksiin ja proprioseptiikkaan. (Davies, Krauscher, Brinks & Jennings 2006, 134.)

## 2.1 Impingement-syndrooman rakenteelliset syyt

Acromionin (olkalisäke) kaaren muoto vaikuttaa subacromiaalitalan kokoon (Michener ym. 2003, 373). Bigliani ja Levine (1997, 1856) jakoivat tutkimuksessaan acromionin muodon kolmeen eri tyyppiin: tyyppi I (tasainen / engl. flat), tyyppi II (kaareva / engl. curved) ja tyyppi III (koukkumainen / engl. hooked) (kuva 2). On esitetty, että tyyppin III acromionin muodolla olisi yhteys rotator cuffin repeämään (Bigliani & Levine 1997, 1856). Koukkumaisen acromionin muodolla ja rotator cuffin repeämän yhteydestä on kuitenkin ristiriitaista näyttöä. Acromionin muoto on yhdistetty subacromiaalitalan sisäisen paineen muutoksiin ja kudosten epänormaaliin hankautumiseen toisiaan vasten. Koukkumainen acromion muuttaa subacromiaalitalan sisäistä painetta ja aiheuttaa kudosten epänormaalia hankautumista toisiaan vasten, mikä voi olla vaikuttavana tekijänä impingementiin. (Michener ym. 2003, 373.)



Kuva: Marleena Rossi

KUVA 2. Acromionin muodot: tyyppi I (tasainen), tyyppi II (kaareva) ja tyyppi III (koukkumainen) (muokattu Porterfield & DeRosa 2004, 111 mukaan).



Coracoacromiaalisen ligamentin osuus impingement-syndrooman patogeneesissä ei ole täysin selvä. Yläraajan ollessa 90 asteen fleksiossa ja täydessä sisärotaatiossa m. supraspinatuksen jänne ja m. biceps brachiin pitkä pää ovat kontaktissa coracoacromiaalisen ligamentin kanssa. (Fusco ym. 2008, 60.) On oletettu, että toistuvista mikrotraumoista johtuva ligamentin paksuuntuminen pienentää subacromiaalista tilaa ja voi johtaa impingementiin (Michener 2003, 373; Fusco ym. 2008, 60).

Processus coracoideuksesta (korppilisäke) johtuva impingement on harvinainen. On tutkittu, että tuberositas minorin (olkaluun pieni kyhmy) ja processus coracoideuksen välinen tila voi olla pienentynyt impingement-potilailla, mikä voi olla osasyynä impingementin synnyssä. Processus coracoideuksesta johtuvalle impingementille on tyypillistä anteromediaalinen, yläraajaan heijastuva kipu yläraajan yhdistetyssä fleksiossa ja sisärotaatiossa. (Bigliani & Levine 1997, 1857-1858; Fusco ym. 2008, 60-61.)

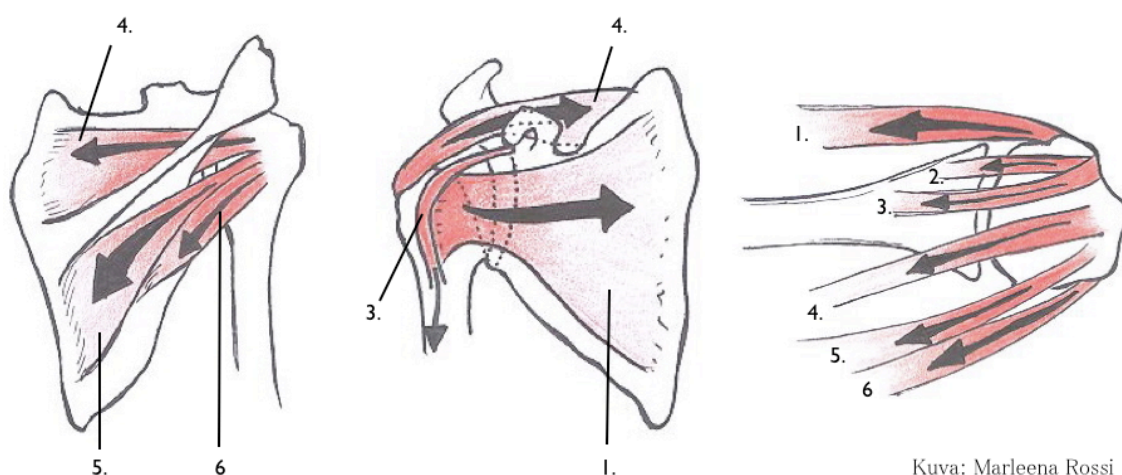
Neer (1972, 47) esitti acromioclavicularinivelen degeneraation voivan johtaa olkapään impingement-syndroomaan. Useat tutkijat ovat myöhemmin vahvistaneet tämän oletuksen. Degeneroituvasta ac-nivelestä alaspäin työntyvät osteofyytit (luupiikki) voivat olla osasyynä impingementin synnyssä. (Bigliani & Levine 1997, 1857.)

Humeruksen (olkaluu) päässä voi olla liikaa ulkoneva trochanter (sarvennoinen), joka saattaa osua coracoacromiaaliseen kaareen yläraajaan yhdistetyssä fleksiossa ja sisärotaatiossa. Liikaa ulkoneva sarvennoinen voi olla synnynnäinen tai onnettomuuden jälkeen huonosti luutunut murtuma. (Fusco ym. 2008, 61.)

Impingement-syndroomaan liittyy jonkinasteinen subacromiaalitalan jänneiden tai bursan tulehdus (Bigliani & Levine 1997, 1855; Michener ym. 2003, 372-373). Impingement-syndroomaan liittyvä kipu johtuu pääasiassa bursan tulehduksesta (Hyvönen 2003, 32). Tulehdusreaktion seurauksena jänneet ja bursa paksuuntuvat, mikä aiheuttaa subacromiaalitalan pienenemisen. Tämä johtaa mahdollisesti rakenteiden kompressioon subacromiaalitalan reunoja vasten. Impingement-potilailla on osoitettu olevan subacromiaalitalassa

kulkevien jänneiden degeneraatiota, joka voi aiheutua tulehdusprosessista tai jänneiden liiallisesta rasituksesta. (Michener ym. 2003, 372-373.)

Impingement-syndroomassa rotator cuffin jänneet altistuvat mikrotraumoille (Fusco ym. 2008, 61). Rotator cuff on neljän lihaksen (m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor ja m. subscapularis) jänneistä muodostuva rakenne, joka ympäröi humeruksen päätä (kuva 3). Rotator cuff stabiloi olkaluun pään yläraajan liikkeen aikana cavitas glenoidalikseen (nivelkuoppa) sekä toimii yläraajaa liikuttavana rakenteena. (Lewis ym. 2001, 462.) Anatomisesti tarkasteltuna rotator cuff koostuu sidekudoksesta ja sisältää paljon tyyppi I kollageenia, joka kestää erittäin hyvin rasitusta (Fusco ym. 2008, 61).



Kuva: Marleena Rossi

KUVA 3. Rotator cuff ja muut glenohumeraaliniveltä stabiloivat lihakset: 1) M. subscapularis, 2) M. deltoideuksen etuosa, 3) M. biceps brachiin pitkä pää, 4) M. supraspinatus, 5) M. infraspinatus, 6) M. teres minor (muokattu Wilk ym. 1997, 373 mukaan).

Rotator cuffin jänneiden altistumisesta mikrotraumoille seuraa jänneiden tulehdustila, fibroosia (arpeutuminen) ja usein kalkkeutumista (Neer, tyyppi II). Nämä muutokset yhdessä bursan ärsytyksen kanssa aiheuttavat jänneiden paksuuntumista ja pienentävät subacromiaalitilaa pahentaen impingement-syndroomaa. (Fusco ym. 2008, 61.) Tilan jatkuessa pitkään, syntyy rotator cuffin osittaisia repeämiä (Neer, tyyppi III), jolloin humeruksen pää pääsee liikkumaan proksimaalisesti (ylöspäin) normaalia enemmän. Tästä voi seurata jänneen täydellisiä repeämiä. (Bigliani & Levine 1997, 1855; Nho, Yadav, Shindle & MacGillivray 2008, 989, 991.) Rotator cuffin repeämä voi olla missä

tahansa siihen kuuluvassa lihaksessa, mutta paikallistuu useimmiten m. supraspinatukseen (Terrier, Reist, Vogel & Farron 2007, 645).

On oletettu, että m. supraspinatuksen jänteen insertiopisteestä (kiinnityskohta) 10-15 mm proksimaalisuuntaan, olisi huonosti verisuonitettu alue. Tämän on ajateltu johtavan m. supraspinatuksen degeneraatioon. Tämä hypoteesi on vielä kiistanalainen, koska tutkimuksissa ei ole kuitenkaan löydetty merkittävän heikosti verisuonitettua aluetta. Kuitenkin ajatellaan, että verenkierto heikkenee m. supraspinatuksen kompressoituessa humeruksen päätä ja acromionin kaarta vasten yläraajan elevaatiossa, joka voi vaikuttaa jänteen rakenteelliseen heikkenemiseen. (Nho ym. 2008, 991.)

## 2.2 Impingement-syndrooman toiminnalliset syyt

Impingement-syndrooman toiminnallisiin syihin saattaa liittyä myös aiemmin mainittuja rakenteellisia syitä, jotka eivät välttämättä aina liity impingement-syndrooman patogeneesiin, mutta toiminnan häiriön kautta saattavat vaikuttaa siihen (Fusco ym. 2008, 62). Yläraajojen usein toistuvat tai pitkittyneet asennot yli hartialinjan voivat provosoida impingement-oireita, kuten eri urheilulajeissa (uinti, heittolajit, tennis, lentopallo) ja rakennustöissä (Bigliani & Levine 1997, 1855; Ludewig & Cook 2002, 248; Burkhart, Morgan & Kibler 2003, 644; Blanch 2004, 112; Fusco ym. 2008, 63; Wilk ym. 2009, 43-44).

Proprioseptiikan (asento- ja liikeaisti) ja neuromuskulaarisen kontrollin häiriintyminen ovat selvästi yhteydessä impingement-syndrooman syntyyn (Magarey & Jones 2003, 198; Myers, Wassinger & Lephart 2006, 199; Tripp 2008, 508; Mottram, Woledge & Morrissey 2009, 13; Roy, Moffet, Hébert & Lirette 2009, 185-186). Myös instabiiliteetin ja takakapselin kireyden yhteydestä impingement -syndroomaan on paljon näyttöä (Schmitt & Snyder-Mackler 1999, 32; Cools, Cambier & Witvrouw 2008, 629; Forthomnie, Crielaard & Croisier 2008, 377). Seuraavissa kappaleissa käsittelemme tarkemmin impingement-syndrooman toiminnallisia syitä, jotka olemme jakaneet olkaluun ja lapaluun liikehäiriöihin.

### 2.2.1 Olkaluun liikehäiriöt impingement-syndrooman aiheuttajana

Humeruksen pään epänormaali liukuminen cavitas glenoidaliksessa altistaa olkapään toiminnan häiriöille (Wilk ym. 1997, 364). Humeruksen pään tulee pysyä rotaatioakselin keskipisteessä siten, että se pysyy cavitas glenoidaliksen keskellä koko liikeradan ajan. Jotta tämä toteutuu, tulee scapulohumeraalisten lihasten (rotator cuff), jotka painavat humeruksen päätä alaspäin, olla vastapainona m. deltoideuksen ylöspäin vetämälle voimalle. Rotator cuffin lihasten tulee myös kiertää humerusta ulospäin estääkseen tuberositas majorin törmäyksen coracoacromiaaliseen ligamenttiin tai acromioniin. Jos humeruksen pää pääsee yläraajan fleksiossa ja abduktiossa liukumaan ylöspäin tai ei kierry tarpeeksi ulospäin, altistuvat m. supraspinatus ja sen jänne kompressiolle. (Sahrmann 2002, 204-205, 214-215.)

Glenohumeraalinivelen elevaatio-suuntainen liikelaajuus on rajoittunut impingement-potilailla (Ludewig & Cook 2000, 287). Tästä voi johtua kipukaari oire, joka on yleinen löydös impingement-potilailla (Neer 1983, 73-74). Kipukaari oire on kipu, joka ilmenee abduktion keskiliikeradalla (60°-120°). Keskiliikeradalla onkin mitattu korkein subacromiaalinen paine (85°-136°). (Bigliani & Levine 1997, 1858; Ludewig & Cook 2000, 278; Michener ym. 2003, 371.)

Yläraajan abduktion alkuvaiheessa (30°-60°) humeruksen pään superiorinen translaatio on 1-3 mm. Tämän jälkeen humeruksen pään translatorinen liike cavitas glenoidalikseen nähden on 1 mm. (Ludewig & Cook 2002, 252-255) 60 asteen jälkeen inferiorinen translaatio on pääasiallinen liike 150° asti. Koska subacromiaalinen tila on pieni, ei humeruksen pään virheellisten liikkeiden tarvitse olla suuria aiheuttaakseen ongelmia. (Michener ym. 2003, 370-371.)

Ludewig & Cook (2002, 252-254) tutkivat humeruksen translaatiota impingement-potilailla. He havaitsivat pieniä, mutta merkittäviä eroja anteroposteriossa translaatiossa, minkä tutkijat epäilivät myös aiheuttavan subacromiaalitalan pienentymistä (Ludewig & Cook 2002, 257). Normaalitilanteessa vähemmän kuin 1/3 humeruksen päästä tulee olla acromionin etupuolella (Sahrmann 2002, 198-199).

Humeruksen pään liiallista liukumista ylöspäin saattaa aiheuttaa rotator cuff – lihasten puutteellinen voimantuotto, mikä aiheuttaa paineen nousua subacromiaaliseen tilaan ja mahdollisia impingement-oireita. Heikot olkaluun ulkokiertäjät voivat väsyä enemmän kuin m. deltoideus sekä m. pectoralis major, josta seuraa olkaluuta nostavien ja laskevien lihasten välinen lihasepätasapaino. (Fusco ym. 2008, 62-63) M. supraspinatuksen tuottama voima kompressoii olkaluun päätä cavitaa glenoidalikseen (Michener 2003, 370). Terrier ym. (2007, 647-648) tutkimuksessa kävi ilmi, että m. supraspinatuksen toiminnan vaje aiheuttaa humeruksen pään ylöspäin siirtymistä enemmän kuin m. supraspinatuksen toimiessa normaalisti. Tämä johtuu m. deltoideuksen tuottamasta olkaluuta ylöspäin vetävästä voimasta (Sahrmann 2002, 212-213).

M. subscapulariksella on tärkeä toiminto stabiloida olkaluun päätä cavitaa glenoidalikseen estäen sen liiallista anterosuperiorista liukumista. Lihaksen funktio on kiertää olkaluuta sisäkiertoon ja painaa alas humeruksen päätä. M. subscapulariksen aktivaatio usein vähenee (lihas pitenee tai / ja heikkenee), koska olkaluun sisäkiertoon osallistuvat myös vahvat sisäkiertäjät m. pectoralis major ja m. latissimus dorsi. Tällöin olkaluun pää pääsee liukumaan liikaa anteriorisesti, mikä voi olla osasyynä impingement-syndrooman syntyyn. Tätä ilmiötä edesauttaa lyhentyneet olkaluun ulkokiertäjät. (Sahrmann 2002, 212, 215-216.)

M. biceps brachii on tärkeässä osassa glenohumeraalinivelen stabiiliossa ja toiminnassa (Cools ym. 2008, 629). Sen pitkän pään janteen kiinnityskohta fossa glenoidaliksella anteriorisessa kohdassa stabiloi humeruksen päätä anteriorisesti ja superiorisesti. On osoitettu, että m. biceps brachiin jännittyessä humeruksen pään superiorinen ja anteriorinen translaatio vähenee sekä subacromiaalitalan paine pienenee. (Michener 2003, 371.) Repeämät m. biceps brachiin pitkän pään janteessa tai sen kiinnityskohdassa labrumissa (SLAP vaurio) voivat osaltaan muuttaa normaalia olkaluun liikettä mahdollistaen humeruksen pään liiallisen nousemisen suhteessa cavitaa glenoidalikseen (Cools ym. 2008, 629; Fusco ym. 2008, 62-63).

Glenohumeraalinivelen instabiliteetti voi aiheuttaa impingement-syndroomaa. Instabiliteetissa olkaluun pää pääsee liikkumaan normaalia enemmän anteriorisesti, posteriorisesti, inferiorisesti tai multidirektionaalisesti. (Ludewig & Reynolds 2009, 91.) Liiallinen humeruksen pään translaatio, johtuen nivelkapselin löysyydestä ja instabiliteetista, aiheuttaa hetkellistä subacromiaalitalan pientymistä, joka johtaa impingement-oireisiin ja kipuun. Instabiliteetti on yleistä heittolajien harrastajilla. (Cools ym. 2008, 628-629.) Vaurio pääsee syntymään usein toistuvista m. supraspinatukseen kohdistuvista mikrotraumoista, kun yläraaja on 90 asteen abduktiossa ja täydessä ulkorotaatiossa (Fusco ym. 2008, 64-65).

Takakapselin kireys rajoittaa glenohumeraalinivelen fleksiota ja sisäkiertoa. Tämän uskotaan aiheuttavan humeruksen pään anterosuperiorista translaatiota ja vähentävän posteroinferiorista liukumista, jotka lopulta aiheuttavat subacromiaalisen impingementin. (Izumi ym. 2008, 2014-2022; Yang, Chen, Chang & Lin 2009, 81-82.) Lisäksi olkaluun ulkokiertäjät (m. infraspinatus, m. teres minor) yhdessä takakapselin kanssa lyhentyvät / jäykistyvät ja voivat siten johtaa liialliseen humeruksen pään anterosuperioriseen liukumiseen (Sahrmann 2002, 215).

### 2.2.2 Lapaluun liikehäiriöt impingement-syndrooman aiheuttajana

Lapaluun (scapula) asennon kontrolli on tärkeää yläraajan optimaalisessa käytössä (Wilk & Arrigo 1993, 370; Mottram 1997, 123, Ludewig & Reynolds 2009, 91). Jos scapulan motorinen kontrolli häiriintyy ja toistuu riittävän usein, se voi aiheuttaa yläraajan kipua ja patologiaa (Mottram 1997, 123). Epänormaalin scapulan asennon, liikkeen ja lihasten toiminnan on osoitettu olevan merkittävässä osassa impingement-syndrooman yhteydessä (Lukasiewicz ym. 1999, 582; Ludewig & Cook 2000, 288-299; Mottram ym. 2009, 13). Scapulan normaalissa asennossa sen sisäreuna on selkärangan suuntaisesti noin 7,5 cm processus spinosuksista. Sen yläreuna on T2 kohdalla ja alareuna T7 kohdalla. Scapula on myös koko matkalta litteästi vasten rintarankaa ja kiertynyt 30 astetta sisäänpäin. (Sahrmann 2002, 195.)

Olkapääkompleksissa on neljä eri niveltä: glenohumeraali-, acromioclaviculaari-, sternoclaviculaari- ja skapulothorakaalinivelet. Näiden neljän nivelen yhdistettyä liikettä kutsutaan scapulohumeraaliseksi rytmiksi. Useimmiten kirjallisuudessa esitetään scapulohumeraalisen rytmin suhteeksi 2:1, jossa 120 astetta tulee glenohumeraalinivelestä ja 60 astetta scapulothorakaalisesta nivelestä. (Hess 2000, 66.)

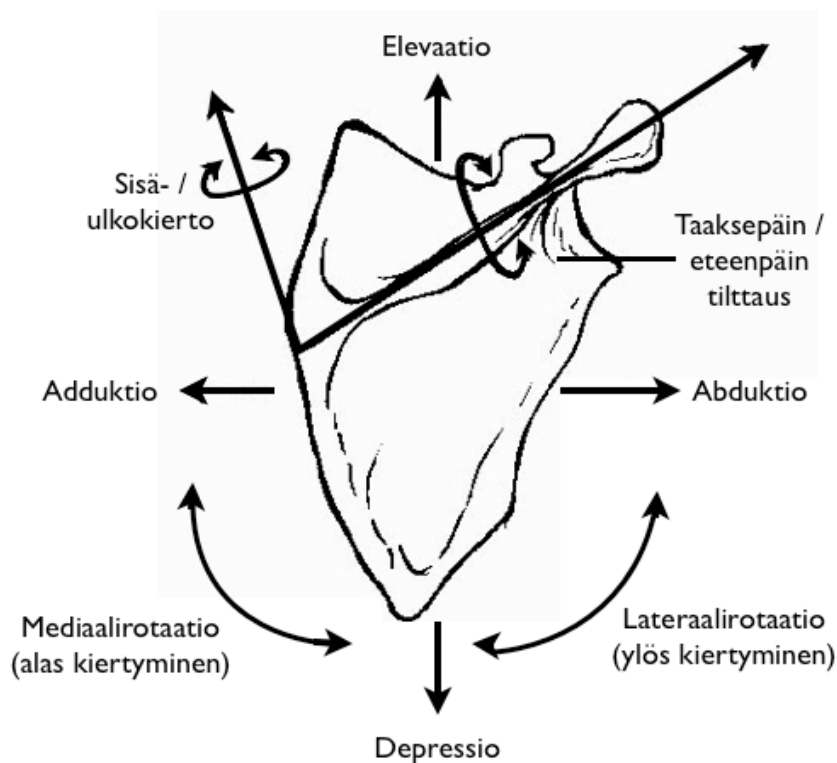
Yläraajaa nostettaessa liike tulee aluksi pelkästään glenohumeraalinivelestä, scapulan tuodessa stabilaatiota. Yläraajan fleksiossa ensimmäiset 60 astetta ja abduktiossa ensimmäiset 30 astetta tulee glenohumeraalinivelestä. Tämän jälkeen scapulan ylöspäin kiertyminen tulee mukaan liikkeeseen. Suurin osa scapulan ylöspäin kiertymisestä tapahtuu 80-140 asteen abduktion aikana. (Mottram 1997, 126.) On osoitettu, että impingement-potilailla on häiriintynyt scapulohumeraalinen rytmi (Karduna, Kerner & Lazarus 2005, 393; Ludewig & Reynolds 2009, 91). Tämä voi johtua siitä, että impingement-potilas yrittää välttää subacromiaalisten rakenteiden joutumista puristukseen (Mell ym. 2005, 58).

Toisin kuin muissa nivelissä, lapaluussa ei ole lähes ollenkaan passiivista tukea vaan lapaluun stabilaatio on riippuvainen lihasten aktiivisesta yhteistoiminnasta (Mottram 1997, 123). On kliinisesti todistettu, että potilailla joilla on olkapään tai yläraajan oireita, lapaluun kontrolli on häiriintynyt ja että heillä ilmenee ryhtimuutoksia (Mottram 1997, 123; Hébert, Moffet, McFadyen & Dionne 2002, 60-61). Lapaluun stabilaatioon vaikuttavat ryhtimuutokset, kipu ja patologia. Muutokset lihaksen supistumisominaisuudessa ja sidekudoksessa voivat vaikuttaa lihaksen toimintaan. (Mottram 1997, 124.)

Muutokset liikkeen tarkkuudessa aiheuttavat kompensatorisia liikkeitä, joita voidaan kutsua liikkeen kontrollin häiriöiksi. Häiriöihin johtavia tekijöitä ovat muutokset lihasten pituudessa, voimassa, jäntevyudessa sekä aktivoitumisjärjestyksessä. Muutosten aiheuttajia ovat toistuvat liikkeet ja pitkittyneet asennon muutokset. (Sahrmann 2002, 193, 206-207.)

Scapulan oikea liike on riippuvainen lihasten oikeasta pituudesta, voimasta ja aktivoitumisjärjestyksestä. Scapulan asento ja kineettinen kontrolli ovat myös

tärkeä toiminnallinen perusta oikeanlaiselle glenohumeraalinivelen toiminnalle. (Sahrmann 2002, 193, 206-207.) Kuvassa 4 on esitetty lapaluun liikkeitä.



Kuva: Marleena Rossi

KUVA 4. Lapaluun liikkeitä (muokattu Sahrmann 2002, 202; Borstad 2006, 551 mukaan).

Yläraajan elevaatiossa scapulan tulee kiertyä ylöspäin ja samalla tiltata posteriorisesti. Skapulothorakaalisen liikkeen merkittävin funktio on scapulan ylöspäin kiertyminen. (Ludewig 2009, 91.) Impingement-potilailla, joilla on vähentynyt scapulan ylöspäin kiertyminen ja posteriorinen tiltti sekä lisääntynyt elevaatio, on havaittu selvästi vähemmän aktiivinen m. serratus anterior ja yliaktiivinen m. trapeziuksen yläosa. Vähentynyt m. serratus anteriorin aktiviteetti saattaa johtaa scapulan ylöspäin kiertymisen ja posteriorisen tiltin vähentymiseen yläraajan elevaatiossa. M. trapeziuksen yläosan yliaktiivisuus puolestaan voi johtaa scapulan lisääntyneeseen elevaatioon os claviculan elevaation kautta. (Ludewig & Reynolds 2009, 95.) Sahrmann (2002, 246-261) jaottelee lapaluun toiminnan häiriöt seuraavasti: lapaluun sisärotaatio-, depressio-, abduktio- ja siirrotus-/tilttaus -syndrooma. Seuraavassa taulukossa on esitetty lapaluun toiminnan häiriöt (taulukko 1).



TAULUKKO 1. Lapaluun toiminnan häiriöiden jaottelu (muokattu Sahrman 2002, 246-261 mukaan).

Häiriö	Lapaluun asento	Pidentynyt tai heikentynyt lihas	Lyhentynyt, jäykistynyt tai dominantti lihas
<b>Lapaluun sisärotaatio -syndrooma - riittämätön ulkokierto</b>	Sisärotaatio, abduktio, adduktio tai normaali	M. serratus anterior, m. trapezius	M. rhomboideus major ja minor, m. levator scapulae, m. latissimus dorsi, m. pectoralis minor ja major, m. supraspinatus, m. deltoideus
<b>Lapaluun depressio -syndrooma - riittämätön elevaatio</b>	Lapaluu depressiossa tai normaali. Lapaluun depressio ilmenee liikkeen aikana.	M. trapezius yläosa ja mahdollisesti m. levator scapulae	M. latissimus dorsi, m. pectoralis minor ja major, m. trapeziuksen alaosa
<b>Lapaluun abduktio -syndrooma - riittämätön adduktio / reaktio</b>	Liiallinen lapaluun abduktio / proaktio	M. trapezius, m. rhomboideus major ja minor	M. pectoralis minor ja major, m. serratus anterior, skapulohumeraali-lihakset
<b>Lapaluun siirrotus- ja tilitys -syndrooma</b>	Lapaluun siirrotus ja tilitys humeruksen fleksion ja ekstension aikana	M. trapezius alaosa, m. serratus anterior	M. pectoralis minor ja major, skapulohumeraali-lihakset, m. biceps brachii

Scapulothoracaalisten lihasten aktivoitumisjärjestystä on myös tutkittu. M. trapeziuksen ylä- ja alaosan sekä m. serratus anteriorin aktivoitumisajoituksessa on havaittu merkittäviä eroja impingement-potilailla verrattuna oireettomaan kontrolliryhmään. (Ludewig & Reynolds 2009, 95.) Merkittävästi myöhässä oleva m. trapeziuksen keski- ja alaosan aktivaatio on mitattu impingement-potilailla, kun yläraaja on yllättäen tiputettu abduktoidusta asennosta (Cools ym. 2002, 221-229). Näiden aktivoitumisjärjestysten muutosten uskotaan johtavan epänormaaliin scapulan liikkeeseen ja olkapään patologiaan (Ludewig & Reynolds 2009, 95).

M. trapeziuksen ja m. serratus anteriorin yhteistoiminta stabiloi scapulothorakaalista niveltä (Mottram 1997, 125). M. trapeziuksen ylä- ja alaosa sekä m. serratus anterior toimivat yhdessä voimaparina (force couple) scapulan ylöspäin kiertämisessä (Sahrmann 2002, 207). Kun m. serratus anterior tekee scapulan abduktion, m. trapeziuksen alaosa toimii vastapainona liikkeen kontrolloinnissa. Yläraajan elevaatioissa tämä voimapari toimii vastavaikuttajana m. deltoideuksen scapulaa alaspäin rotaatioon vetävälle voimalle jolloin m. deltoideus säilyttää optimaalisen pituus- jännitesuhteen. Tämä pitää scapulan ylöspäin kiertyneenä, jolloin impingementin mahdollisuus on minimaalinen. (Mottram 1997, 125.) Scapulan siirrotuksen (scapular winging) ilmaantuessa yläraajan fleksiossa, eli m. serratus anteriorin tehdessä konsentrista lihastyötä, on kyseessä lihaksen heikkous. Jos siirrotusta ei ilmene yläraajaa fleksoitaessa, mutta ilmenee tuotaessa yläraajaa takaisin elevaatiosta (m. serratus anteriorin eksentrisen lihastyö), on kyse lihaksen toiminnan häiriöstä. Tällöin m. serratus anterior lopettaa toimintansa liian aikaisin ja scapula pääsee siirrottamaan. (Sahrmann 2002, 40-41.)

M. levator scapulaen origo (lähtökohta) on cervikaalinikamien 1-4 processus transversukset ja insertio (kiinnityskohta) on angulus superior scapulae. M. levator scapulaen pääasiallinen funktio on scapulan elevaatio. Lisäksi se adduktoi ja kiertää alaspäin scapulaa. (Plazer 2004, 144.) Se toimii m. trapeziuksen kanssa synergisesti scapulan adduktiossa mutta toimii antagonistina rotaatioissa. (Sahrmann 2002, 207.) Yläraajan elevaatioissa m. levator scapulaen tulee pidentyä jotta scapula pääsee kiertymään ylöspäin (Mottram 1997, 126).

M. rhomboideus minorin origo on C7-T1 processus spinosukset ja insertio on scapulan mediaalireunan yläosa. M. rhomboideus majorin origo on T2-T5 processus spinosukset ja insertio on scapulan mediaalireunan keski- ja alaosassa. Näiden lihasten yhteinen funktio on scapulan adduktio, alaspäin kiertäminen ja elevaatio. (Mottram 1997, 126.) Nämä lihakset toimivat, kuten m. levator scapulae, synergistinä ja antagonistina m. trapetziuksen kanssa. M. rhomboideukset voivat estää scapulan ylöspäin kiertymistä jos ne ovat liian kireät ja vahvat verrattuna m. trapeziukseen. (Sahrmann 2002, 208.)

M. pectoralis minorin origo on 3-5 costat (kylkiluu) ja insertio on processus coracoideuksen mediaalireuna. Funktiona on scapulan sisä- ja alaskierto sekä anteriorinen tiltti. (Plazer 2004, 142.) Lyhentynyt tai pidentynyt m. pectoralis minor voi estää normaalia scapulan ylöspäin kiertymistä, posteriorista tilttiä ja mahdollisesti scapulan ulkokiertoa, joiden tulisi esiintyä normaalissa yläraajan elevaatioissa (Borstad & Ludewig 2005, 227-238). Borstad & Ludewig (2005, 227-238) tutkivat pidentyneen ja lyhentyneen m. pectoralis minorin vaikutusta scapulan liikkeisiin yläraajan elevaation aikana. Tuloksena oli, että lyhentynyt m. pectoralis minor aiheuttaa merkittävästi pienemmän scapulan posteriorisen tiltin sekä sisäkierron ja sitä kautta aiheuttaa subacromiaalitalan pienenemisen. Lapaluun liikkeet ovat yhdenmukaisia aiempien tutkimusten kanssa, joissa on tutkittu scapulan liikkeitä impingement-potilailla. (Borstad & Ludewig 2005, 227-238.)

Takakapselin ja olkapään posterioristen rakenteiden kireys vaikuttavat myös scapulan liikkeisiin. Kireät glenohumeraalinivelen takarakenteet vetävät scapulaa lateraalisesti, erityisesti humeruksen sisäkierrossa yläraajan elevaation aikana. Henkilöillä joilla on humeruksen sisäkierto rajoittunut, scapulan anteriorinen tiltti on huomattavasti suurempi humeruksen ollessa täydessä sisäkierrossa. Nämä pehmytkudoksen muutokset ovat mahdollisia riskitekijöitä scapulan liikkeen häiriöissä impingement-syndrooman yhteydessä. (Ludewig & Reynolds 2009, 96.)

Ryhdyillä on osoitettu olevan merkittävä vaikutus lapaluun asentoon ja liikkeisiin (Kebaetse, McClure & Pratt 1999, 945; Lewis, Green & Wright 2005, 385-392; Lewis, Wright & Green 2005, 72; Borstad 2006, 549; Ludewig & Reynolds 2009,

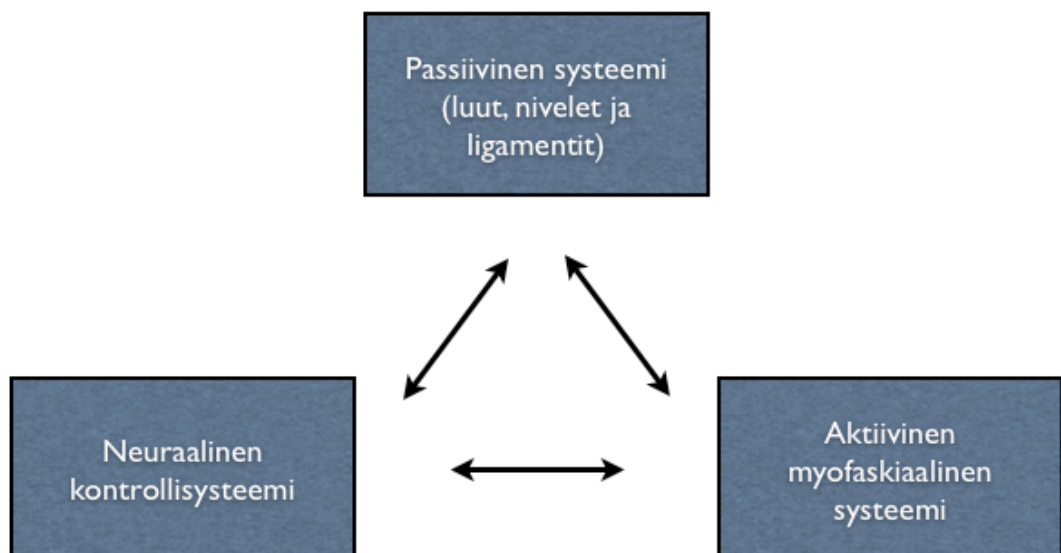
96). Ryhtimuutokset, kuten pään eteenpäin työntyminen, rintarangan lisääntynyt fleksio (kyfoosi) sekä scapulan alaspäin kiertyneisyys, anteriorinen tiltti ja protraktio, johtavat subacromiaalitalan lisääntyneeseen kompressioon (Lewis ym. 2005a, 385). Näiden ryhtimuutosten on oletettu olevan yksi impingement-syndroomaan johtavista tekijöistä (Lewis ym. 2005b, 84).

Bullock, Foster & Wright (2005, 28-37) tutkivat kumaran istuma-asennon vaikutusta olkapään liikelaajuuteen ja kipuun impingement-potilailla. Tuloksena oli, että istuma-asennon korjaamisella saatiin parempi olkapään liikelaajuus, mutta kivun kokemisessa ei ollut eroa (Bullock ym. 2005, 28, 32-33). Kebaetse ym. (1999, 949) havaitsivat tutkimuksessaan kumaran istuma-asennon vaikuttavan horisontaalitasossa abduktiossa pidetyn yläraajan voimantuottoon sitä heikentävästi. He arvelivat tämän johtuvan muuttuneesta scapulan kinematiikasta sekä kumaran istuma-asennon vaikutuksesta m. deltoideuksen ja m. supraspinatuksen lihaspituuteen. Lihasten ollessa jo valmiiksi lyhentyneessä asennossa, niiden voimantuotto on heikompa. (Kebaetse ym. 1999, 949.) Borstad (2006, 549) todensi tutkimuksessaan, että kumaralla ryhdillä ja m. pectoralis minorin kireydellä on suora yhteys toisiinsa. Muutokset vaikuttavat myös suoraan scapulan kinematiikkaan (Borstad 2006, 553-556). Ikääntymisellä on myös todettu olevan merkittävä yhteys scapulan posteriorisen tiltin ja ylöspäin kiertymisen vähentymiseen yläraajan elevaation aikana (Endo, Yukata & Yasui 2004, 1009, 1013).

### 3 IMPINGEMENT JA NEUROMUSKULAARINEN KONTROLLI

Proprioseptiikan ja neuromuskulaarisen kontrollin häiriintyminen ovat selvästi yhteydessä impingement-syndroomaan (Myers ym. 2006, 199; Roy ym. 2009, 185-186). Ne voivat johtaa edellä mainittuihin liikehäiriöihin ja sitä kautta impingement-syndrooman syntyyn (Sahrmann 2002, 246-261). Pystyäkseen tarkasti ja tehokkaasti arvioimaan, tutkimaan, testaamaan ja kuntouttamaan olkapääpotilasta tulee terapeutilla olla kokonaisvaltainen käsitys olkapään neuromuskulaarisesta järjestelmästä (Davies ym. 2006, 134).

Panjabi (1992, 383-389) on esittänyt nivelen stabiilaatiolle teoreettisen mallin (kuvio 2). Malli kuvaa nivelen stabiilaation muodostavat komponentit: neuraalinen kontrollisysteemi, aktiivinen myofaskiaalinen systeemi ja passiivinen systeemi. (Panjabi 1992, 383-389.) Näiden kolmen komponentin tulee kontrolloida olkaluun liikkeitä cavitas glenoidaliksessa (Fusco ym. 2008, 224). Pieni muutos yhdessäkin komponentissa voi johtaa humeruksen pään epänormaaliin liikkeeseen aktiivisen yläraajan liikkeen aikana (Magarey & Jones 2003, 196).



KUVIO 2. Teoreettinen malli nivelen stabiilaatiosta (muokattu Panjabi 1992, 383-389 mukaan).

### 3.1 Olkapään passiiviset stabiloivat rakenteet

Glenohumeraalinivel on pallonivel, joka sallii olkapäälle hyvin suuren liikelaajuuden. Tämä johtuu siitä, että cavitas glenoidaliksen nivelpinta on 3-4 kertaa pienempi, kuin humeruksen pään nivelpinta. (Hess 2000, 64.) Luinen stabiliteetti on tästä syystä hyvin pieni. Cavitas glenoidalis osoittaa superiorisesti, anteriorisesti ja lateraalisesti. Cavitas glenoidaliksen tulee osoittaa superiorisesti 3-5 astetta, jotta glenohumeraalinivel pysyisi stabiilina. Asteluvun ollessa pienempi kuin 3 astetta yläraajan abduktiossa humeruksen pää voi päästä liukumaan liikaa inferiorisesti. Tämä on yksi syy, miksi lapaluun asento on tärkeä glenohumeraalinivelen stabilaation kannalta. (Wilk ym. 1997, 365, 376.)

Glenoid labrumin tehtävästä olkaniveltä stabiloivana rakenteena on ollut väittelyä. Glenoid labrum on syyrustoinen rakenne, joka kiinnittyy cavitas glenoidaliksen reunoihin lähes kaksinkertaista sen pinta-alan. (Hess 2000, 64.) Glenoid labrum toimii humeruksen translaatiota ja luksaatiota estävänä rakenteena yläraajan keskiliikeradalla, jolloin nivelkapseli ja ligamenttirakenteet ovat löysinä (Wilk ym. 1997, 368.) Tuoreessa kirjallisuuskatsauksessa Veeger & Helm (2007, 2125, 2127) esittävät labrumin tärkeimmäksi tehtäväksi nivelen sisäisen paineen ylläpitämisen. Yksi labrumin tehtävistä on pitää yllä nivelen nesteytystä (Wilk ym. 1997, 368).

Nivelen sisäisen negatiivisen paineen on esitetty olevan yksi glenohumeraaliniveltä stabiloivista mekanismeista. Negatiivisen paineen on laskettu pystyvän vastustamaan 22 N vetoa yläraajan painon lisäksi. Paineen tuoma stabilaatio on kuitenkin minimaalinen. Glenoid labrumin SLAP ja Bankart vauriot vähentävät nivelen sisäistä negatiivista painetta ja voivat johtaa instabiliteettiin. (Veeger & Helm 2007, 2126.)

Muita passiivisia tukevia rakenteita ovat nivelkapseli sekä ligamentit. Näiden rakenteiden vastuulla on antaa riittävästi olkanivelelle liikkumavaraa, mutta säilyttää kuitenkin tarpeellinen stabiliteetti. Tämä tehtävä vaikeutuu erityisesti liikeradan lopussa ja vääntövoimien ollessa suuria. Kapseli- ja ligamenttirakenteet kiristyvät usein ja estävät glenohumeraalinivelen liikettä

pääasiassa loppuliikeradoilla, mikä johtaa siihen, että aktiivisten stabiloivien rakenteiden (lihakset ja neuraalinen säätely) on otettava enemmän stabiloivaa roolia liikeradan keskivaiheilla. (Hess 2000, 64-65; Davies ym. 2006, 134; Veeger & Helm 2007, 2122.)

### 3.2 Olkapään aktiiviset stabiloivat rakenteet

Lihakset ja neuraalinen kontrolli muodostavat olkapään aktiivisen stabilaation. Yhdessä näitä rakenteita kutsutaan neuromuskulaariseksi kontrolliksi. Glenohumeraalinivelen primaarit stabiloivat lihakset ovat rotator cuff lihakset (m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor, m. subscapularis), m. deltoideus ja m. biceps brachii pitkän pään jänne. Glenohumeraalinivelen sekundaariset stabiloivat lihakset ovat m. teres major, m. latissimus dorsi ja m. pectoralis major. Näiden lihasten tärkeä tehtävä on stabiloida humeruksen pää cavitās glenoidalikseen yläraajan aktiivisissa liikkeissä. (Wilk ym. 1997, 373.)

Edellä mainitut lihakset toimivat agonisti / antagonisti –suhteessa tuottaakseen liikkeen yläraajaan samalla stabiloiden glenohumeraaliniveltä. Näin muodostuu lihasten välille voimapareja. Kaksi yleisimmin kuvattua voimaparia olkapäässä ovat m. subscapularis, jonka voimapari on m. infraspinatus / m. teres minor sekä m. deltoideus, jonka voimaparit ovat inferioriset rotator cuff lihakset. (Wilk ym. 1997, 373.)

Tärkeässä osassa ovat myös rotator cuffin, nivelkapselin sekä ligamenttien yhteistoiminta. Rotator cuff –lihasten jänneet yhdistyvät nivelkapseliin muodostaen aktiivisen ja passiivisen tuen glenohumeraaliniveleen. Rotator cuff –lihasten supistuessa kiristyvät myös kapseli- ja ligamenttirakenteet parantaen edelleen nivelen stabiliteettia. (Wilk ym. 1997, 374.)

Passiivisten (staattinen) ja aktiivisten (dynaaminen) stabiloivien rakenteiden sekä neuromuskulaarisen järjestelmän yhteistoiminta on erittäin tärkeää toiminnallisen dynaamisen stabiliteetin säilyttämisessä. Tämän yhteistoiminnallisen järjestelmän perimmäinen tarkoitus on säilyttää tai palauttaa

nivelen homeostaasi eli tasapaino jonkin sen rakenteen pettäessä. Tähän tavoitteeseen keho pääsee käyttämällä reflektorista säätelyä (feedback ja feed-forward –mekanismeja). (Davies ym. 2006, 134.)

### 3.2.1 Feedback ja feed-forward –mekanismeja

Neuromuskulaarinen järjestelmä voidaan jakaa kolmeen eri komponenttiin: sensoriset elimet, hermoradat ja lihakset. Tätä neuromuskulaarista järjestelmää kuvataan tyypillisesti feedback ja feed-forward –mekanismeilla. (Williams ym. 2001, 547.)

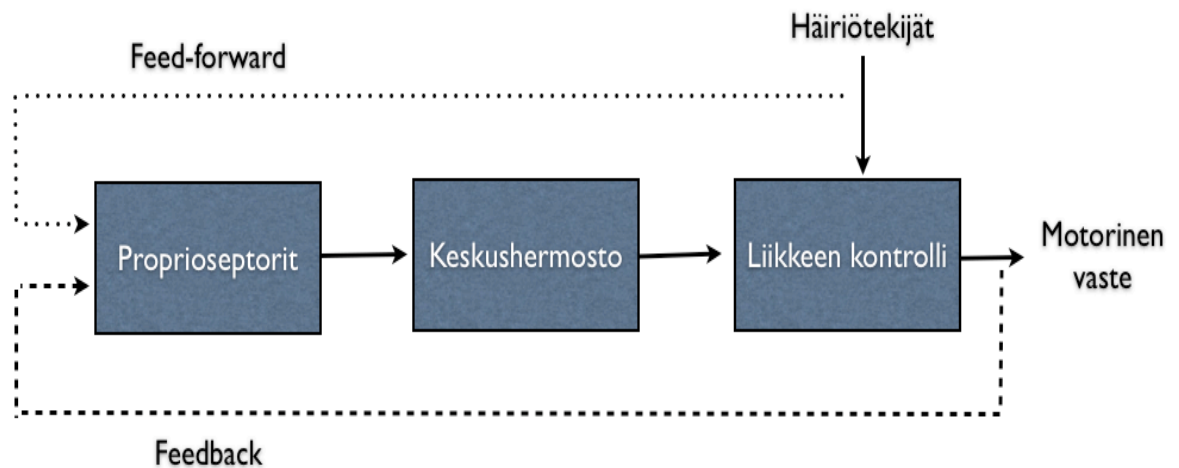
Feedback-mekanismi toimii siten, että keho saa informaatiota staattisten ja dynaamisten komponenttien sisällä olevista sensoreista, jotka tarkkailevat tiettyjä muuttujia, ja lähettävät tiedon käsiteltäväksi koko systeemin kontrolloijalle. Kontrolloija arvioi tulleen tiedon ja vertaa sitä aikaisemmin opittuihin vertailuarvoihin. Jos näissä arvoissa on eroa, tulkitaan se virhesignaalksi. Vasteena virhesignaalkille kontrolloija pyrkii palauttamaan nivelen tasapainon (homeostaasin) kompensatorisen refleksin avulla. Tähän päästään lukuisten refleksien kautta jotka jatkuvasti säätelevät lihasten aktiiviteettia päästäkseen haluttuun korjaavaan vasteeseen. (Williams ym. 2001, 547.)

Feed-forward –mekanismi toimii myös saamalla informaatiota staattisten ja dynaamisten komponenttien sisällä olevista sensoreista. Nämä sensorit toimivat ennakkoiden mahdollisia häiriötekijöitä. Kontrolloijaa varoitetaan mahdollisesta häiriötekijästä, josta pannaan toimeen valmistava käsky toimintoihin, joilla pyritään välttämään nivelen homeostaasin järkkäminen. Motorinen vaste valitaan aikaisempien, samantyyppisten, kokemusten perusteella. (Williams ym. 2001, 547.)

Feedback ja feed-forward –mekanismien yhdistyminen on hierarkkinen järjestelmä, joka lähtee solutasolta, etenee elintasolle joka johtaa neuromuskulaariseen kontrolliin johtaen edelleen lopulliseen päämääräänsä stabiloida nivel (kuviokuva 3). Neuromuskulaarinen kontrollijärjestelmä koostuu



monimutkaisesta yhteistoiminnasta sensorisen ja motorisen järjestelmän, sentraalisen integraation sekä keskushermoston prosessointikeskusten välillä. Näitä kutsutaan yhdessä sensorimotoriseksi järjestelmäksi. (Davies ym. 2006, 135.)



KUVIO 3. Feed-forward ja feedback –mekanismien vaikutus liikkeen kontrolliin (muokattu Williams ym. 2001, 547 mukaan).

Sensorista komponenttia nimitetään usein proprioseptiikaksi, mikä pitää sisällään asento- ja liiketunnon aistimisen. Motorista vastetta kutsutaan neuromuskulaariseksi kontrolliksi, mikä pitää sisällään koordinoitua liikettä ja liikemallit, jotka pannaan toimeen keskushermostosta vasteena sinne tulevalle proprioseptiselle tiedolle. (Davies ym. 2006, 135.)

Sensorimotorinen järjestelmän toiminnassa on jatkuva yhteistoiminta sensorisen komponentin (afferentti) ja motorisen vasteen (efferentti) välillä. Yksinkertaistetussa esimerkissä sensorimotorinen systeemi aktivoituu, kun sensorinen reseptori stimuloituu jostain häiriötekijästä, joka muuttaa nivelen homeostaasia. Vasteena sensorinen (afferentti) informaatio lähetetään keskushermostoon käsiteltäväksi. Keskushermostossa suunnitellaan ja lähetetään eteenpäin korjaava motorinen vaste. Tämä vaste johtaa lihasten yhteistoiminnalliseen hallittuun toimintaan, jolla saavutetaan uudestaan nivelen homeostaasi ja toiminnallinen stabiliteetti. (Davies ym. 2006, 135.) Täten niiden yhteistoiminta johtaa nivelen asennon tunnistamiseen (proprioseptiikkaan) sekä kykyyn tuottaa lihaksen jännittyminen nivelen stabiloimiseksi ja / tai muuttaa

nivelen asentoa estääkseen humeruksen pään liiallista translaatiota (Wilk ym. 1997, 374).

### 3.2.2 Proprioseptiikka

Nivelen liikkeiden ja asennon tunnistaminen on sensorimotorisen järjestelmän fysiologinen prosessi, jota kutsutaan proprioseptiikaksi. Proprioseptiikka ja asennon kontrolli ovat neuromuskulaarisen järjestelmän kaksi komponenttia, jotka ovat riippuvaisia afferentin tuottamasta informaatiosta. Proprioseptiikka on mekanoreseptoreiden, eli sensorisen järjestelmän tuntoelinten, keräämän tiedon tuotos. Häiriö mekanoreseptoreiden toiminnassa vaikuttaa proprioseptiikkaan, mikä vaikuttaa negatiivisesti asennon hallintaan. Mekanoreseptoreita on ihossa, nivelissä, ligamenteissa, jänteissä ja lihaksissa. Mekanoreseptorit voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden sijainnin perusteella: nivel-, iho- ja lihasreseptorit. (Chmielewski, Hewett, Hurd & Snyder-Mackler 2007, 375-376.)

Nivelen reseptorit jaetaan edelleen neljään eri tyyppiin sen perusteella mihin ärsykkeeseen ne reagoivat. Ne voidaan myös jakaa: 1) sen mukaan koska ne ovat aktiivisia (staattinen, dynaaminen tai molemmat), 2) sen mukaan koska ne saavuttavat aktivaationsa (matala-intensiteettinen tai korkea-intensiteettinen), sekä 3) sen mukaan jäävätkö ne aktiivisiksi ärsykkeen tultua (hitaasti adaptoituva) vai antavatko ne nopean vasteen ja jäävät sitten hiljaisiksi (nopeasti adaptoituva). Nivelen keskiasennoissa nivelreseptoreiden on osoitettu olevan ainoastaan hieman aktiivisia. (Davies ym. 2006, 135.) Tutkijat ovat löytäneet nivelreseptorien olevan aktiivisimmillaan nivelkulmien äärirajoilla. Tällöin ne tuottavat motorisena vasteena varoitussignaalin suojatakseen niveltä vaurioitumiselta. (Shumway-Cook & Woollacott 2007, 55.)

Ihoreseptorit ovat sensorimotorisen järjestelmän ihossa olevia komponentteja. Näiden reseptorien ärsykkeeseen aktivoituminen tapahtuu mahdollisen mekaanisen tai lämpötilaan liittyvän uhan tunnistamisessa. Tällöin voi tapahtua niin kutsuttu väistöheijaste. Ihoreseptoreiden tärkeys asentotunnon aistimisessa ei ole täysin selvillä ja vaatii lisätutkimusta. (Davies ym. 2006, 135.)

Lihaksissa olevia reseptoreita ovat Golgin jänne-elin ja lihaskäämi (spindel). Golgin jänne-elimet aistivat lihaksen jännityksen muutosta (venytys tai supistuminen). Ne sijaitsevat lihas-jänneliitoksessa ja lähettävät jatkuvasti tietoa jokaisesta lihaksesta keskushermostolle. Yksi Golgin jänne-elin yhdistyy 15-20 lihassyhyyn ja on kooltaan 1 mm pitkä ja halkaisijaltaan 0.1 mm. Ne reagoivat jopa 2-25 gramman voiman muutoksiin. Golgin jänne-elimien tärkeä reflektorinen tehtävä on inhiboida liian kovan lihassupistuksen aiheuttama vaurioituminen. Lihaksen väsyessä myös Golgin jänne-elimien toiminta heikkenee alentaen sen reflektorista vastetta. (Shumway-Cook & Woollacott 2007, 53-55.)

Lihaskäämit (spindelit) ovat lihaksen sisällä olevia erikoistuneita reseptoreita. Ne tunnistavat jatkuvasti lihaksen pituutta sekä muutoksia lihaspituudessa. Kun lihas venyy nopeasti, ne aiheuttavat dynaamisen venytysheijasteen lihaspituuden muuttamiseksi agonistilihaksen (saman puolen lihas) supistumisheijasteena. Teoriassa tarpeeksi iso häiriö (esim. tönäisy) nivelen stabiiliteetissa aiheuttaa muutoksen lihasreseptorien aktiviteetissa ja reflektorisena vasteena lihakset nivelen ympärillä supistuvat parantaakseen sen stabiiliteettia ja näin suojaamaan niveltä vaurioitumiselta. (Davies ym. 2006, 136; Shumway-Cook & Woollacott 2007, 53-54.)

On olemassa huomattavaa näyttöä siitä, että lihaksen reseptorit ovat tärkeimpiä nivelen asento- ja liiketuntoa aistivia elimiä keskiliikeradoilla (toiminnallisella liikeradalla). On kuitenkin muistettava että niveltä tukevat passiiviset rakenteet (kapseli, ligamentit, labrum), aktiiviset rakenteet (rotator cuff ja muut lihakset) ja neuraaliset rakenteet (nivel-, iho- ja lihasreseptorit) eivät toimi eristyksissä toisistaan nivelen stabiloimisessa. Ne tuovat yhdessä nivelelle stabiiliteetin afferentin informaation, sentraalisen integraation ja motorisen vasteen kautta neuromuskulaarisen kontrollin säilyttämiseksi. (Davies ym. 2006, 136.)

### 3.2.3 Motoriset radat ja säätelykeskukset

Motorinen rata (motor response pathway) on efferentti vaste sensoriselle informaatiolle (afferentti). Tämä vastejärjestelmä on sensomotorisen

järjestelmän neuromuskulaarinen komponentti. Afferentti informaatio periferian mekanoreseptoreilta käsitellään kolmella eri tasolla keskushermostossa: 1) selkäydin, 2) aivorunko ja pikkuaivot sekä 3) aivokuorella (cerebral cortex). (Willams ym. 2001, 551.)

Suuri määrä sensorista signaalia käsitellään näillä jokaisella ylemmällä tasolla. Sensorinen integraatio on prosessi jossa yhdistetään, kerätään ja muunnellaan sensorinen informaatio. Tämän tiedon avulla tuotetaan tarvittava koordinoitu motorinen vaste. Motorisen kontrollin ylemmät tasot ovat sekä hierarkkisessa että rinnakkaisessa järjestyksessä. (Shumway-Cook & Woollacott 2007, 47-48.) Hierarkkinen järjestys antaa alemman motorisen järjestelmän automaattisesti kontrolloida yksinkertaisempia yleisimpiä motorisia toimintoja, kun ylempi motorinen järjestelmä kontrolloi enemmän tarkkuutta vaativia toimintoja. Rinnakkainen järjestys tarkoittaa sitä, että jokaiselle tasolle tulee oma laskeva motorinen ratansa. (Davies ym. 2006, 137.)

Sensorinen integraatio alkaa selkäydintasolla, jossa tieto käsitellään tiedostamattomalla tasolla. Tältä tasolta lähtevät vasteet ovat selkäydinrefleksejä. Nämä ovat välttämättömiä motorisen kontrollin toimintoja, jotka toimivat suorana motorisena vasteena periferiasta tulevalle sensoriselle informaatiolle 30-50 millisekunnin viiveellä. Sensorinen informaatio tulee afferenttien ratojen kautta ja jakautuu etummaisiiin motoneuroneihin, interneuroneihin sekä selkäytimen takajuuressa sijaitseviin laskeviin ratoihin. Etummaiset motoneuronit koostuvat alfa- ja gammamotoneuroneista. Alfamotoneuronit yhdistävät luustolihakset ja toimivat kiihdyttäen niiden toimintaa. Gammamotoneuronit yhdistävät lihasspindelit, joiden avulla keskushermosto säätelee lihaksen herkkyyttä ja on siten yhteydessä suoraan lihaksen jännitystasoon. Interneuronit säätelevät näiden etummaisten motoneuronien yhdistymistä. Nousevat radat taas vievät ”kopion” afferentista informaatiosta ylemmille tasoille käsiteltäväksi. (Davies ym. 2006, 137; Shumway-Cook & Woollacott 2007, 54.)

Aivorunko, joka yhdistää aivot selkäyttimeen, prosessoi myös sensorisen informaation tiedostamattomalla tasolla. Informaatio, joka saadaan aivorunko- ja pikkuaivotasolle, tulee näkö-, tasapaino- ja somatosensorisista lähteistä.

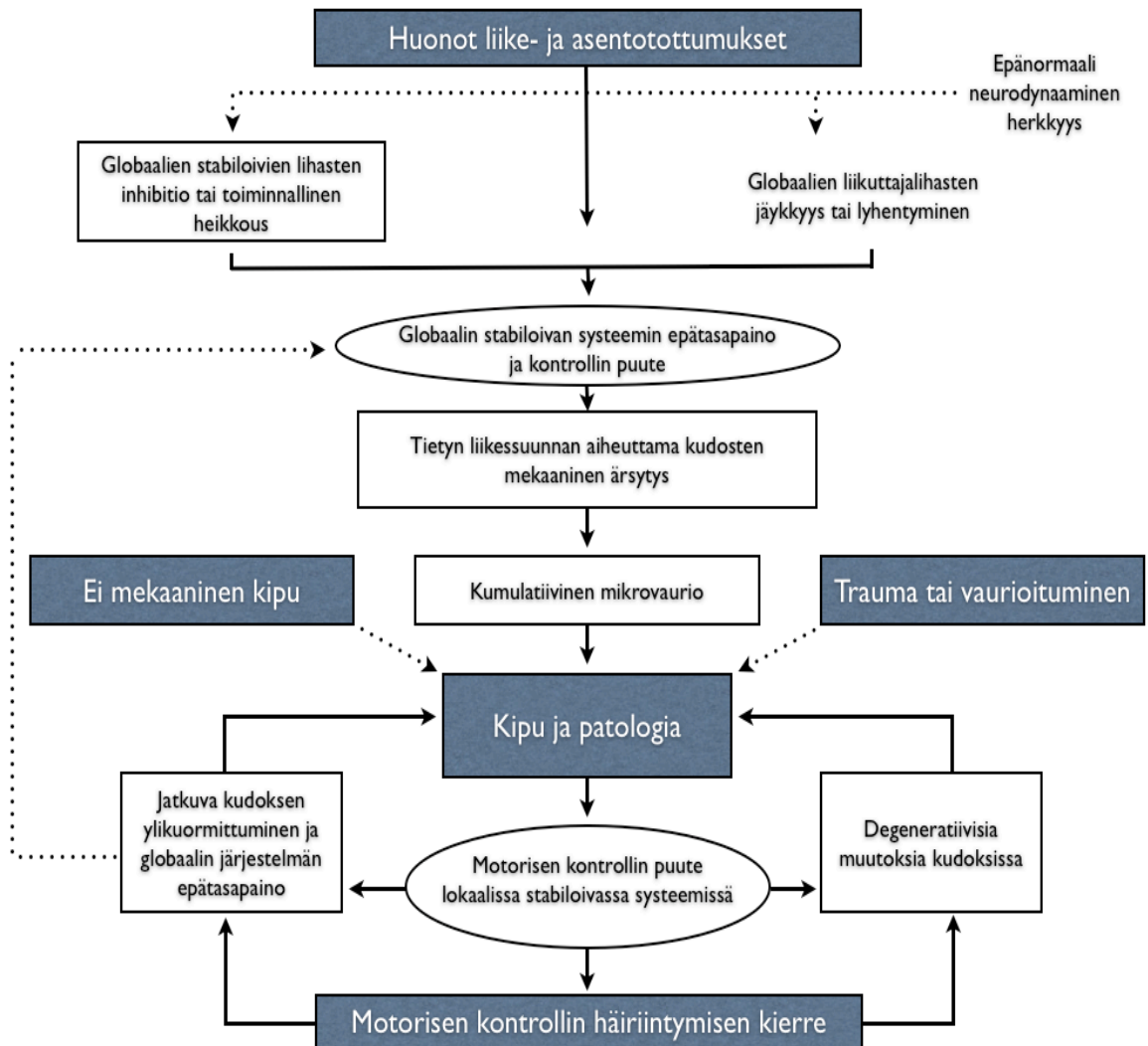
Sensorisen informaation integraatiolla aivorunko ja pikkuaivot voivat suoraan säädellä motoriikkaa, mikä johtaa pystyasennon hallintaan ja useisiin automaatioiksi muodostuneisiin toimintoihin. Tämän heijastekaaren viive on esitetty olevan 50 millisekunnista 80 millisekuntiin. (Davies ym. 2006, 137.) Koska aivorunko ja pikkuaivot ovat keskimmaisina kolmesta ylemmästä säätelykeskuksesta, ne voivat muunnella tarpeen mukaan ylimmältä tasolta tulevia laskevien ratojen signaaleja ja ovat muuntumiskykyisempiä kuin selkäydinrefleksit (Williams ym. 2001, 551). Ne tekevät muuntelun siten että ne vertaavat uusimpaan tulleeseen tietoon ja muuntavat tarvittaessa aivokuoresta tulleen käskyn uudelleen. Mediaalista ja lateraalista laskevaa rataa käytetään viimeisteltyjen motoristen käskyjen lähettämiseen. (Davies ym. 2006, 137.)

Motorisen kontrollin ylin käsittelytaso sijaitsee aivokuorella (cerebral cortex). Aivokuori koostuu sensorisesta ja motorisesta korteksista. Sensorinen korteksi käsittelee periferiasta tulevan sensorisen informaation, ja motorinen korteksi antaa motorisen vasteen informaatiolle. Toteuttaakseen motorisen suunnitelmansa motorinen aivokuori antaa ärsykeitä samanaikaisesti selkäytimelle, aivorunkoon, tyvitumakkeelle (basaaliganglio) ja pikkuaivoihin. Tämän monimutkaisen järjestelmän etuna on sen joustavuus muutoksille. Tämän säätelymekanismin monimutkaisuudesta johtuen käskyt tulevat 80-120 millisekunnin viiveellä. Aivokuori käyttää motorisen vasteen lähettämässä pyramidirataa (kortikospinaalirataa), joka päättyy interneuroneihin. (Williams ym. 2001, 552; Davies ym. 2006, 137.)

### 3.3 Neuromuskulaarisen kontrollin häiriön kehittyminen

Olkapään vähäinen luinen stabilaatio lisää merkittävästi dynaamisen stabiliteetin tarvetta. Jotta olkapään toiminta olisi normaalia, tulee sensorimotorisen järjestelmän toimia oikein neuromuskulaarisen kontrollin ja nivelen stabiliteetin saavuttamiseksi. Sensorimotorisen järjestelmän toiminta häiriintyy merkittävästi väsymisen ja olkapäävaurion seurauksena. Vähentynyt sensorimotorinen toiminta aiheuttaa neuromuskulaarisen kontrollin ja dynaamisen stabiliteetin häiriöitä jos sitä ei kuntouteta. Häiriöt johtavat usein

ongelmakierteeseen, jossa ilmenee olkapään rakenteiden vaurioitumista, lihasten väsymistä ja toiminnan häiriöitä. (Tripp 2008, 507-508.) Vaurioiden on osoitettu vaikuttavan sekä afferentiin (proprioseptiikkaan) että efferentiin (neuromuskulaariseen) kontrolliin (Davies ym. 2006, 141). Seuraavassa kuviossa on liikehäiriöiden syntymisen malli Comerfordin ja Mottrammin (2001b, 23) mukaan (kuvio 4).



KUVIO 4. Liikehäiriön syntymisen malli (muokattu Comerford & Mottram 2001b, 23 mukaan).

Vaurio nivelessä johtaa kudoksen deformaatioon, joka aiheuttaa vaurioita mekanoreseptoreihin ja kollageenisäikeisiin. Vaurioituneet mekanoreseptorit aiheuttavat asentotunnon alentumista ja proprioseptiikan heikkenemistä, joka voi muuttaa motorista vastetta ja vähentää neuromuskulaarista stabiliteettia. Vaurioituneet kollageenisäikeet nivelkapselissa ja ligamenteissa aiheuttavat

mekaanista instabiliteettia. Tämä mekaaninen instabiliteetti yhdessä neuromuskulaarisen kontrollin heikkenemisen kanssa näkyy olkapään toiminnallisena instabiliteettina, joka voi johtaa vääränlaisesta kuormituksesta johtuvaan toistuvaan vaurioitumiseen. (Davies ym. 2006, 143-144.)

Liikehäiriöihin liittyen lihakset voidaan jakaa globaaleihin liikuttajalihaksiin, globaaleihin stabiloiviin lihaksiin sekä lokaaleihin stabiloiviin lihaksiin. Globaalien ja lokaalien lihasten toiminnan häiriöiden on esitetty olevan tuki- ja liikuntaelinten kiputilojen kehittymisen taustalla. Globaalien lihasten toiminnan häiriöillä tarkoitetaan häiriötä lihasten aktivoitumisjärjestyksessä ja muutoksia globaalien liikuttajalihasten ja globaalien stabiloivien lihasten pituudessa suhteessa toisiinsa. Liikerajoitukset ja kompensatoriset liikkeet ovat yhteydessä impingement-oireisiin. Toimintahäiriö lokaaleissa stabiloivissa lihaksissa ilmenee segmentaarisen kontrollin puutteena, esimerkiksi liiallisena translatorisena liikkeenä. Aktiivisten motoristen yksiköiden vajoitus lihasten supistumisen aikana ilmenee lihassupistuksen ajoituksen ja järjestyksen muuttumisena. (Comerford & Mottram 2001b, 20.)

Esimerkiksi glenohumeraalinivelen osalta rotator cuff –lihakset ovat lokaaleja stabiloivia lihaksia ja m. deltoideuksen ollessa globaali liikuttajalihas. M. deltoideus voi jaottelun mukaan olla myös globaali stabiloiva lihas. Lihakset voidaan siis jakaa useammalla eri tavalla. Jaottelu on enemmänkin teoreettinen malli, jolla pystytään selkiyttämään liikehäiriöiden taustaa. (Fusco ym. 2008, 228-229.)

Mekaanisten häiriöiden ja liikkuvuuden (kapselirakenteiden kireyden ja lihasten pituuden muutokset) osuutta motorisen kontrollin häiriöihin on käsitelty jo aikaisemmin kappaleissa 2.2.1 Olkaluun liikehäiriöt impingement-syndrooman aiheuttajana ja 2.2.2 Lapaluun liikehäiriöt impingement-syndrooman aiheuttajana. Myös asentosymmetrian vaikutusta impingement-syndroomaan ja olkapään liikelaajuuteen on käsitelty aikaisemmin.

Kivun uskotaan muuttavan lihasten aktivaatiota ja aktivaatiojärjestystä. Nämä muutokset näyttävät vaikuttavan erityisesti synergistilihasten toimintaan, jotka pitävät yllä nivelen stabilaatiota ja kontrollia. Nivelen kontrollin heikkeneminen

voi altistaa rakenteet biomekaaniselle kuormitukselle, joka johtaa lisävaurioihin tai voi olla syynä kivun kokemiselle. Kivun vaikutuksesta motoriseen kontrolliin on esitetty useampia eri teorioita, jotka ovat ristiriitaisia keskenään. Teoriat eivät pysty täysin selittämään kivun aiheuttamia motorisia vasteita, sen vaikutusta lihasaktivaatioon ja kivun nosiseptista intergaatiota, erityisesti keskushermoston ylemmillä tasoilla (Sterling, Jull & Wright 2001, 135-136; Ludewig & Reynolds 2009, 95-96).

Kivusta puhuttaessa tulee ottaa huomioon, että krooninen kipumekanismi on monimutkaisempi kokonaisuus kuin akuutti kipu ja että kipua selittävät mallit ovat rajalliset kroonisen kivun suhteen. Kivun vaikutuksesta motoriseen kontrolliin esitettyjä teorioita ovat mm. fleksiorefleksi-, vicious cycle- ja kivun adaptaatiomallit. Kivun esitetään vaikuttavan neuromuskulaariseen aktivaatioon, aiheuttavan proprioseptiikan häiriöitä, kivun inhibitiota, lihassyiden muutoksia ja mahdollisia neurofysiologisia muutoksia. (Sterling ym. 2001, 135-142.)

Lihasten käyttämättömyys voi aiheuttaa atrofiaa toonisissa (asentoa ylläpitävä) tyyppin I lihassäikeissä ja muutoksia lihasten pituudessa. Nämä muutokset voivat vaikuttaa esimerkiksi lapaluuta stabiloiviin lihaksiin siten, että niiden on vaikea ylläpitää lapaluun optimaalista asentoa. Kipu voi lisätä fleksiorefleksiä eli lihasspasmia, joka vaikuttaa niveltä liikuttaviin lihaksiin enemmän kuin stabiloiviin lihaksiin ja näin ollen vaikeuttaa liikkeen suorittamista. (Mottram 1997, 123.) Myös emotionaaliset tekijät, kuten pelko, stressi ja keskittyminen voivat muuttaa motorista kontrollia (Fusco ym. 2008, 221; Lentz ym. 2009, 270-276).

Tutkimukset osoittavat, että muutokset lihasten aktivaatiojärjestyksessä ovat yhteydessä kipuun. Muutokset aktivaatiojärjestyksessä johtuvat synergistilihasten inhibitiosta, jolloin toiset lihakset joutuvat omaksumaan niiden roolia. Näiden pinnallisten lihasten käyttäminen syvien tukevien lihasten sijaan voi aiheuttaa nivelen kontrollin häiriintymisen ja stabilaation puutteen. (Richardson & Jull 1995, 2-4; Sterling ym. 2001, 141.)



Epänormaali nivelestä tuleva afferentti informaatio saattaa vaikuttaa gammamotoneuronien hermotukseen sitä alentavasti, mikä johtaa proprioseptiseen vajaukseen ja mahdollisesti siitä johtuva nivelen vaurio voi edelleen vähentää alfamotoneuronien aktivaatiota. Lihasten väsymisen on myös osoitettu vähentävän proprioseptiikan ja kineettisen kontrollin tarkkuutta instabiileissa olkapäissä. On olemassa näyttöä proprioseptiikan vajeen yhteydestä käytännön terapeuttiseen harjoitteluun. Jos potilas tuntee painavamman vastuksen käytön liikkeen hallinnassa helpommaksi, tällöin on kyse hitaiden motoristen yksiköiden vähäisestä rekrytoinnista ja epänormaalista lihasspindelien toiminnasta. (Comerford & Mottram 2001b, 16-17.)

Hartiarenkaan lihasten neuromuskulaarisen kontrollin puutteesta ja lihasten väsymisestä johtuva kipu on usein aamulla lähes kivuton, mutta pahenee iltaa kohden kovaksi. Tulehdukseen viittaava kipu on aamuisin kova, helpottaa päivän aikana liikkeen ansiosta, mutta pahenee iltaa kohden. (Porterfield & DeRosa 2004, 139.)

### 3.4 Impingement-syndrooma ja proprioseptiikka

Olkapään impingement-syndrooman on osoitettu vaikuttavan olkapään proprioseptiikkaan. Machner ym. (2003, 85-88) tutkivat proprioseptiikan muutosta impingement-potilailla. Tutkimuksessa arvioitiin 15 potilasta joilla oli diagnoosina olkapään impingement-syndrooma. Proprioseptiikkaa mitattiin ottamalla selville liikkeen tunnistamiskynnystä. Tulokset osoittivat kinesteettisen tuntoaistin ja proprioseptiikan vähentyneen impingement-olkapään puolella verrattuna terveeseen olkapäähän. Tutkijat epäilivät subacromiaalibursan ja coracoacromiaalisen ligamentin sisältämissä mekanoreseptoreissa olleiden tulehduksellisten muutosten aiheuttaneen proprioseptiikan heikkenemisen. (Machner ym. 2003, 85-88.)

Impingement-syndroomaan liittyy usein olkapään instabiliteettia (Bigliani & Levine 1997, 1855). Olkapään instabiliteetin sekä olkapään traumaattisten dislokaatioiden aiheuttamaa proprioseptiikan muuttumista on tutkittu paljon

(Davies ym. 2006, 141). Smith & Brunolli (1989, 106-112) tutkivat proprioseptiikkaa potilailla, joilla on ollut olkaluun sijoiltaanmeno. Tutkimuksessa löydettiin merkittäviä eroja olkapään dislokaatio-potilaiden asentotunnossa ja kynnyksessä tuntea liikettä terveisiin verrokkeihin verrattuna (Smith & Brunolli 1989, 106-112).

Lephart, Warner, Borsa & Fu (1994, 371-380) tutkivat kinesteettistä tuntoa ja passiivisesti tehdyn nivelkulman uudelleen toistamista ulko- ja sisäkierrossa kolmessa eri testiryhmässä: normaalit olkapäät, instabiilit olkapäät ja kirurgisesti korjatut olkapäät. Tuloksena oli, että instabiileilla olkapääryhmällä oli merkittävästi huonontunut kineettinen ja nivelen asennon aistiminen verrattaessa verrokkiryhmiin (Lephart ym. 1994, 371-380).

Instabiilien olkapäiden kinesteettistä tuntoa ja nivelen tuntoaistia fleksio-, abduktio-, ja ulkorotaatio suuntiin on myös tutkittu (Zuckerman, Gallagher, Cuomo & Rokito 2003, 105-109). Tutkimuksessa löydettiin merkittävää proprioseptiikan heikkenemistä instabiileissa olkapäissä verrattuna vastakkaiseen normaaliin olkapäähän (Zuckerman ym. 2003, 105-109).

Forwell & Carnahan (1996, 111-119) tutkivat olkapään instabiliteetin vaikutusta proprioseptiikkaan. Testihenkilöiden oli liikutettava yläraaja tiettyyn asentoon silmät auki, silmät kiinni sekä silmät kiinni kun samalla m. deltoideuksen posterioriseen osaan annettiin tärinäimpulsseja. Tuloksena oli, että tärinäimpulsseja annettaessa lihasspindelit eivät toimineet normaalisti instabiileissa olkapäissä, mikä viittaa proprioseptiikan häiriintymiseen. (Forwell & Carnahan 1996, 111-119.)

### 3.5 Nivelvaurio ja muuttunut neuromuskulaarinen vaste

Proprioseptiikan ja liikeaistin muuttumisen lisäksi nivelvaurio voi aiheuttaa myös muutoksia neuromuskulaariseen vasteeseen (Lephart & Henry 1996, 71-87). Vähentynyt m. deltoideuksen etuosan ja keskiosan aktiviteetti olkaluun fleksiossa ja abduktiossa on osoitettu instabiileissa olkapäissä (Kronberg,

Broström & Németh 1991, 181-192). Lisääntyntä aktiviteettia on taas havaittu m. supraspinatuksessa ja m. biceps brachiissa samanaikaisesti alentuneen m. subscapulariksen, m. pectoralis majorin sekä m. latissimus dorsin aktiivisuuden kanssa EMG:llä mitattuna anteriorisesta instabiliteetistä kärsivillä (Glousman ym. 1988, 220-226).

Henkilöillä, joilla on anteriorista glenohumeraalista instabiliteettia, on havaittu huomattavasti vähentynyt m. supraspinatus aktiviteetti olkapään fleksio ja abduktio liikkeissä, sekä m. serratus anteriorin aktiviteetissa abduktiossa, fleksiossa ja scaption liikkeissä (McMahon ym. 1996, 118-123). M. biceps brachiin on osoitettu ottavan instabiilissa olkapäässä stabiloivaa roolia muilta lihaksilta erityisesti loppuliikeradoilla (Kim, Ha, Kim & Kim 2001, 864-868). Nämä ja aikaisemmin mainitut tutkimukset osoittavat vaurioiden haitallisen vaikutuksen sensorimotorisen systeemin kykyyn tunnistaa informaatio oikein sekä kehittää oikeanlainen motorinen vaste (Davies ym. 2006, 143).

## 4 TERAPEUTTISEN HARJOITTELUN VAIKUTTAVUUS JA KEINOT IMPINGEMENT-SYNDROOMASSA

### 4.1 Impingement-syndrooman terapeuttisen harjoittelun vaikuttavuus

Impingement-syndrooman terapeuttinen harjoittelu on todettu vaikuttavaksi hoitomuodoksi systemaattisissa kirjallisuuskatsauksissa (Grant, Arthur & Pichora 2004, 274-299; Michener, Walsworth & Burnet 2004, 152-164; Kuhn 2009, 138-160). Michener ym. (2004, 152) tutkimuskatsauksessa käytettiin randomoituja kontrolloituja tutkimuksia sekä kliinisiä tutkimuksia, jotka vertailivat fysioterapiassa käytettyjä hoitomuotoja toisiinsa, leikkaushoitoon, plaseboon tai potilaisiin jotka eivät saaneet hoitoa. Tutkimuksia käytiin läpi kaikkiaan 635, joista 12 täyttivät lopulliset valintakriteerit. Valintakriteerit sisälsivät seitsemän aihealuetta: tutkimuksen asettelu, potilasryhmä, interventio, tulos, analyysi, suositukset sekä perustelut hakusanoille. Tutkimukset pisteytettiin 23 kohdan tarkistuslistalla, josta oli mahdollisuus saada maksimissaan 46 pistettä. Tutkimuskatsaukseen valittujen tutkimusten pistekeskiarvo oli 37,6. (Michener ym. 2004, 152-164.)

Terapeuttinen harjoittelu on impingement-syndrooman fysioterapian tutkituin osa-alue. Michener ym. (2004, 160) tutkimuskatsauksen mukaan impingement-syndrooman terapeuttiset harjoitusohjelmat pitävät sisällään hartiarenkaan anterioristen ja posterioristen rakenteiden venytyksiä, lihasten rentouttamistekniikoita, motorisen kontrollin harjoittelua oikeiden liikemallien oppimiseksi sekä rotator cuffin ja scapulaa liikuttavien lihasten harjoitteita. Tutkimuskatsauksen mukaan terapeuttinen harjoittelu auttaa lievittämään kipua, parantaa potilaan hyvinvointia, toimintakykyä, lihasvoimaa, hartiarenkaan liikelaajuutta ja yläraajan toiminnallisuutta. (Michener ym. 2004, 160.)

Terapeuttisen harjoittelun vaikuttavuutta verrattuna leikkaushoitoon on myös tutkittu (Brox ym. 1993, 899-903; Brox ym. 1999, 102-111; Haahr ym. 2005, 760-764; Haahr & Andersen 2006, 1-5). Brox ym. (1993, 899; 1999, 105-110) saivat tulokseksi, että leikkaushoidolla ja terapeuttisella harjoittelulla saadaan

merkittäviä tuloksia ja ovat yhtä tehokkaita impingementin hoidossa. Haahr ym. (2005, 760) saivat randomoidussa kontrolloidussa tutkimuksessaan samankaltaisia tuloksia kuin Brox ym. (1999, 102-111) aikaisemmin, mutta heillä oli 4-8-vuoden seuranta-aika. Myös heidän tutkimuksessaan terapeuttinen harjoittelu oli leikkaushoidon kanssa yhtä tehokas vaihtoehto. Leikkaushoidossa olleilla potilailla oli ensimmäisen vuoden aikana enemmän sairaspöissaoloja, kuin terapeuttisessa harjoitteluryhmässä olleilla potilailla. (Haahr ym. 2005, 760; Haahr & Andersen 2006, 1-5.) Myös kuuden viikon mittaisella terapeuttisella harjoittelulla on saatu parannusta kipuun, potilastyytyväisyyteen ja olkapään toimintaan (McClure ym. 2004, 832-848).

#### 4.2 Impingement-syndrooman terapeuttisen harjoittelun yleiset periaatteet

Terapeuttinen harjoittelu koostuu monesta hyvin tunnetusta harjoittelun periaatteesta, kuten lihasten toiminnallisten vaatimusten palauttaminen, sydän- ja verenkiertoelimistön kunnan parantaminen sekä nivelten ja lihasten joustavuuden parantaminen. Harjoittelu voi myös lievittää kipua useiden paikallisten ja fysiologisten vaikutusten kautta. Mahdollisimman sopivien harjoitteiden valitsemiseksi tulee ottaa huomioon lihastyön tyyppi (konsentrinen, eksentrinen, isometrinen), harjoitteen alkuasento, vastuksen määrä, toistojen määrä ja harjoittelun progressio. (Richardson & Jull 1995, 2, 4.)

Porterfield & DeRosa (2004, 163-165) esittävät olkapääpotilaan fysioterapiassa otettavan huomioon neljä yleistä periaatetta. Periaatteet ovat: 1) paranemisympäristön optimoiminen, 2) vahingoittuneen ja terveen kudoksen anatomisen suhteen palauttaminen, 3) normaalin toiminnan ylläpitäminen terveessä kudoksessa ja 4) liiallisen rasituksen estäminen vahingoittuneessa kudoksessa. Kudoksen normaali paranemisaikataulu tulee myös ottaa huomioon kaikissa muskuloskeletaalisissa ongelmassa. (Porterfield & DeRosa 2004, 162-165.)

Ensimmäinen periaate, paranemisympäristön optimoiminen, tapahtuu mikroverenkierron parantamisella, joka saavutetaan usein parhaiten ohjatulla ja

kontrolloidulla liikkeellä. Mikroverenkierron paranemiseen vaikuttaa vaurion sijainti ja potilaan ikä. Toisella periaatteella, eli vahingoittuneen ja terveen kudoksen anatomisen suhteen palauttamisella, tarkoitetaan harjoitteita, jotka kuormittavat vahingoittuneita kudoksia siten, että ne kiihdyttävät toiminnallista paranemista ja kudokset alkavat vähitellen toimimaan yhdessä ympäröivien rakenteiden kanssa. Vahingoittuneen kudoksen voima-, pituus- ja liikeominaisuuksien palautuminen on tärkeää nivelen oikeanlaiselle kuormittumiselle. (Porterfield & DeRosa 2004, 163-165.)

Kolmas periaate, normaalin toiminnan ylläpitäminen terveessä kudoksessa, on liikkeen ja kudoksen kuormittamisen oikea annostelu. On muistettava, että liiallisen ja liian vähäisen aktiivisuuden välillä on hyvin pieni ero. Esimerkiksi degeneroitunut ja kivulias rotator cuff voi tulla oireettomaksi, mutta sen rasituksen sietokyky ei välttämättä ole huomattavasti muuttunut. Neljännen periaatteen, liiallisen rasituksen estäminen vahingoittuneessa kudoksessa, huomioon ottaminen edellyttää terapeutin tietämystä hoidettavan alueen anatomiasta ja biomekaniikasta. Impingement-syndroomassa huomioon otettavia asioita ovat esimerkiksi m. supraspinatuksen jännettä rasittavat yläraajan asennot. (Porterfield & DeRosa 2004, 163-165.)

Myös psykososiaaliset tekijät ovat tärkeitä terapeutin harjoittelun kannalta. Psykososiaalisten tekijöiden eroilla voi olla erittäin suuri vaikutus palautumisaikaan harjoittelusta ja potilaan oletuksiin kuntoutumisesta. Potilaan motivaatio, stressi ja kyky käsitellä ongelmaa ovat avainasemassa terapeutin harjoittelussa. Näin ollen potilas tulee ottaa huomioon kokonaisuutena fysioterapiaprosessin aikana. (Fusco ym. 2008, 222, 233.)

Terapeutin harjoitusohjelman tulee edetä progressiivisesti. Terapeutista harjoitteluohjelmaa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon voiman ja neuromuskulaarisen kontrollin harjoittaminen sekä liikkuvuuden parantaminen. (Hall & Brody 2005, 78-79.)

### 4.3 Voimaharjoittelu impingement-syndroomassa

Impingement-syndrooma aiheuttaa pitkittyessään voimantuoton vähentymistä sekä aktivoitumisjärjestyksen muutoksia hartiarenkaan lihaksissa (Cools, Witvrouw, Mahieu & Danneels 2005, 106-107; Moraes, Faria & Teixeira-Salmela 2008, 48). Voimaharjoittelussa progressio tarkoittaa asteittaista kuorman lisäämistä. Seuraavat asiat tulee ottaa huomioon kun halutaan lisätä voimaa, kehittää kestävyyttä ja lisätä lihaksen hypertrofiaa: 1) vastuksen lisääminen, 2) toistomäärän lisääminen, 3) toistonopeuden vaihtelu, 4) sarjojen välisen tauon pituuden vaihtelu sekä 5) volyymin vaihtelu (harjoituksen toistojen + kuorman + sarjojen yhteistulos). Progressiivisen harjoittelun tuotoksena saadaan lihaksen voimaa ja poikkipinta-alaa kasvatettua jatkuvan kehityksen kautta. (Ingham 2006, 152-153; Lombardi ym. 2008, 615-616.) Progressiivinen voimaharjoittelu –termiä käytetään vielä vähän fysioterapian alueella (Lombardi ym. 2008, 615-616).

Hartiarenkaan lihasten lihassolujakaumaa on tutkittu tuoreissa tutkimuksissa. Lihassolut voidaan jakaa hitaisiin (tyyppi I) ja nopeisiin (tyyppi II) lihassoluihin (Srinivasan, Lungren, Langenderfer & Hughes (2007, 144). Ikääntyneillä tehdyssä tutkimuksessa rotator cuff lihasten hitaiden lihassolujen (tyyppi I) määrä oli keskiarvoltaan 44 prosenttia (Lovering & Russ 2008, 674). Srinivasan ym. (2007, 144-149) tutkivat keski-ikältään 50-vuotiaiden lihassolujakaumaa. He saivat selville, että lihassolujakaumat vaihtelivat suuresti hartiarenkaan lihaksissa. Suurimmassa osassa hartiarenkaan lihaksia hitaita lihassoluja (tyyppi I) oli 30-50 prosenttiin. (Srinivasan ym. 2007, 144, 147.)

Irlenbusch & Gansen (2003, 422-426) tutkivat impingement-potilaiden lihassolujakaumaa m. supraspinatuksessa ja m. deltoideuksessa. He havaitsivat, että impingement vaikutti erityisesti nopeiden lihassolujen (tyyppi II) vähenemiseen. Tutkijat päättelivät tuloksista, että suuri osa impingement-syndroomista johtuu hallinnan puutteesta, koska nopeat lihassolut vastaavat nivelen hienomotorisesta säätelystä ja nopeista reaktioista. (Irlenbusch & Gansen 2003, 425.) Leivseth & Reikerås (1994, 146-149) tutkimuksessa kävi ilmi, että impingement-potilaiden m. deltoideuksen lihassolujen poikkileikkauspinta-ala on pienentynyt sekä natrium-kalium –pumppujen

toiminta heikentynyt. Tutkijat päättelivät tämän olevan seurausta lihasten käyttämättömyydestä ja johtavan glenohumeraalinivelen instabiliteettiin yli 60 asteen abduktiossa. He ehdottivat, että terapeuttisessa harjoittelussa tulisi käyttää spesifejä harjoitteita m. deltoideuksen vahvistamiseksi. (Leivseth & Reikerås 1994, 148-149.)

Edellä mainituista tutkimuksista voimme päätellä, että harjoittelua tulee suorittaa sekä lyhyillä ja nopeilla suorituksilla että pitkäkestoisemmilla sarjoilla, jotta taataan lihaksen monipuolinen kehittyminen (molempien lihassolutyyppien kuormittaminen). Voimme myös päätellä, että koska nopeita lihassoluja on enemmän suhteessa hitaisiin ja niiden on todettu erityisesti vähentyvän impingement-potilailla, tulee myös reaktiokykyyn tähtääviä harjoitteita soveltaa harjoittelussa.

#### 4.4 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittaminen impingementissä

Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittaminen on tärkeä osa olkapään fysioterapiaa (Roy ym. 2009, 181). Muutokset lihasten pituudessa, voimantuotossa ja aktivoitumisjärjestyksessä aiheuttavat kompensatorisia liikkeen toiminnan häiriöitä (Sahrmann 2002, 193). Muutokset lihasten pituudessa vaikuttavat suoraan lihasten voimantuottoon. Pidentynyt lihas ei pysty optimaaliseen voimantuottoon, koska sarkomeerien myofilamentit ovat liian kaukana toisistaan. Lyhentyneessä lihaksessa sarkomeerien myofilamentit ovat jo valmiiksi supistuneena, eivätkä siten pysty lyhentymään tuottaakseen tarpeeksi voimaa. (Sahrmann 2002, 24.) Terapeuttisella harjoittelulla puututaan näihin muutoksiin ja näin saadaan korjattua liikkeen toiminnan häiriöt. (Sahrmann 2002, 193; Comerford & Mottram 2001a, 10).

Tutkimukset osoittavat, että uusien motoristen mallien oppiminen saadaan aikaan harjoittelemalla systemaattisesti ja progressiivisesti harjoitteiden variaatioita. Harjoitteita voidaan muunnella esimerkiksi muuttamalla harjoituksen aloitusasentoa, suoritusnopeutta ja liikkeen suuntaa. Näin saadaan aikaan lisää vastusta, joka luo tehokkaan ja toiminnallisen motorisen mallin.



Toiminnallisten harjoitteiden kekseliäällä ja luovalla muokkaamisella saadaan aikaan paras mahdollinen hermoston mukautuminen. Vielä ei ole pystytty tutkitusti todentamaan tarkkaa toistojen ja sarjojen lukumäärää motoristen mallien muuttamiseksi tai kehittämiseksi, mutta fysioterapeutin tulee ottaa huomioon kuinka monta kertaa päivässä potilas voi tehdä väärän motorisen suorituksen. Oikeiden motoristen mallien oppiminen voi vaatia paljon enemmän kuin 15-45 toistoa, mitä fysioterapeutit usein määräävät. (Tripp 2008, 510-511.) Roy ym. (2009, 180-188) saivat positiivisia tuloksia jo 4 viikon mittaisella voimaharjoitteluun ja erityisesti motorisen kontrollin parantumiseen keskittyvällä harjoitusohjelmalla impingement-potilailla.

#### 4.4.1 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittelun metodit

Neuromuskulaarista kontrollia harjoitettaessa voidaan käyttää useita eri metodeja. Yleensä eri metodeja yhdistellään toisiinsa, mutta niitä voidaan harjoittaa myös erikseen. Metodien valinnassa käytetään potilaan motorisen kontrollin tasoa sekä missä vaiheessa kuntoutusta ollaan (esimerkiksi akuutti vaihe, normaaliin toimintaan palaaminen ja vaativiin toimintoihin, kuten urheiluun, palaaminen). (Chmielewski ym. 2007, 381.) Metodeja voidaan harjoittaa sekä avoimessa että suljetussa kineettisessä ketjussa. Potilaan edistyessä harjoitteiden vaikeudessa noudatetaan myös progressiota. (Davies ym. 2006, 145, 149.)

Neuromuskulaarista kontrollia voidaan harjoittaa monella erityyppisellä harjoitusmetodilla. Tehokkainta on käyttää monipuolista terapeutista harjoittelua. Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittelu voi sisältää voimaharjoittelua, asento- ja liiketunnon harjoittelua, liikkuvuusharjoittelua, perturbaatioharjoitteita ja plyometriaharjoitteita. (Chmielewski ym. 2007, 382.) Teippausta voidaan käyttää lisänä terapeuttisessa harjoittelussa esimerkiksi parantamaan stabiloivien lihasten toimintaa ja vähentämään humeruksen pään superiorista translaatiota (Kneeshaw 2005, 178). Esittelemme tarkemmin tässä mainittuja terapeutin harjoitteiden metodeja kappaleessa 5 Suositukset terapeutin harjoitteluun impingement-syndroomassa.

Motorista kontrollia harjoitettaessa oikea suoritustekniikka on erittäin tärkeä. Terapeutti voi käyttää visuaalista tai verbaalista palautetta oikean suoritustekniikan opettamisessa. Motorista kontrollia harjoittaessa tulee liikettä tehdä ainoastaan väsymiseen asti, tai siihen asti kun potilas ei pysty tekemään suoritusta biomekaanisesti oikein. (Chmielewski ym. 2007, 382.) Koska lihasten väsyminen vähentää proprioseptistä informaatiota, tulee myös lihasten kestävyysominaisuuksia harjoittaa (Voight ym. 1996, 351-352).

#### 4.4.2 Kinesioiteippauksen käyttäminen impingement-potilailla

Kinesioiteippaus on kasvattanut suosiotaan terapiamuotona ja sitä käytetään tuki- ja liikuntaelinvaivojen terapiassa. Kinesioiteippi on suunniteltu jäljittelemään ihon ominaisuuksia ja se on kimmoisaa, venyvää materiaalia. Teippausta voidaan käyttää lievittämään kipua, parantamaan liikelaajuutta, tuomaan proprioseptistä palautetta nivelen asennosta, vähentämään mekaanista ärsytystä vetämällä faskiarakenteita ja pehmytkudosta pois kipu- ja tulehdusalueilta, antaa sensorista stimulaatiota helpottamaan tai rajoittamaan liikettä. (Thelen, Dauber & Stoneman 2008, 389-390.)

Impingement-potilailla kinesioiteippausta voidaan käyttää terapeuttisen harjoittelun lisänä parantamaan suoritustekniikkaa, liikelaajuutta ja vähentämään kipua. Vaikuttavuutta ei voida kuitenkaan yleistää kaikkiin ikäryhmiin ja tutkimuksissa on ristiriitaisia löydöksiä. (Copping & O'Driscoll 2005, 233-234; Thelen ym. 2008, 394.) Jotkut tutkijat esittävät myös ihoreseptoreiden osallistuvan nivelen asennon tunnistamiseen ihon venyttyessä, jolloin olisi perusteltua käyttää teippausta olkapään asentotunnon ja sitä kautta stabiliteetin parantamiseksi. (Davies ym. 2006, 135.)

#### 4.5 Avoimen ja suljetun kineettisen ketjun harjoitteet olkapään fysioterapiassa

Fysioterapiassa käytetään usein sekä avoimen että suljetun kineettisen ketjun harjoitteita. Perinteisesti olkapään terapiassa on käytetty paljon avoimen

kineettisen ketjun harjoitteita, mikä on tarkoituksenmukaista sillä monissa toiminnallisissa tehtävissä yläraaja on avoimen kineettisen ketjun asennoissa. Usein on kannattavaa harjoittaa potilaalla samankaltaisia aktiviteetteja mitä hän tarvitsee päivittäisissä toiminnoissaan kotona, urheilussa tai töissä. Klinikalla tehty tarkka ja spesifisti suunnattu harjoittelu valmistaa potilaan arkipäivän vaatimukseen ja on tärkeä osa fysioterapiaa. Avoimen kineettisen ketjun harjoitteet ovat hyviä lihasvoiman ja -kestävyyden parantamisessa hartiareenkaan alueella. (Davies ym. 2006, 145.)

Viime vuosikymmenen aikana tietoisuus suljetun kineettisen ketjun harjoitteiden käytöstä yläraajan terapeuttisessa harjoittelussa on lisääntynyt. Joidenkin tutkimusten mukaan hartiareenkaan suljetun kineettisen ketjun harjoitteet voivat parantaa dynaamista stabiliteettia sekä harjoittaa reseptoreita, jotka aistivat staattista ja dynaamista stabilaatiota. Proprioseptiset ja neuromuskulaarisesta kontrollista vastaavat mekanoreseptorit ovat maksimaalisesti ärsytyneet kun nivelpinnat ovat painautuneet yhteen, mikä voidaan saavuttaa juuri suljetun kineettisen ketjun harjoitteilla. Jos on tarkoituksenmukaista, voidaan suljetun kineettisen ketjun harjoitteita käyttää terapian alkuvaiheessa stimuloimaan mekanoreseptoreita vaurioituneessa nivelessä ja siten palauttaa neuromuskulaarista kontrollia. (Davies ym. 2006, 145.)

#### 4.6 Liikkuvuusharjoittelu impingement-syndroomassa

Terapeuttisen harjoittelun lisänä käytetään usein mobilisointia ja venyttelyä liikkuvuuden parantamiseksi (Kuhn 2009, 138). Liikkuvuus pyritään normalisoimaan heti fysioterapian alkuvaiheessa (Porterfield & DeRosa 2004, 172; Magee & Zachazewski 2007, 405). Normaalin artrokinematiikan palauttaminen on tärkeä osa olkapään terapiaa. Hartiarenkaan optimaalinen liikkuvuus riippuu acromioclaviculari-, sternoclaviculari-, scapulothorakaalinivelten sekä rintarangan ja ylimpien kylkiluiden liikkuvuudesta. (Magee, Mattison & Reid 2009, 145.) Wang, McClure, Pratt & Nobilini (1999, 925) tutkivat venyttelyn ja voimaharjoittelun vaikutusta scapulan kinematiikkaan. Tuloksena oli, että venyttely yhdistettynä voimaharjoitteluun paransi scapulan

stabiliteettia ja lisäsi glenohumeraalinivelen liikelaajuutta yläraajan elevaatiossa (Wang ym. 1999, 928).

Kireä takakapseli, joka johtaa humeruksen pään liialliseen anterioriseen ja superioriseen translaatioon, on usein yhteydessä impingement-syndroomaan ja instabiliteettiin (McClure ym. 2007, 108). Lisäksi scapulohumeraali- ja scapulothorakaalilihakset vaikuttavat hartiarenkaan kinematiikkaan (Magee ym. 2009, 145). Lihasten ja nivelkapselin vaikutuksista hartiarenkaan liikkuvuuteen on kerrottu tarkemmin kappaleissa 2.2.1 Olkaluun liikehäiriöt impingement-syndrooman aiheuttajana ja 2.2.2 Lapaluun liikehäiriöt impingement-syndrooman aiheuttajana.

## 5 SUOSITUKSET TERAPEUTTISEEN HARJOITTELUUN IMPINGEMENT-SYNDROOMASSA

Terapeuttisen harjoitusohjelman tulee pohjautua kliinisiin löydöksiin sekä olla potilaan tarpeisiin ja tavoitteisiin tähtäävä kokonaisuus. Myös kudoksen luontainen paranemisprosessi on otettava huomioon terapiaa toteutettaessa. Potilaan neuvonta ja biomekaaninen opastaminen ovat myös tärkeä osa fysioterapiaa. Potilaan on tärkeä ymmärtää vamman laatu ja ymmärtää kuinka tärkeä rooli hänellä itsellään on fysioterapiaprosessissa. Määrittämällä saavutettavat, realistiset lyhyen ja pitkän ajan tavoitteet saadaan potilas motivoitua ja sitoutumaan terapiaan. (Porterfield & DeRosa 2004, 162-163, 167.)

Potilaan kivun aiheuttaja voi olla kemiallinen, mekaaninen tai emotionaalinen tekijä. Tämä vaikuttaa siihen, miten olkapäätä lähdetään harjoittelemaan. Jos pääasiallinen kivun aiheuttaja on kemiallinen (kemoreseptorit / biokemiallinen prosessi eli tulehdus) lähdetään liikkeelle sopivalla levolla ja kontrolloidulla liikkeellä. Jos kivun aiheuttaja on mekaaninen ongelma (mekanoreseptorit), voidaan aloittaa aktiivisempi harjoittelu. Jos kivun aiheuttajana ovat emotionaaliset tekijät, potilaan neuvonta on tärkeässä osassa terapiaa. (Porterfield & DeRosa 2004, 165-166.) Tässä työssä käsitelty liikkeen kontrollin häiriöt ovat pääasiassa mekaanisen kivun aiheuttajia. Koska kipuun vaikuttavat useat eri tekijät, eikä voida tietää onko kipu seurausta liikkeen kontrollin häiriöstä tai toisin päin, ei niitä voida täysin erottaa toisistaan.

Impingementin terapeuttisessa harjoittelussa terapeutin tulee ottaa huomioon biomekaanisesti kuormittavat seikat. Erityisesti sellaiset harjoitteet, jotka ahtaavat subacromiaaltilaa (joita on kuvattu tässä työssä aikaisemmin) on jätettävä pois. (Porterfield & DeRosa 214-215.) Tämä on ollut yksi tärkeä kriteeri suosittelemiemme harjoitteiden valinnassa. Voimaharjoitteiksi olemme valinneet EMG-aktiivisimmat harjoitteet eri lihaksille, joita on perusteltua harjoittaa impingement-potilailla.

Voimaharjoittelun kuorman määrittämisessä impingement-potilaille, terapeutin tulee muistaa, että kipu ei ole kudoksen sietokyvyn mittari. Esimerkiksi degeneroitunut ja kipeä rotator cuff voi olla kivuton, mutta ei kestä liiallista räsitusta. Tämän takia progressio aloittaen pienistä kuormista on tärkeää, jotta lisävauriota ei pääse syntymään. (Porterfield & DeRosa 2004, 164.)

Esitämme tässä kappaleessa suositukset voima- ja venyttelyharjoittelun sekä neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamisen progressioon. Haluamme korostaa, että potilas aina otettava huomioon oman tilanteensa, edistymisensä ja impingementin patologiensa kannalta. Suosittelemamme liikkuvuusharjoitteet ovat valittu usein impingement-syndroomassa esiintyvien liikerajoitusten perusteella. Lisäksi olemme jättäneet pois sellaiset liikkuvuusharjoitteet, jotka eivät biomekaanisesti ole suositeltavia impingement-potilaille.

Neuromuskulaarisen kontrollin häiriöiden harjoitteet olemme kohdistaneet impingement-potilailla tehdyistä tutkimuksista ja kirjallisuudesta löytyneiden liikehäiriöiden perusteella. Tältä alueelta ei ole niin tarkkaa tutkimustietoa eikä vertailututkimuksia, että pystyisimme valitsemaan spesifimmän harjoitteen tiettyyn ongelmaan. Annamme kuitenkin suosituksia, jotka pohjautuvat teoriaan, tutkittuun tietoon ja motorisen kontrollin harjoittamisen menetelmiin.

Uskomme, että parhaimpaan lopputulokseen päästään harjoittelemalla aluksi maltillisesti siirtyen myöhemmin progressiiviseen ja monipuoliseen terapeuttiseen harjoitteluun. Terapeuttisen harjoittelun komponenttien, neuromuskulaarisen kontrollin, liikkuvuuden parantamisen ja voimaharjoittelun, tulee kulkea rinnakkain terapian edetessä.

### 5.1 Voima- ja venyttelyharjoitteiden toistomäärät impingement-potilaille

Kuhn (2009, 138-160) määrittäi suositeltavat toistomäärät impingement-potilaiden harjoitusohjelmaan venyttelyn ja voimaharjoittelun osalta. Hän teki systemaattisen tutkimuskatsauksen arvioidakseen eri harjoitteiden käyttöä impingement-syndrooman terapeuttisessa harjoittelussa ja kootakseen

standardoidun näyttöön perustuvan harjoitusprotokollan. Kuhn otti huomioon ainoastaan randomoidut kontrolloidut tutkimukset ja pisteytti ne tietyin kriteerein. Karsinnan jälkeen sopivia tutkimuksia oli yksitoista. Näistä tutkimuksista hän määritteli niissä käytettyjen toistojen ja sarjojen lukumäärät sekä sarjojen välissä olevat palautumisajat venyttelyiden ja voimaharjoitteiden osalta. (Kuhn 2009, 138-160.) Kuhn (2009, 138-160) teki kirjallisuuskatsauksen perusteella seuraavat suositukset impingement-syndrooman terapeuttiseen harjoitteluun:

- 1) Voimaharjoitteita tulee tehdä aluksi 2-3 kertaa viikossa (lisäksi manuaalista terapiaa) (Kuhn 2009, 138-160).
- 2) Kun potilas ei tarvitse enää manuaalista terapiaa ja on edistynyt harjoittelussa, voidaan siirtyä kotiharjoitusohjelmaan, jossa liikkuvuusharjoitteita tehdään päivittäin ja lihasvoimaa 3 kertaa viikossa (Kuhn 2009, 138-160).
- 3) Jokaista voimaharjoitetta tulee tehdä 3x10 toistoa, 60 sekunnin palautusajalla. Vaihtoehtoisesti 3x10 ensimmäisellä viikolla, 3x15 toisella viikolla ja kolmannella viikolla 3x20. (Kuhn 2009, 138-160.)
- 4) Tämän jälkeen harjoituksiin lisätään vastuskuminauhaharjoitteita, joita jokaista tehdään 3x10 toistoa. Scapulaa stabiloiville lihaksille Kuhn suosittelee 1x25 toistoa liikettä kohden. (Kuhn 2009, 138-160.)
- 5) Venyttelyitä tulee tehdä päivittäin 5x30 sekuntia 10 sekunnin palautusajalla jokaisen venytyksen välissä (Kuhn 2009, 138-160).

## 5.2 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittaminen impingement-potilailla

Tripp (2008, 514) on tehnyt seuraavan näyttöön perustuvan suosituksen toiminnan ja sensomotoriikan palauttamiseen olkapääongelmaisille:

- 1) Arvioi ja hoida potilasta kokonaisuutena. Tee potilaasta aktiivinen osallistuja terapiassa. Käytä monipuolista lähestymistapaa ja standartoitua potilaslähtöistä elämänlaadun kyselykaavaketta. Sisällytä terapiaan olkapäähän keskittyvä seurantalomake ja standardoidut

- kliniset mittaukset. (Tripp 2008, 514.)
- 2) Hyödynnä potilaan omaa kuvausta toiminnan vajauksesta selvittääksesi toimintaa rajoittavat tekijät (Tripp 2008, 514).
  - 3) Aseta terapialle potilaslähtöiset, toiminnalliset tavoitteet, jotka perustuvat potilaan omaan aktiivisuuteen (Tripp 2008, 514).
  - 4) Tunnista ja korosta neuromuskulaarista plastisiteettia (hermo-lihasjärjestelmän sopeutuminen) terapian joka vaiheessa. Pyri eroon kompensatorisista motorisista malleista ja pyri luomaan vakaat ja toiminnalliset motoriset mallit. (Tripp 2008, 514.)
  - 5) Harjoituta terapian alusta lähtien kokonaisvaltaisia, toiminnallisia ja potilaslähtöisiä harjoitteita useasti (Tripp 2008, 514).
  - 6) Painota proksimaalista stabiiliteettia, se on yläraajan toiminnan perusta. Yhdistä alaraajojen kineettisen ketjun harjoitteita arviointiin ja harjoitteluun. Harjoita yläraajan toiminnallinen perusta (vartalon ja scapulan kontrolli) aikaisessa vaiheessa ennen distaaliin harjoitteisiin etenemistä asennon hallinnan ja suljetun kineettisen ketjun harjoitteiden kautta. Harjoita scapulan asennon hallinta ja proksimaalinen stabilaatio automaatioksi. (Tripp 2008, 514.)
  - 7) Käytä progressiivista harjoitteiden vaihtelua, jotka tähtäävät kaikkiin terapialle asetettuihin tavoitteisiin. Käytä monimutkaisia, haastavia ja älykkyyttä vaativia tehtäviä. (Tripp 2008, 514.)
  - 8) Sisällytä terapiaan jatkuvaa kehittymisen ja toiminnan arviointia. Käytä standartoitua potilaslähtöistä elämänlaadun kyselykaavaketta, olkapäähän keskittyvää seurantalomaketta ja standardoituja klinisiä mittauksia. (Tripp 2008, 514.)

### 5.2.1 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamisen intensiteetti

Motorisen kontrollin puute ja lihasten aktivoitumisjärjestyksen muutokset, jotka aiheuttavat nivelen kontrollin häiriöitä, on enemmän tunnettu lannerangan, kaularangan ja polven kohdalla (Sterling ym. 2001, 135). Erityisesti lannerangan osalta syvien tukevien lihasten harjoittelu on osoittautunut toimivaksi harjoitusmuodoksi stabilaation harjoittamisessa (O'Sullivan 2000, 2-12). On mahdollista että samaa lähestymistapaa voi käyttää myös muiden



alueiden lihaksiin (Sterling ym. 2001, 142). Stabilaatioharjoittelua suositellaan tekemään pienellä voimalla suhteessa lihaksen maksimaaliseen supistumiskykyyn, jotta harjoitetaan lihasten toonista (asentoa ylläpitävä) toimintaa. Stabiliateettia harjoitellessa tärkeintä on motorinen kontrolli ja lihasten aktivoituminen, eivät voiman ja liikkuvuuden harjoittelu (Comerford & Mottram 2001a, 11).

Tutkijat ovat esittäneet eri voimatasoilla tehtäviä harjoitteita nivelen stabilaation palauttamiseksi. Toonisten lihassolutyyppien (tyyppi I) on esitetty toimivan alle 30-40 % lihassupistuksessa maksimaalisesta voimantuotosta. On myös esitetty, että 25 % aktivaatio pystyy stabiloimaan nivelen. (Richardson & Jull 1995, 5.) O'Sullivanin (2000, 3) mukaan jopa 1-3 % lihassupistus maksimaalisesta voimantuotosta voi riittää stabiloimaan nivelen toiminnallisten aktiviteettien aikana. Haluamme muistuttaa, että edellä mainitut tutkimukset ovat muilta kun olkapään alueelta, jolloin niitä ei voida suoraan yhdistää olkapään stabilaatioon. Luvut antavat kuitenkin suuntaa, kuinka pienellä voimantuotolla voidaan saada tuloksia nivelen kontrolliin ja sitä kautta sen stabilaatioon.

### 5.2.2 Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamisen progressio

Liikkeen toiminnan häiriöiden suunnan arvioimisessa voidaan käyttää esimerkiksi Mottramin (2003, 15-16) tai Caldwell, Sahrmann & Dillen (2007, 551-563) esittämää testaamista ennen harjoitusohjelman suunnittelemista. Testaaminen on tämän työn ulkopuolella, joten emme esittele näitä tutkimismenetelmiä tämän tarkemmin.

Motorisen kontrollin harjoittamisessa pyritään aluksi palauttamaan nivelen kontrolli neutraalissa asennossa (Comerford & Mottram 2001a, 6). Richardson & Jull (1995, 8) sekä Comerford & Mottram (2001a, 7) esittävät stabilaatioharjoitteluun aluksi 10x10 sekunnin matalaintensiteettisen (low load) lihasten jännityksen. Harjoitteet suoritetaan aluksi nivelen neutraaliasennossa, koska lokaalit stabiloivat lihakset kontrolloivat pääasiassa niveltä tässä asennossa. Harjoittelussa on huomioitava, että lihakset aktivoituvat oikein, lihasjännityksessä ei tule kipua ja että jännitys tulee pystyä pitämään

hengitettäessä normaalisti. Myös alkuasentoa voidaan muuttaa oikeanlaisen neuromuskulaarisen vasteen harjoittamiseksi eri asennoissa. (Comerford & Mottram 2001a, 6-7.)

Kun lokaalit stabiloivat lihakset pystyvät stabiloivaan niveltä vaaditun 10x10 sekuntia hallitusti, siirrytään liikkeen kontrollin harjoittamiseen. Liikkeen kontrollin harjoittamista käytetään vähentämään mekaanista ärsytystä, oireiden hallinnassa sekä vääränlaisen patologian purkamisessa. Globaalien stabiloivien lihasten harjoittaminen aloitetaan siihen suuntaan, johon potilaalla on vaikea hallita liikettä (Comerford & Mottram 2001a, 7-9). Liikettä tehdään ainoastaan sellaisella liikeradalla, että pystytään vielä hallitsemaan lokaalien stabiloivien lihasten isometrinen jännitys. Liikkeiden suoritustapa on hidas, jotta liikkeen kontrolli säilyy. Toistoja suositellaan tehtäväksi 15-20 liikettä kohden, kunnes liike alkaa tuntumaan tutulta ja luonnolliselta suorittaa. Tämän jälkeen voidaan siirtyä globaalien stabiloivien lihasten harjoittamiseen. (Comerford & Mottram 2001a, 8.)

Gloaalien stabiloivien lihasten tulee pystyä stabiloimaan niveltä koko liikeradalla. Tämä kontrolli saavutetaan pienellä lihasjännityksellä tehdyillä harjoitteilla. Yhden lihasjännityksen aika on 10 sekuntia ja liikettä toistetaan 10 kertaa. Liikkeen kontrolliin erityisesti eksentrisessä vaiheessa tulee kiinnittää huomiota. Globaaleilla lihaksilla on tärkeä stabiloiva rooli myös rotaatio-suuntaisessa liikkeessä. (Comerford & Mottram 2001a, 9-10.)

Kompensatoristen liikkeiden estämiseksi, tulee globaalien liikuttajalihasten toimintaa hallita siten, että ne eivät dominoi liikettä. Tätä voidaan harjoittaa niin kutsutulla Active Inhibitory Restabilization (AIR) -harjoittelulla. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yläraaja viedään siihen asentoon jossa stabilaatio pettää. Tämän jälkeen terapeutti pitää yläraajan tässä asennossa, ja ohjaa potilaan itse aktiivisesti stabiloimaan niveltä ja pitämään yllä stabilaation. Suositeltava toistomäärä on 3-5 kertaa ja asento pidetään 20-30 sekuntia. Tällöin potilas käyttää proksimaalisia stabiloivia lihaksia ja saa aktivoitua ja vahvistettua oikeiden stabilaatiolihas toimintaa, samalla inhiboiden yliaktiivisten antagonistilihas toimintaa. Tämän jälkeen voidaan siirtyä toiminnallisiin harjoitteisiin. (Comerford & Mottram 2001a, 10-11.) Taulukossa 2

on eri muuttujia, joita terapeutti voi muunnella terapian edetessä progression aikaansaamiseksi (Tripp 2008, 512).

TAULUKKO 2. Muuttujia motoristen mallien harjoittamiseen progression aikaansaamiseksi (muokattu Tripp 2008, 512 mukaan).

Muuttujia motoristen mallien harjoittamiseen progression aikaansaamiseksi	
Muuttuja	Toiminnan progressio
Yhdistetty nivelen liike	Alaraajat ja keskivartalo → lapaluu → glenohumeraalinivel → kyynerpää → koko yläraaja
Lihaskäyttö	Paikallinen isometrinen harjoittelu → reaktiivinen isometrinen harjoittelu → paikallinen isotoninen (liike, jossa vastus pysyy vakiona) harjoittelu → yhdistetty toiminnallinen harjoittelu (isotoninen) → plyometria
Kineettinen ketju	Suljettu → avoin → vaihteleva
Liikkeen tasot	Yksitasoinen liike → monitasoinen liike
Vastuksen vipuvarsi	Lyhyt → pitkä → vaihteleva
Vastuksen lisääminen	Yksitasoinen liike → monitasoinen liike
Vastuksen suunta	Aksiaalinen → vaihteleva
Vastuksen intensiteetti	Matala → korkea → vaihteleva
Harjoitteen suoritusnopeus	Hidas → nopea → vaihteleva
Tukipinta	Vakaa tukipinta → epävaka tukipinta → vaihteleva tukipinta
Visuaalinen palaute	Silmät auki → silmät kiinni
Tuntoaisti palaute	Suojaava tuki → manuaalinen ohjaus → ei tukea

Janwantakul ym. (2003, 67-73) tutkivat miten istuma-asenossa ja makuuasennossa passiivisesti tehdyissä yläraajan harjoitteissa testihenkilöt tunnistivat liikkeen ja asennon. Tuloksena oli, että testihenkilöt tunnistivat istuma-asennossa paremmin yläraajan asennon kuin makuuasennossa. Tutkijat päättelivät tämän johtuvan joko vestibulaarijärjestelmän, oppimisen tai vartalon

luonnonllisen asennon (pystyasennon) vaikutuksesta. Vartalon asento vaikuttaa siis olkapään proprioseptiikkaan, jolloin terapeutti voi ottaa huomioon harjoitteen alkuasennon proprioseptiikkaa harjoitettaessa. (Janwantakul ym. 2003, 67-73.)

### 5.3 Suositeltavia neuromuskulaarisen kontrollin harjoitteita

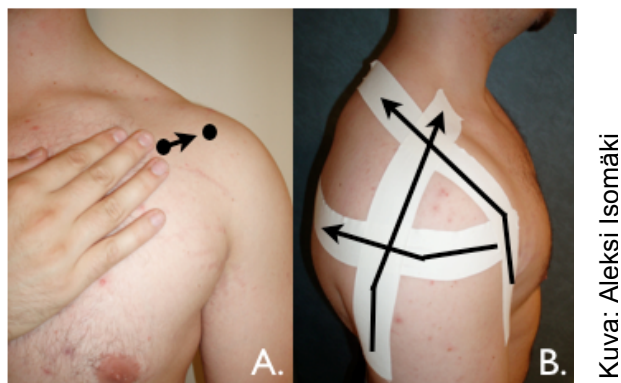
Tässä kappaleessa esittelemme suosituksia neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamiseen. Kappaleessa esitellään harjoitteita scapulan asennon ja hallinnan opettamiseen, kontrollin ja asentotunnon harjoittamiseen, dynaamisia stabilaatioharjoitteita, perturbaatio- ja plyometriaharjoitteita sekä teippaustekniikoita motorisen kontrollin harjoittamiseen. Terapeutti voi halutessaan muokata harjoitteita sopiviksi omaan tarpeeseensa.

#### 5.3.1 Lapaluun optimaalisen asennon opettaminen

Scapulan ideaalisen asennon saavuttaminen ja scapulaa stabiloivien lihasten aktivaatio asennon säilyttämiseksi on tärkeää, koska lapaluun oikea asento takaa cavitas glenoidaliksen oikean asennon. Potilaalle tulee opettaa oikea scapulan asento ja harjoituttaa m. trapeziusta ja m. serratus anterioria stabilaation aikaan saamiseksi. On väärin opettaa potilaalle viemään scapulaa alaspäin ja retraktioon, koska tämä kiertää lapaluuta alaspäin usein liikaa aiheuttaen subacromiaalitalan pientymistä. Kun potilaalle saadaan ohjattua scapulan oikea asento, potilas tietoisesti aktivoi scapulaa stabiloivia lihaksia pitääkseen asennon yllä. (Mottram 1997, 129, 131.) Stabiloivien lihasten harjoittamisessa voidaan käyttää Richardson & Jull (1995, 8) esittämää 10 kertaa 10 sekunnin isometristä pitoa.

Proprioseptiikasta tuleva tieto on tärkeää scapulan kontrollin oppimisessa, joten sitä voidaan fasilitoida eri tekniikoin. Potilas voi seurata katseella acromionin liikettä, kun scapulaa viedään oikeaan asentoon. Lisäksi potilas voi asettaa kätensä m. pectoralis minorin päälle konkretisoimaan liikettä (kuva 5a). Myös

teippausta voidaan käyttää apuna oikean asennon löytämiseksi (kuva 5b). (Mottram 1997, 130-131.)



KUVA 5. A) Lapaluun asennon harjoittelua. B) Teippaustekniikka, jolla voidaan ohjata scapulaa oikeaan asentoon. (Muokattu Mottram 1997, 130-131 mukaan.)

Kun potilas on oppinut scapulan optimaalisen asennon, siirrytään lapaluun dynaamisen hallinnan harjoitteisiin. Potilas asettaa scapulan opetettuun optimaaliseen asentoon ja pitää asennon liikkeen aikana. Humerusta fleksoidaan 90 astetta tai abduktoidaan 60 astetta, ilman scapulothorakaalista liikettä. Harjoitetta tehdään mahdollisimman vähäisellä lihasaktivaatiolla (alle 30 % maksimaalisesta voimantuotosta) ja hitailla toistoilla, jotta fasilitoidaan oikeita motorisia malleja. Kun dynaaminen stabiliteetti on saavutettu, siirrytään korjaamaan scapulohumeraalista rytmiä. (Mottram 1997, 130.) Mottram (1997, 130) esittää seuraavan progression scapulan hallinnan harjoittamiseksi:

- 1) Scapula asetetaan optimaaliseen asentoon yläraajan elevaatiossa (Mottram 1997, 130).
- 2) Scapula asetetaan optimaaliseen asentoon yläraajan elevaatiossa ja pienessä ulkokierrossa (kuva 6) (Mottram 1997, 130).
- 3) Scapula asetetaan optimaaliseen asentoon yläraajan elevaatiossa ja pienessä sisäkierrossa (Mottram 1997, 130).
- 4) Scapula asetetaan optimaaliseen asentoon lyhyellä vipuvarrella (kyynerpää fleksiossa) (Mottram 1997, 130).
- 5) Scapula asetetaan optimaaliseen asentoon pitkällä vipuvarrella (Mottram 1997, 130).
- 6) Scapula asetetaan optimaaliseen asentoon pitkällä vipuvarrella ja lisätyllä vastuksella (Mottram 1997, 130).



Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 6. Lapaluun optimaalisen asennon harjoittelua (muokattu Mottram 1997, 133 mukaan).

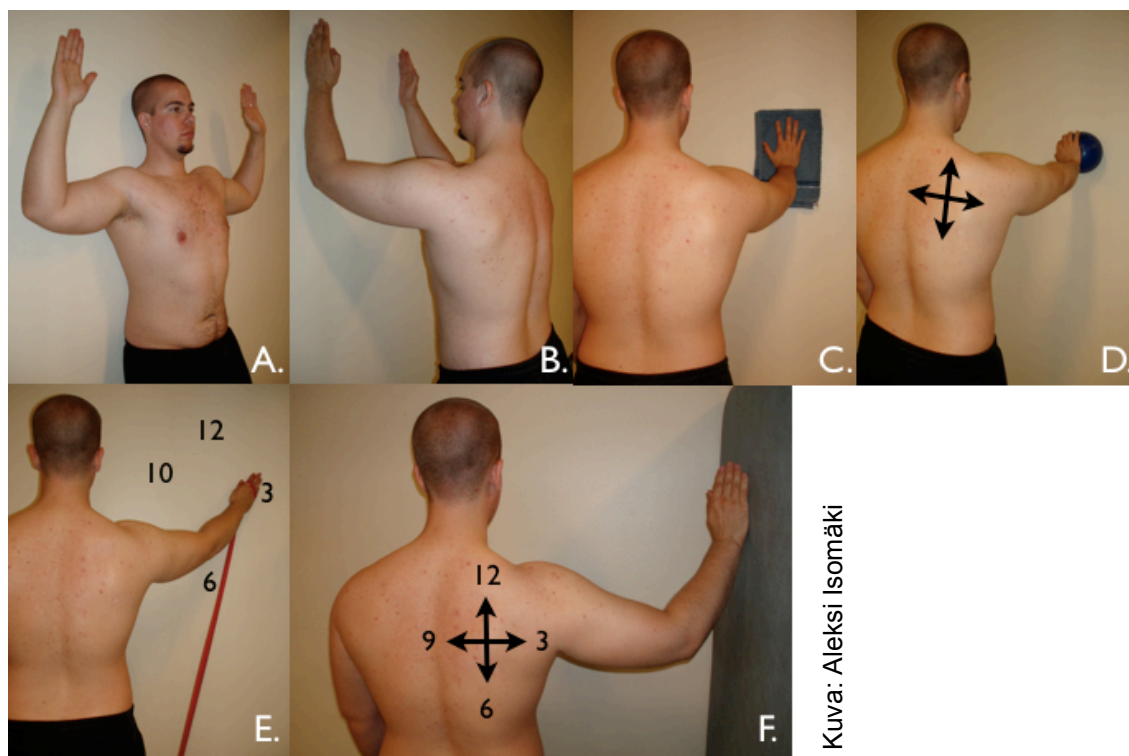
Mottram ym. (2009, 13-18) tutkivat edellä kuvatun harjoitusprogression vaikutusta lapaluun asennon tunnistamiseen terveillä yksilöillä. Viiden minuutin harjoittelulla testattavat saivat tarkasti toistettua opetetun scapulan optimaalisen asennon. Tutkijoiden mielestä tulosta ei voida suoraan yhdistää impingement potilaisiin, koska heillä on proprioseptiikan häiriöitä. Tutkimus antaa kuitenkin suuntaa hallinan harjoittelun vaikuttavuudesta. Tutkijat huomauttavat, että impingement potilailla yläraajan elevaatio voi aiheuttaa kipua harjoitteiden aikana. (Mottram ym. 2009, 13-18.) Tate, McClure, Kareha & Irwin (2008, 4-11) opettivat lapaluun oikean asennon impingement-potilaille. 46 potilaalla kaikkiaan 96 potilaasta kipu lievittyi hieman välittömästi ja voimantuotto parani 26 % potilaista (Tate ym. 2008, 4). Suosittelemme impingement-potilaita ajatellen, että harjoittelu tulee suorittaa kivun sallimissa rajoissa ja että jokaisessa harjoitusliikkeessä huomioidaan lapaluun oikea asento.

### 5.3.2 Lapaluun kontrollin harjoittaminen

Skapulothorakaaliset lihakset ohjaavat scapulaa estääkseen glenohumeraalinivelen sisäisen kompression ja pitääkseen yllä skapulohumeraalisten lihasten toiminnallisen pituuden (Fusco ym. 2008, 227). Lapaluun hallinnan harjoitteet tulee sisällyttää potilaan arkipäivään. Kun potilaalle on opetettu

lapaluun oikean asennon löytäminen, voi häntä rohkaista yhdistämään lapaluun hallinnan arkipäivän askareisiin, kuten lehden sivun kääntämiseen. (Magarey & Jones 2003, 203.) Tällöin harjoiteltava motorinen malli toistuu useammin päivässä, mikä on tehokkaampaa, kuin yhdellä harjoituskerralla tehty harjoittelu (Shumway-Cook & Woollacott 2007, 98-99).

Lapaluun hallinnan harjoitteet tulee suorittaa asennoissa, joissa potilas saavuttaa koko kehon kontrollin ja stabiliteetin. Terapian alusta asti tulee ottaa huomioon vartalon hallinta mukaan harjoitteisiin (m. gluteukset ja m. transversus abdominis). Näin saavutetaan myös scapulothorakaalisten lihasten oikea toiminta ja motoriset mallit. (Magarey & Jones 2003, 203.) Yläraajan oikea toiminta vaatii hyvän proksimaalisen stabiliteetin (Kibler ym. 2000, 258). Seuraavissa kuvissa on esimerkkejä harjoitteista, joita voidaan käyttää lapaluun hallinnan harjoittelussa (kuva 7).



KUVA 7. Lapaluun kontrollin harjoitteita. A) Yläraajan abduktio selkä seinää vasten. B) Yläraajan fleksio seinää vasten. (Muokattu Sahrman 2002, 443-444 mukaan.) C) Wall wash -harjoite. D) Yläraajan fleksio suljetussa kineettisessä ketjussa. E) Kelloharjoite kuminauhalla. (Muokattu Magee ym. 2009, 142, 151 mukaan.) F) Scapular clock -harjoite (muokattu Kibler ym. 2000, 264 mukaan).

### 5.3.3 Fysioterapian alkuvaiheen terapeuttisia harjoitteita

Fysioterapian alkuvaiheessa voidaan rotator cuff -lihaksille tehdä isometrisen hallinnan saavuttamiseksi rytmistä stabilaatioharjoittelua (kuva 8). On tärkeää, että lapaluu on protrakiossa, jotta olkanivel on stabiloituna cavitas glenoidalikseen ja nivel saa proprioseptista palautetta nivelen kompressiosta. Terapeutti voi myös aluksi tukea manuaalisesti glenohumeraaliniveltä. (Magee ym. 2009, 138.)



Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 8. Rytmistä stabilaatioharjoittelua. Harjoitteessa terapeutti liikuttaa yläraajaa eri suuntiin potilaan vastustaessa liikettä. (Muokattu Magee ym. 2009, 138 mukaan).

Jos impingementiin liittyy instabiiliteettia, voidaan rotator cuff lihasten hallintaa harjoittaa niin kutsutulla concavity compression –harjoitteella (kuva 9) (Darlow 2006, 61). M. subscapularis tukee humeruksen päätä anteriorisesti sekä m. infraspinatus ja m. teres minor posteriorisesti cavitas glenoidalikseen ja harjoittamalla näiden lihasten hallintaa voidaan parantaa nivelen stabiliteettia (Magarey & Jones 2003, 196). Darlow (2006, 60-65) tekemässä tapaustutkimuksessa harjoitettiin scapulaa stabiloivia lihaksia ja concavity compression -harjoitetta noin 8 kuukauden pituisessa seurannassa. Tapaustutkimuksessa saatiin erittäin hyvät tulokset toimintakyvyn parantumisessa ja kivun lievittämisessä (Darlow 2006, 64).





Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 9. Concavity compression -harjoite. Terapeutti tekee traktion oikealla kädellä ja tarkkailee m. biceps brachiin, m. pectoralis majorin ja m. subscapulariksen toimintaa vasemmalla kädellä. Potilas pyrkii vastustamaan traktiota ilman isojen lihasryhmien aktivoitumista. (Muokattu Darlow 2006, 63 mukaan.)

#### 5.3.4 Asentotunnon harjoittaminen

Asentotuntoa voidaan harjoittaa esimerkiksi siten, että terapeutti vie nivelen eri asentoihin, jonka jälkeen potilas yrittää toistaa saman asennon (kuva 10). Nivelen asennon tunnistamisen harjoittamisia suositellaan tekemään sekä aktiivisesti että passiivisesti. Passiivisesti tehdyt nivelen asennon tunnistamisen harjoitteet on suunnattu pääasiassa nivelkapselin ja ligamenttien mekanoreseptoreille. Harjoitteita tulee tehdä sekä keski- että loppuliikeradoilla. Aktiivisesti tehdyt nivelen asennon tunnistamisen harjoitteet ovat tärkeitä tahdonalaisen lihassupistuksen takia. Ne aloitetaan keskiliikeradalla, koska silloin lihas- ja jännesäikeet ovat aktiivisimmillaan. (Davies ym. 2006, 146-147.)

Kinesteettistä (liikkeen tunnistamisen) harjoittelua voidaan tehdä siten, että potilas ilmoittaa koska tuntee liikkeen olkapäässään kun terapeutti liikuttaa passiivisesti niveltä. Nivelen asennon tunnistamisen harjoitteita voidaan tehdä sekä avoimessa että suljetussa kineettisessä ketjussa. Harjoitteita voidaan

vaikeuttaa esimerkiksi pistämällä silmät kiinni. (Davies ym. 2006, 146-147.) Suosittelemme, että asentotunnon harjoitteet kannattaa tehdä ennen voimaharjoittelua, koska lihasten väsyminen huonontaa proprioseptiikkaa (Myers, Guskiewicz, Schneider & Prentice 1999, 362-367).

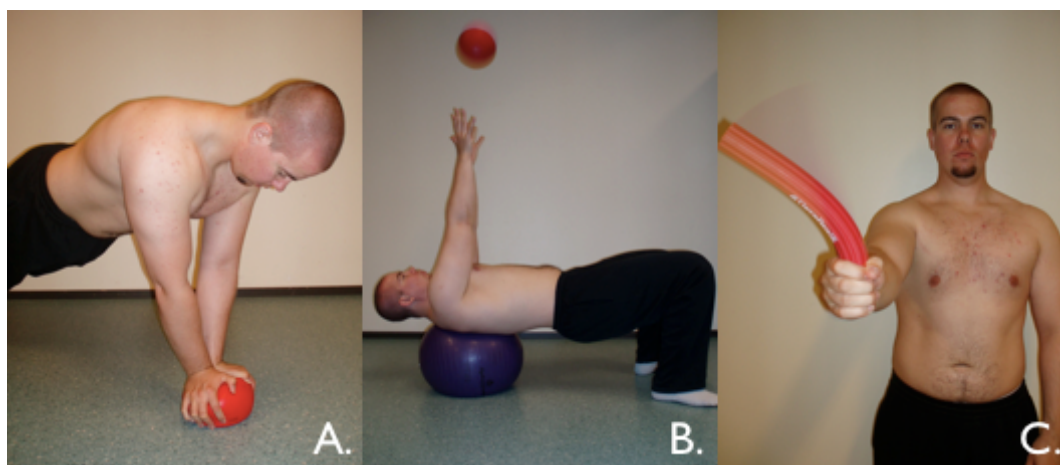


Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 10. Nivelen asennon tunnistamisen harjoite (muokattu Davies ym. 2006, 147 mukaan).

### 5.3.5 Dynaamisen stabilaation harjoitteita

Dynaamisissa stabilaatioharjoitteissa hartiarenkään stabilaatio pyritään säilyttämään liikkeen aikana. Liikkeet tulee suorittaa hitaasti ja kontrolloidusti yli 30 asteen abduktiossa. Harjoittelussa tulee huomioida scapulan kontrolloitu eksentrisen liike yläraajan liikkeiden aikana. Dynaamisen stabilaation harjoitteita voidaan tehdä sekä suljetussa että avoimessa kineettisessä ketjussa (kuva 11). Suljetun kineettisen ketjun harjoitteiden etuna on se, että ne saavat aikaan lihasten kookontraktion, paremman proprioseptiikan ja stabilaation. (Magee ym. 2009, 155-157.)

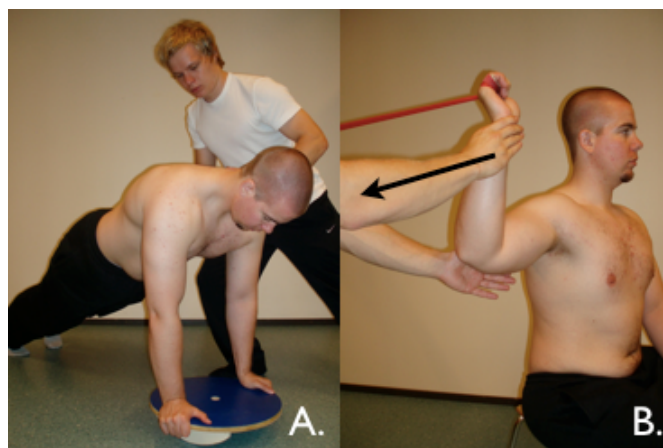


Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 11. Dynaamisen stabiilaation harjoitteita. A) punnerrusasento pallon päällä (muokattu Davies ym. 2006, 149 mukaan). B) Pallon heitto kuntopallon päällä. C) Toiminnallista proprioseptista stabiilaatioharjoittelua Thera-Band FlexBarilla. (Muokattu Magee ym. 2009, 158-159 mukaan.)

### 5.3.6 Perturbaatioharjoitteita

Perturbaatioharjoitteilla tarkoitetaan nivelen asennon häiritsemistä. Niillä voidaan parantaa erityisesti nivelen dynaamista stabiiliteettia ja ennakoivaa motorista vastetta. (Chmielewski ym. 2007, 382.) Perturbaatioharjoitteilla pyritään kehittämään lihasten nopeaa supistumiskykyä. Käytännössä tämä tarkoittaa harjoittelua siten, että potilas ei tiedä mihin suuntaan häntä / olkaniveltä työnnetään, vaan potilaan tulee reagoida tilanteeseen (kuva 12). (Davies ym. 2006, 150.)



Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 12. Perturbaatioharjoitteita (muokattu Davies ym. 2006, 150-151 mukaan).

Perturbaatioharjoittelu auttaa kehittämään lihasten synergististä koo-kontraktiota, lihasten jänteveyttä sekä olkanivelen dynaamista kontrollia. Skapulothorakaali- ja glenohumeraalisten voimaparien synergistiset koo-kontraktio harjoitteet parantavat neuromuskulaarista reaktiokyvyn kontrollia, mikä on lähellä arkipäivässä tarvittavia toimintoja. Lisäksi reaktiiviset vasteet stimuloivat tiedostamattomia reflektorisia vasteita, jotka ovat pakollisia arkipäivässä. (Davies ym. 2006, 150.) Ennalta arvattavat, hitaat ja pieni voimaiset perturbaatiot (häiriöt / asennon muutokset / tönäisyt) ovat vähemmän haastavia kuin yllättävät, vahvat ja nopeat perturbaatiot. Perturbaatioita voidaan soveltaa esimerkiksi potilaan harrastuksiin, kuten heittolajeihin. (Chmielewski ym. 2007, 382.)

### 5.3.7 Plyometriaharjoitteita

Plyometriaharjoitteita (reaktiivinen neuromuskulaarinen harjoittelu) käytetään usein fysioterapian loppuvaiheessa erityisesti urheilijoilla. Plyometriaharjoittelu perustuu lihaksen venymis-lyhenemis -sykliin. Lihaksen esivenytys stimuloi haluttua lihassupistusta. Esivenytyksessä varastoitunut liike-energia siirretään välittömästi voimakkaaksi konsentriseksi lihassupistukseksi. Plyometriset harjoitteet sisältävät seuraavat komponentit: 1) eksentrisen esivenytysvaihe, 2) liikkeen suunnan muuttamisen vaihe ja 3) konsentrisen voiman tuottamisvaihe. Plyometriassa on ideana pitää liikkeen suunnan muuttamisen vaihe mahdollisimman lyhyenä. Tällöin varastoitunut liike-energia saadaan mahdollisimman tehokkaasti siirrettyä voimantuottamiseen. (Chmielewski, Myer, Kauffman & Tillman 2006, 308-310.)

Plyometrinen harjoitteiden ideana on jäljitellä toiminnallisia liikkeitä, kuten heittämistä. Harjoitteet saavat aikaan eksentrisen ja konsentrisen lihassupistuksen, neuraalista adaptaatiota, turruttaa golgin jänne-elimet ja herkistää lihasspindelit, parantaa lihasten jänteveyttä, voimaa ja kestävyyttä. (Davies ym. 2006, 151.) Plyometrisia harjoitteita ei tule käyttää terapian alkuvaiheessa, koska ne ovat nopeasti suoritettavia liikkeitä (Chmielewski ym. 2007, 382). Plyometriset harjoitteet aloitetaan pienellä intensiteetillä ja edetään progressiivisesti voimakkaampiin harjoituksiin. Alkuvaiheen plyometrisia

harjoitteita (kuva 13) tulee tehdä aluksi kolme kertaa viikossa, jos nivel ei ärsyynny ja liiallista lihasarkuutta ei ilmene. (Chmielewski ym. 2006, 314.)



Kuva: Aleksi Isomäki

KUVA 13. Pallon heitto potilaalle. Pallon paino voi vaihdella 0.9 -1.8 kg välillä ja harjoittelussa edetään progressiivisesti. (Muokattu Magee ym. 2009, 159 mukaan.)

Harjoitteita vaikeutettaessa (kuva 14) tulee siirtyä pidempiin palautumisaikoihin jolloin kaksi kertaa viikossa on sopiva määrä ja harjoituskertojen välissä tulee olla vähintään 48-72 tuntia. Harjoituskerralla tehtävien toistojen määrä voi olla jopa satoja intensiteetistä riippuen. (Chmielewski ym. 2006, 314.)



Kuva: Aleksi Isomäki

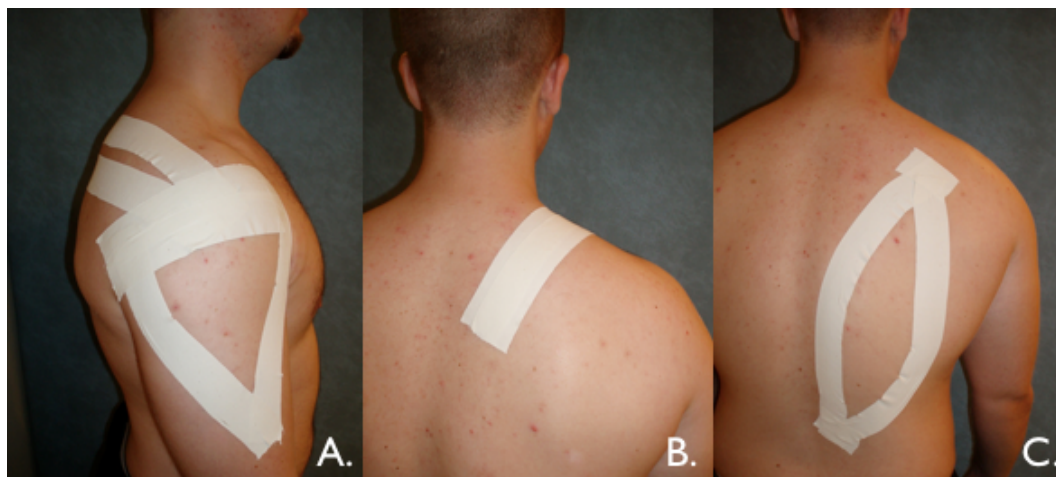
KUVA 14. Trampoliinia vasten heittäminen (muokattu Magee ym. 2009, 159 mukaan).

Swanik ym. (2002, 579-586) tutkivat plyometrisen harjoittelun vaikutusta olkapään proprioseptiikkaan kuuden viikon kestoisella harjoitusohjelmalla. Harjoituksia tehtiin 2 kertaa viikossa ja harjoitteita kohden tehtiin 3 kertaa 15 toistoa. Heidän tutkimuksessaan plyometrisellä harjoittelulla saatiin aikaan merkittäviä tuloksia olkapään proprioseptiikan parantamisessa. Tutkijoiden mielestä plyometriset harjoitteet tulisi aloittaa terapian aikaisessa vaiheessa. (Swanik ym. 2002, 585.)

### 5.3.8 Suositeltavia teippauksia motorisen kontrollin harjoittamiseen

Thelen ym. (2008, 393-394) tutkimuksessa kinesioteippaus auttoi parantamaan kivutonta aktiivista liikettä heti teippauksen jälkeen nuorilla impingement-potilailla (kuva 15a). Scapulan teippaus (kuva 15b) vähentää m. trapeziuksen yläosan ja lisää m. trapeziuksen alaosan aktiivisuutta impingement -potilailla yläraajaa kohottaessa yläasentoihin (Selkowitz, Chaney, Stuckey & Vlad 2007, 697-699). Myös Sparkes, Smith & Busse (2007, 203-204) tutkivat scapulan teippausta terapeutisena hoitomuotona impingement-syndroomassa. 45 % potilaista koki kivun pienentyvän ja olkapään stabiliteetin parantuvan teipatussa olkapäässä. Heidän tutkimuksensa vahvistaa myös, että scapulan teippaus vähentää m. trapeziuksen yläosan aktiviteettia, mutta on ristiriitainen Selkowitz ym. (2007, 694-702) tutkimuksen kanssa m. trapeziuksen alaosan aktiviteetin lisääntymisestä. (Sparkes ym. 2007, 203-204.)

Hsu ym. (2009, 1-8) tutkivat scapulan teippauksen vaikutusta sen kinematiikkaan ja sitä liikuttavien lihasten aktivaatioon baseball-pelaajilla, joilla on impingement-syndrooma. Kinesioteippaus m. trapeziuksen alaosaan lisäsi sen aktiviteettia 60-30 asteen kohdalla tuotaessa yläraajaa alaspäin sekä lisäsi scapulan posteriorista tilttiä (kuva 15c) (Hsu ym. 2009, 1-8). Jos teippausta käytetään asentotunnon harjoittamisessa, kannattaa lisäksi hyödyntää visuaalista palautetta tarkemman suorituksen aikaansaamiseksi (Brindle, Nitz, Uhl, Kifer & Shapiro 2004, 477).



Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 15. Kinesioiteippaustekniikoita. A) Teippauksella voidaan parantaa kivutonta aktiivista liikettä (muokattu Thelen ym. 2008, 391 mukaan). B) Teippauksella voidaan inhiboida m. trapeziuksen yläosan aktiviteettia (muokattu Selkowitz ym. 2007, 696 mukaan). C) Teippauksella voidaan fasilitoida m. trapeziuksen alaosan aktiviteettia (muokattu Hsu ym. 2009, 3 mukaan).

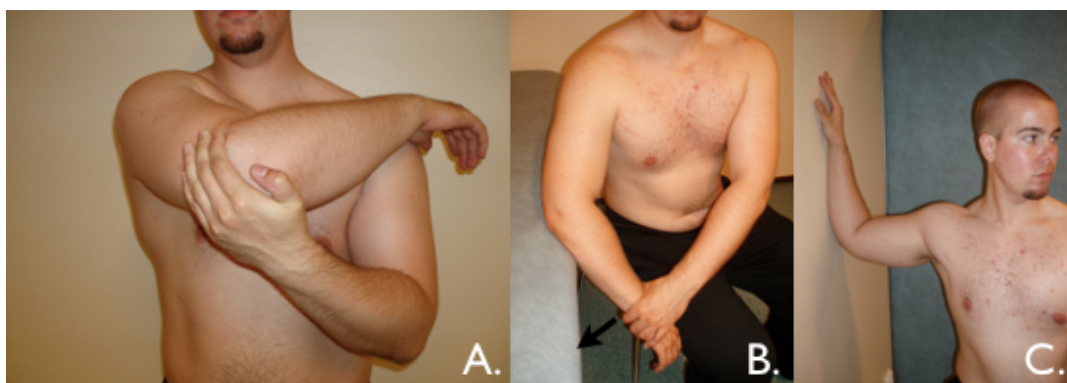
#### 5.4 Suositeltavia liikkuvuusharjoitteita

Takakapselin eri venytystekniikoiden tehokkuutta on verrattu toisiinsa muutamissa tuoreissa tutkimuksissa (McClure ym. 2007, 108-114; Izumi ym. 2008, 2014-2022). McClure ym. (2007, 108-114) vertasivat horisontaali adduktio –venytystä (kuva 16a) (cross body stretch) usein käytettyyn kylkimakuulla tehtävään humeruksen sisäkierto –venytykseen (sleeper stretch). Molemmat venytykset paransivat humeruksen sisäkiertoa, mutta horisontaali adduktio –venytys oli merkittävästi tehokkaampi 4-viikon mittaisessa seurannassa. (McClure ym. 2007, 113.)

Izumi ym. (2008, 2014-2022) tutkivat, missä nivelkulmissa tehdyt takakapselin venytykset ovat tehokkaimpia. Tehokas venytys takakapselin ylä- ja keskiosalle saatiin 30 asteen yläraajan elevaatioissa scapulan tasossa (yläraaja 30 astetta frontaalitason etupuolella) (kuva 16b) ja humeruksen täydessä sisäkierrossa. Suuri venytys takakapselin ylä- ja alaosalta saatiin 30 asteen yläraajan ekstensiossa ja täydessä sisäkierrossa. (Izumi ym. 2008, 2014-2022.)



Yläraajan ekstensiossa ja sisäkierrossa m. biceps brachiin pitkän pään jänne ja labrum joutuvat liialliselle rasitukselle (Porterfield & DeRosa 2004, 85) ja henkilöillä joilla on humeruksen sisäkierto rajoittunut, scapulan anteriorinen tiltti on huomattavasti suurempi humeruksen ollessa täydessä sisäkierrossa (Ludewig & Reynolds 2009, 96). Tämän takia emme suosittele ekstensiosuuntaista takakapselin venytystä impingement-potilaille. Takakapselia venytettäessä käytetään usein sleepers stretch –venytystä (McClure ym. 2007, 108-114), joka muistuttaa juuri impingement-syndrooman diagnosoinnissa käytettävää Hawkins impingement –testiä (Valadie ym. 2000, 37). Tämän takia emme suosittele myöskään sleepers stretch venytystä käytettäväksi impingement-potilaiden terapiassa.



Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 16. Venytystekniikoita. A) Horisontaali adduktio -venytys takakapselin venyttämiseksi (muokattu McClure ym. 2007, 111 mukaan). B) Takakapselin venytys (humerus 30 asteen elevaatiossa scapulan tasossa ja sisäkierrossa) (muokattu Izumi ym. 2008, 2019 mukaan). C) M. pectoralis minorin venytys (muokattu Borstad & Ludewig 2006, 326 mukaan).

Borstad & Ludewig (2006, 324-330) vertasivat kolmen eri m. pectoralis minorin venytyksen tehokkuutta toisiinsa (yksi itse aktiivisesti tehtävä venytys ja kaksi terapeutin suorittamaa passiivista venytystä). Heidän tutkimuksensa mukaan, huomattavasti tehokkaimman venytyksen m. pectoralis minorille saa potilaan aktiivisella venytyksellä. Venytyksessä humerus on 90 asteen abduktiossa ja kyynärnivelellä 90 asteen fleksiossa sekä kämmen vasten tasaista seinäpintaa (kuva 16c). Tämän jälkeen potilas kiertää vartaloa vastakkaiseen suuntaan, jolloin humeruksessa lisääntyy horisontaali abduktio. Tutkijoiden mielestä tieto tehokkaimmasta m. pectoralis minorin venytystekniikasta auttaa terapeutteja valitsemaan parhaimman venytyksen, kun halutaan vähentää tämän lihaksen



kireyden vaikutusta scapulan kinematiikkaan impingement-syndroomassa. (Borstad & Ludewig 2006, 326-327.)

## 5.5 Suositeltavia voimaharjoitteita

Tässä kappaleessa esittelemme suositeltavia voimaharjoitteita, joita on tarkoituksenmukaista harjoittaa impingement-potilailla. Harjoitteet käydään läpi lihaskohtaisesti aloittaen rotator cuff –lihaksista edeten lapaluuta liikuttaviin lihaksiin. Harjoitteet on valittu EMG-aktiivisuuden ja impingement-potilaille soveltuvan biomekaniikan perusteella.

### 5.5.1 Musculus supraspinatuksen harjoittaminen

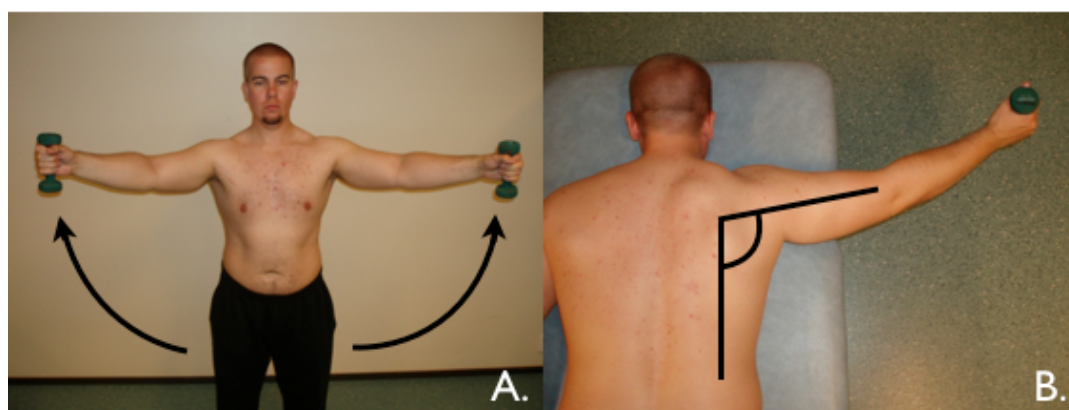
M. supraspinatuksen origo on fossa supraspinatuksessa ja insertio on humeruksen tuberositas majorin yläreuna. Sen funktio on humeruksen pään stabiloiminen cavitas glenoidalikseen, nivelkapselin kiristäminen ja yläraajan abduktio. (Plazer 2004, 138.)

Impingement-potilailla on mitattu elektromyografialla m. supraspinatuksen aktiviteetti heikentyneeksi yläraajan 30-60 asteen abduktiossa scapulan tasossa (Reddy, Mohr, Pink & Jobe 2000, 521). Normaalisti m. supraspinatuksen aktiviteetti on suurimmillaan juuri 30-60 asteen abduktiossa. Tällöin m. supraspinatus estää humeruksen pään ylöspäin translaatiota, jota m. deltoideus aiheuttaa. (Reinold, Escamilla & Wilk 2009, 106.)

Reinold ym. (2007, 464-469) tutkivat m. supraspinatuksen ja m. deltoideuksen aktiivisuutta empty can, full can (kuva 17a) ja prone full can (kuva 17b) –harjoitteissa. Tuloksena oli, että kaikissa kolmessa harjoitteessa m. supraspinatuksen aktiviteetti oli 62-67 % välillä maksimaalisesta voimantuotosta. Full can –harjoitteessa kuitenkin oli vähiten m. deltoideuksen keski- ja takaosan aktiviteettia verrattuna kahteen muuhun harjoitteeseen. Tämä on erittäin tärkeä tieto, kun halutaan vahvistaa m. supraspinatusta, ja

samalla saadaan minimoitua m. deltoideuksen aktiviteetti. (Reinold ym. 2007, 464-469).

Reinold ym. (2004, 385-394) vertasivat seitsemää eri rotator cuffin ulkokiertoharjoitusta. He mittasivat, missä liikkeissä EMG-aktiivisuus on suurin. M. supraspinatuksen suurin aktiivisuus saatiin hoitopöydällä mahallaan maaten tehdyssä harjoituksessa (prone full can), jossa humerus on 100 asteen abduktiossa ja täydessä ulkokierrossa (kuva 17b). (Reinold ym. 2004, 390.) Empty can –harjoite on huono impingement -potilaille, koska tällöin humeruksen pään translaatio ja tuberositas major aiheuttaa subacromiaalitalan pientymistä. Empty can –harjoitteessa lapaluu tilittaa enemmän anteriorisesti ja kiertyy sisäänpäin, jolloin seuraa scapulan protraktio, mistä taas seuraa subacromiaalitalan pientyminen. (Reinold ym. 2009, 107.) Prone full can –harjoitteessa tulee muistaa, että lihasten väsyessä humeruksen superiorinen translaatio lisääntyy ja muuttaa scapulohumeraalista rytmiä (McQuade, Dawson & Smidt 1998, 74-80; Cote, Gomlinski, Tracy & Mazzocca 2009, 315-316).



Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 17. Harjoitteita m. supraspinatuksen vahvistamiseksi. A) Full can –harjoite (muokattu Reinold ym. 2007, 464-469 mukaan). B) Prone full can –harjoitteen loppuasento (muokattu Reinold ym. 2004, 387 mukaan). Alkuasennossa yläraaja on 90 asteen fleksiossa kohti lattiaa.

Wise ym. (2004, 614-620) tutkivat yläraajan tuen vaikutusta hartiaarenkaan lihasten aktivaatioon harjoitteiden aikana. Tutkimuksessa verrattiin tuen kanssa ja ilman tukea tehtäviä harjoitteita kahdessa liikkeessä: vertikaalisuuntaan ja diagonaalisuuntaa 45 asteen kulmassa. Merkittävästi suurempi m. supraspinatuksen aktiviteetti saatiin ilman tukea olevilla harjoitteilla. Tutkijoiden

mielestä harjoittelu tulisi aloittaa tuetuilla harjoitteilla ja edetä ilman tukea tehtäviin harjoitteisiin. (Wise ym. 2004, 616-617.)

### 5.5.2 Musculus infraspinatuksen sekä musculus teres minorin harjoittaminen

M. infraspinatus ja m. teres minor ovat olkaluun ulkokiertäjiä. M. infraspinatuksen origo on fossa infraspinatus, spina scapulae fascia infraspinatus ja insertio on humeruksen tuberositas majorin keskiosa. M. teres minorin origo on scapulan lateraalireunan yläosassa ja insertio on humeruksen tuberositas majorin alaosa. Molempien lihasten funktio on yläraajan ulkokierto ja nivelkapselin kiristäminen. (Plazer 2004, 138.)

Olkapään ulkokierto on tärkeä impingement-potilailla, koska ulkokierto mahdollistaa tuberositas majorin ulospäin kiertymisen, jolla vältetään sen törmääminen acromionin kaareen yläraajan elevaatioissa. (Reinold ym. 2009, 108.) Rotator cuff –lihasten väsyessä ulkokierto pienenee, jolloin impingementin riski kasvaa (Ebaugh, McClure & Karduna 2006, 557-571). Tämän takia suosittelemme tekemään ulkokiertoarjoitteet muiden harjoitteiden jälkeen.

Impingement-potilailla on mitattu elektromyografialla m. infraspinatuksen aktiviteetti merkittävästi heikentyneeksi yläraajan 30-90 asteen abduktiossa scapulan tasossa. M. teres minorin aktiviteetti on heikentynyt 30-60 asteen abduktiossa. Jos näiden lihasten voimantuotto on alentunut, voi humeruksen pää päästä nousemaan liikaa ylös liikkeen alkuvaiheessa, jolloin subacromiaalitala pienenee. (Reddy ym. 2000, 519, 521.)

M. infraspinatuksen aktiviteetti on suurimmillaan tehtäessä ulkokiertoa humeruksen ollessa 0 asteen abduktiossa. Abduktiokulman suurentuessa m. infraspinatuksen yläosan voimantuotto alkaa heikentyä. (Reinold ym. 2009, 108.) Tämän perusteella voimme päätellä, että m. infraspinatusta kannattaa harjoittaa pienillä abduktio kulmilla.

Reinold ym. (2004, 389-390) tutkimuksessa m. infraspinatuksen suurin aktiviteetti (62 % maksimaalisesta voimantuotosta) ja m. teres minorin (67 %)

saatiin kylkimakuulla tehdyssä humeruksen ulkokierrossa kyynärnivelen ollessa 90 asteen kulmassa (kuva 18). Tutkijat vertasivat myös seisten tehdyssä harjoitteissa pyyhkeen vaikutusta lihasaktiiviteettiin, kun se sijoitettiin kyljen ja humeruksen väliin. Pyyhkeen käyttö lisäsi m. infraspinatuksen aktiiviteettiä 40 prosentista 50 prosenttiin ja m. teres minorin aktiiviteettiä 34 prosentista 46 prosenttiin. (Reinold ym. 2004, 389.) Teoriassa voidaan ajatella, että pyyhkeen käyttö myös kylkimakuulla tehtävässä harjoitteessa lisää m. infraspinatuksen aktiiviteettiä (kuva 18).

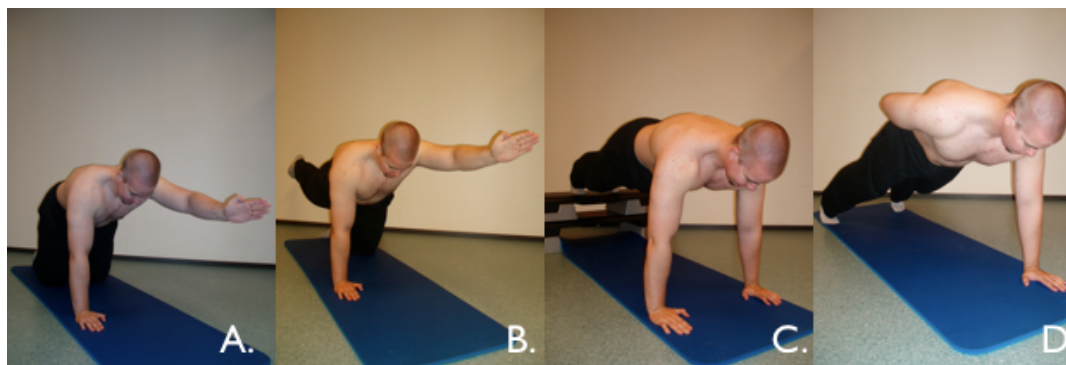


Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 18. Ulkokiertoharjoite m. infraspinatuksen ja m. teres minorin harjoittamiseksi (muokattu Reinold ym. 2004, 389 mukaan).

Uhl ym. (2003, 109-117) tutkivat yläraajaan tukeutumisharjoitteiden vaikutusta hartiaareenkaan lihasten aktiiviteettiin. Tukeutumisharjoitteet aktivoivat erityisesti m. infraspinatukselta. Kaikista suurin EMG-aktiivisuus saatiin yhden käden punnerrusasennossa (86 % maksimaalisesta voimantuotosta). (Uhl ym. 2003, 112.) Edellä mainittu tutkimus on tehty terveillä yksilöillä ja olemme sitä mieltä, että terapian alkuvaiheessa punnerrusasento on liian vaativa stabiloivien lihasten heikkoudesta johtuen.

Uhl ym. (2003, 114) tutkimuksessa m. infraspinatuksen aktiiviteetti on 37 % tripod-harjoitteessa (kuva 19a) ja 42 % pointer-harjoitteessa (kuva 19b). Tämän takia oma suosituksemme on edetä helpompien harjoitteiden kautta punnerrusasennossa jalat korokkeella tehtävään harjoitteeseen (kuva 19c) (52 %) ja viimein yhden käden punnerrusasentoon (kuva 19d) (86 %).



Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 19. Harjoitteita m. infraspinatuksen vahvistamiseksi. A) Tripod-harjoite. B) Pointer-harjoite. C) Punnerrusasento jalat korkeella. D) Yhden käden punnerrusasento. (Muokattu Uhl ym. 2003, 114-115 mukaan.)

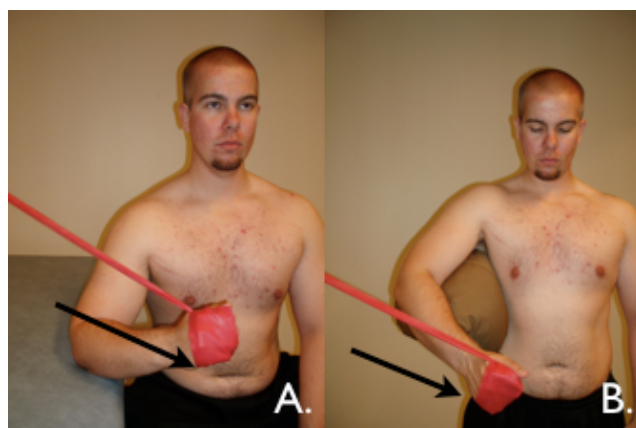
### 5.5.3 Musculus subscapulariksen harjoittaminen

M. subscapularis origo on fossa subscapularis scapulae ja insertio on humeruksen tuberositas minor. Sen funktio on yläraajan sisäkierto. (Plazer 2004, 138.) Impingement-potilailla on mitattu elektromyografialla m. subscapulariksen aktiviteetti merkittävästi heikentyneeksi yläraajan 30-60 asteen abduktiossa scapulan tasossa (Reddy ym. 2000, 520).

Decker ym. (2003, 126-134) mittasivat m. subscapulariksen aktiviteettia fysioterapiassa käytetyissä harjoitteissa. On vielä epäselvää, mikä yläraajan abduktiokulma on optimaalisin harjoittamaan m. subscapularista (90 asteen abduktio verrattuna 0 asteen abduktioon). Suoritettaessa humeruksen sisäkiertoa 0-90 asteen abduktiossa, m. subscapulariksen aktivaatio pysyy jokseenkin samana. Suuremmilla abduktiokulmilla sisäkiertoon osallistuvat vahvat synergistilihakset (m. pectoralis major ja m. latissimus dorsi) eivät osallistu sisäkiertoon niin voimakkaasti verrattuna 0 asteen abduktioon. (Decker 2003, 126-134)

Tästä voimme päätellä, että haluttaessa kohdistaa harjoite m. subscapularikseen ja samalla minimoida isompien lihasryhmien aktiviteetti, tulee m. subscapularista harjoittaa ylemmillä abduktiokulmilla. Koska harjoitteet kohdistetaan impingement-potilaille, emme suosittele yläraajan 90 asteen abduktiota. Suosittelemme tekemään harjoitteen 30 asteen abduktiossa (jossa

m. subscapulariksen voimantuotto on impingement-potilailla heikentynyt) ja lapaluun tasossa diagonaalisuuntaan (kuva 20). Tämä asento suojaa olkanivelen etuosaa ja esivenyttää rotator cuffin takaosan lihaksia. Myös rotator cuffin alaosan lihakset ovat suorassa linjassa vetosuuntaan ja ne pystyvät parempaan voimantuottoon. Lisäksi m. supraspinatuksen mikroverenkierto turvataan tässä asennossa. (Davies ym. 2006, 146).



Kuva: Aleksi Isomäki

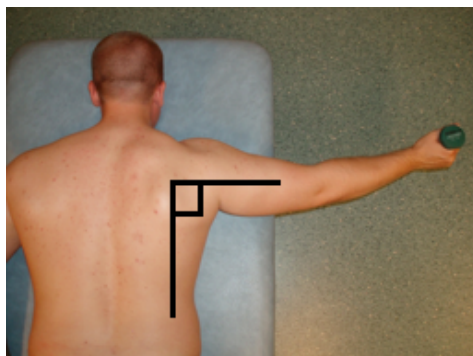
KUVA 20. Harjoitteita m. subscapulariksen vahvistamiseksi. A) Yläraajan sisäkierto pöytään tukien. B) Yläraajan sisäkierto seisten tyyny kainalossa. (Muokattu Decker ym. 2003, 128-129 mukaan.)

#### 5.5.4 Musculus deltoideuksen harjoittaminen

M. deltoideuksessa on kolme osaa: etu-, keski- ja takaosa. Etuosan origo on claviculan lateraalinen kolmannes, keskiosan acromion ja takaosan spina scapulae. Kaikki osat kiinnittyvät humeruksen tuberositas deltoideukseen. M. deltoideuksen tärkein funktio on humeruksen abduktio. Lisäksi se osallistuu fleksio, ekstensio, sisärotaatio ja ulkorotaatio –liikkeisiin. (Plazer 2004, 138.)

M. deltoideuksen posteriorisen osan harjoittaminen on tehokas ja turvallinen vaihtoehto aloittaa m. deltoideuksen vahvistaminen. Prone full can –harjoite (kuva 21) on tähän tarkoitukseen erittäin hyvä vaihtoehto, koska silloin saadaan rotator cuff –lihasten (erityisesti m. supraspinatus) ja m. deltoideuksen posteriorisen osan korkea aktiivisuus (88 % maksimaalisesta voimantuotosta) (Reinold ym. 2004, 389-390; Reinold ym. 2009, 111). Samassa harjoitteessa m. deltoideuksen keskiosan aktiivisuus on suuri (82 % maksimaalisesta voimantuotosta) (Reinold ym. 2004, 390.) Mielestämme m. deltoideuksen

harjoittaminen kannattaa aloittaa vasta, kun terapeutti katsoo, että sen harjoittaminen on turvallista kudoksen kannalta ja että rotator cuff –lihasten stabilaatio riittää estämään humeruksen superiorisen translaation.



Kuva: Aleksi Isomäki

KUVA 21. Prone full can –harjoite (loppuasento) m. deltoideuksen posteriorisen osan vahvistamiseksi (muokattu Reinold ym. 2004, 387 mukaan). Alkuasennossa yläraaja on 90 asteen fleksiossa kohti lattiaa.

Jos potilaan tavoitteena on palata urheilulajin pariin, voidaan fysioterapian loppuvaiheessa m. deltoideuksen (ja rotator cuffin) harjoitusta kehittää vaativammaksi. Vatsamakuulla yläraajan ollessa 90 asteen abduktiossa tehtävä yläraajan ulkorotaatioharjoite simuloi hyvin olkapään asennon, nivelkapselin rasituksen ja lihassyiden pituus- jännityssuhteen joka kuormittuu useissa urheilulajeissa. Näin saadaan turvallisesti harjoitettua lihasten kehittymistä lajinomaisesti. Tässä harjoitteessa m. deltoideuksen keskiosan aktivaatio on 49 %, takaosan 79 % ja supraspinatuksen 68 % maksimaalisesta voimantuotosta. Vielä suuremman m. deltoideuksen keskiosan aktivaation (55 %) saa seisten tehtävällä yläraajan ulkokierrolla, yläraajan ollessa 90 asteen abduktiossa. (Reinold 2004, 390-391.) Tätä harjoitetta emme kuitenkaan suosittele impingement-potilaille, koska m. supraspinatuksen sisäinen paine johtaa verenkierron heikkenemiseen yläraajan elevaatioissa (Järvholm, Styf, Suurkula & Herberts 1988, 219-224).

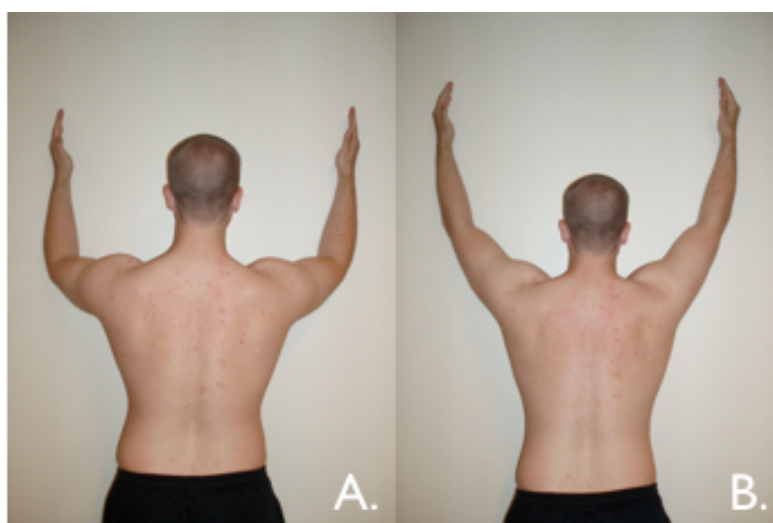
#### 5.5.5 Musculus serratus anteriorin harjoittaminen

M. serratus anteriorin origo on 1-9 kylkiluut ja insertio on scapulan koko mediaalireuna angulus superiorista angulus inferioriin asti. Se jaetaan



superioriseen, mediaaliseen ja inferioriseen osaan. Sen funktio on vetää scapulaa eteenpäin, stabiloi scapulaa rintakehää vasten ja kiertää scapulaa lateraalisesti. (Plazer 2004, 144.) M. serratus anteriorin toiminta (yhdessä m. trapeziuksen kanssa) on tärkeä hartiarenkaan toiminnan kannalta, koska se stabiloi scapulan mediaalireunaa ja inferiorista kulmaa estäen scapulan sisärotaatiota eli sirrotusta (scapular winging) ja anteriorista tilttiä. Näin ollen m. serratus anteriorin vahvistaminen on tärkeä osa impingement-potilaiden terapeuttisessa harjoittelussa. (Hardwick, Beebe, McDonnell & Lang 2006, 903-910.) M. serratus anteriorin aktiviteetti kasvaa lineaarisesti yläraajan elevaatioissa, mutta samalla impingementin riski kasvaa (Reinold ym. 2009, 112). M. serratus anteriorin aktiviteetti on myös suhteellisen suuri pienemmillä yläraajan abduktio kulmilla (Lear & Gross 1998, 151).

Hardwick ym. (2006, 903-910) vertasivat m. serratus anteriorin EMG-aktivaatiota eri harjoitteissa. Harjoitteet olivat wall slide (kuva 22), wall push up plus (seinää vasten nojaaminen, jossa scapulan protraktio) sekä full can. Wall push up plus –harjoitteessa m. serratus anteriorin aktiviteetti on heikoin (31,3 % maksimaalisesta voimantuotosta). Full can –harjoitteen ja wall slide –harjoitteen aikana m. serratus anteriorin aktiviteetissa ei ole merkittävää eroa. Näistä harjoitteista wall slide –harjoite on kuitenkin parempi, koska se ei tuota niin helposti kipua yläraajan elevaation mennessä yli 90 asteen.



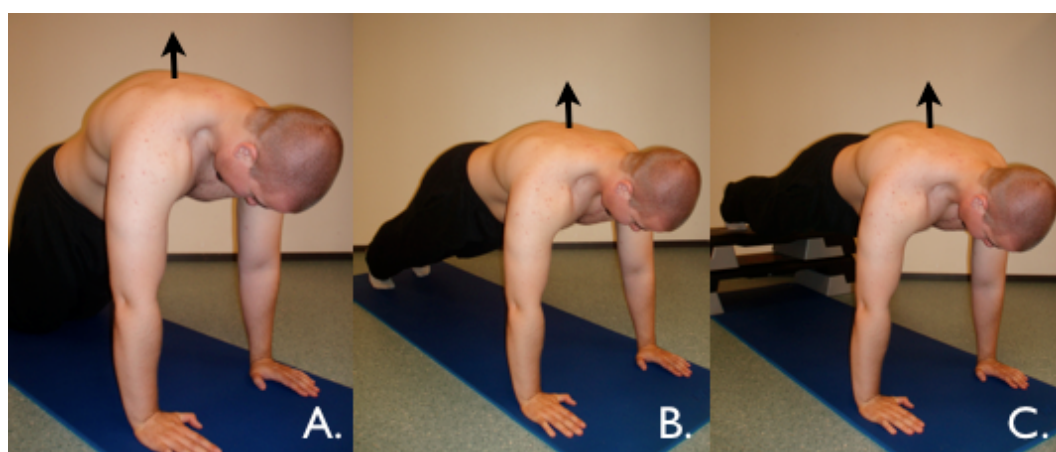
Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 22. Seinää vasten tehtävä wall slide –harjoite m. serratus anteriorin vahvistamiseksi terapian alkuvaiheessa. A) Alkuasento. B) Loppuasento. (Muokattu Hardwick ym. 2006, 905 mukaan.)



Wall slide –harjoitteessa m. serratus anteriorin aktiviteetti on 90 asteessa 37,1 %, 120 asteessa 58,3 % ja 140 asteessa 75,7 % maksimaalisesta voimantuotosta. (Hardwick ym. 2006, 906.) M. serratus anteriorin ylä- ja alaosan aktiviteetilla ei ole merkittävää eroa yläraajan elevaatiossa (Ekström ym. 2004, 235). Koska yläraajat ovat wall slide harjoitteessa tuettuna seinää vasten, liike on helppo suorittaa ja samalla kompressiovoima pitää humeruksen pään cavitas glenoidaliksessa (Hardwick ym. 2006, 906). Näin ollen mielestämme wall slide –harjoite on erittäin hyvä harjoitus terapian alkuvaiheessa liikelaajuuden, artokinematiikan sekä lapaluun kinematiikan kannalta.

Push up plus –harjoitteilla saadaan aikaan korkea m. serratus anteriorin aktiivisuus. Push up plus -harjoite kontillaan (kuva 23a) saa aikaan vain keskinkertaisen aktivaation. (Ludewig ym. 2004, 484-493.) Tämän jälkeen push up plus punnerrusasennossa kuva 23b) saa aikaan 56 % aktivaation ja push up plus –harjoite jalat korokkeella (45,7 cm) (kuva 23c) saa aikaan 80 % aktivaation maksimaalisesta voimantuotosta. Nämä tutkimustulokset osoittavat, että m. serratus anteriorin aktiviteetti kasvaa painovoiman vaikutuksen lisääntyessä. (Lear & Gross 1998, 151.) Terapeuttisessa harjoittelussa voidaan edetä edellä mainitussa järjestyksessä progression aikaansaamiseksi.

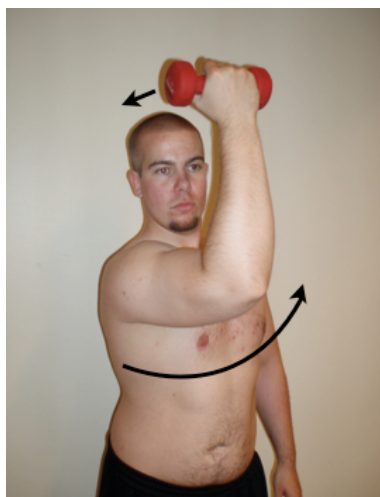


Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 23. A) Push up plus –harjoite kontillaan (muokattu Ludewig ym. 2004, 484-493 mukaan). B) Push up plus –harjoite punnerrusasennossa. C) Push up plus –harjoite jalat korokkeella. (Muokattu Lear & Gross 1998, 151 mukaan.)

Punch –harjoite sekä diagonaalisuuntainen harjoite, jossa on yhdistetty humeruksen fleksio, horisontaaliadduktio ja ulkorotaatio, saavat aikaan suuren

m. serratus anteriorin aktiviteetin. Punch –harjoite saa aikaan 96 % aktiviteetin maksimaalisesta voimantuotosta ja diagonaaliharjoite 100 % aktiviteetin. (Ekstöm, Donatelli & Söderberg 2003, 247-258.) Diagonaaliharjoite (kuva 24) on erityisen hyvä juuri impingement-potilaille m. serratus anteriorin vahvistamiseksi, koska he pystyvät suorittamaan sen paremmin kuin normaalin abduktion (Ekström ym. 2003, 255).



Kuva: Aleksi Isomäki

KUVA 24. Diagonaalisuuntainen harjoite m. serratus anteriorin vahvistamiseksi. Liikkeessä on yhdistetty humeruksen fleksio, horisontaaliadduktio ja ulkorotaatio (muokattu Ekström ym. 2003, 250 mukaan.)

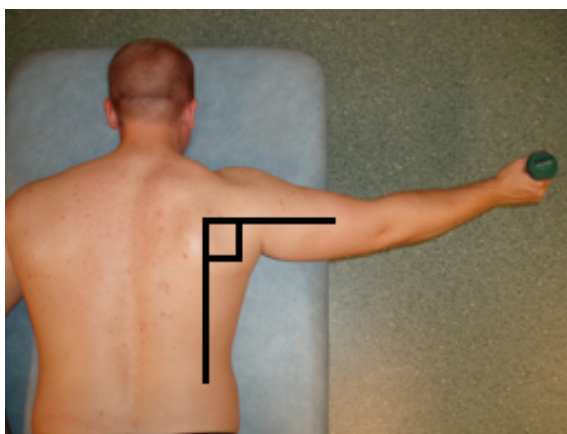
#### 5.5.6 Musculus trapeziuksen harjoittaminen

M. trapezius jaetaan kolmeen osaan: ylä-, keski- ja alaosaan. M. trapeziuksen yläosan origo on os occipitalen protuberantia occipitalis externa, linea nuchae superior, lig. nuchae, C1-C6 processus spinosukset ja kiinnityskohta on claviculan mediaalinen kolmannes. Keskiosan origo on C7-T3 processus spinosukset ja insertio acromioniin. Alaosan origo on T4-T12 processus spinosukset ja insertio spina scapulae. M. trapeziuksen ylä- ja keskiosa elevoivat scapulaa ja keskiosa vetää myös scapulaa mediaalisesti. Ylä- ja alaosan yhteistoiminta yhdessä m. serratus anteriorin kiertävät scapulaa ylöspäin. Lisäksi m. trapezius on tärkeä scapulan stabiloija. (Plazer 2004, 146.) Jotta scapulassa tulee riittävä ulkorotaatio ja posteriorinen tiltti, täytyy m. trapeziuksen alaosan toimia oikein (Ludewig, Cook & Nawoczenski 1996, 58).

Jos tätä ei tapahdu, impingementin riski kasvaa (Ludewig & Cook 2002, 257). Tämän takia m. trapeziuksen alaosan harjoittaminen terapeuttisessa harjoittelussa on erittäin tärkeää (Reinold ym. 2009, 113).

Ekström ym. (2003, 252-253) mittasivat EMG-aktiivisimmaksi harjoitteeksi m. trapeziuksen keski- ja alaosalle vatsamakuulla, yläraaja potilaan m. trapeziuksen alaosan lihassyiden suuntaisesti (noin 120 astetta riippuen potilaasta), ja yläraaja ulkorotaatiossa, tehdyn harjoitteen. Tässä harjoitteessa keskiosan EMG-aktivaatio on 101 % (maksimaalisesta voimantuotosta) ja alaosan 97 %. Toiseksi suurimman EMG-aktiivisuuden m. trapetziuksen keskiosalla (87 %) ja alaosalle (79 %) tutkijat mittasivat vatsamakuulla yläraajan ollessa 90 asteen abduktiossa ja ulkokierrossa. (Ekström ym. 2003, 252-253.)

Kinney ym. (2008, 3-8) mittasivat m. trapeziuksen EMG-aktiiviteettia eri vatsamakuulla eri abduktiokulmilla. He saivat tulokseksi, että 90-125 asteen välillä yläraajan abduktiossa on suurin m. trapeziuksen keski- ja alaosan aktiviteetti. Tutkijoiden mielestä 90 asteen abduktiokulma on helpoin arvioida ja ohjata terapiassa. Lisäksi terapeutti voi olla varma, että saa aktivoitua m. trapeziuksen keski- ja alaosan maksimaalisesti. (Kinney ym. 2008, 8.) 120 asteen yläraajan abduktiokulma on huono impingement-potilaille humeruksen elevoituneen asennon johdosta. Tämän takia m. trapeziuksen keski- ja alaosan harjoittaminen 90 asteen abduktiokulmassa on perusteltua (kuva 25). (Ekström ym. 2003, 253.)



Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 25. Harjoite m. trapeziuksen keski- ja alaosalle (muokattu Kinney ym. 2008, 8 mukaan). Alkuasennossa yläraaja on 90 asteen fleksiossa kohti lattiaa.

M. trapeziuksen yläosan aktiviteetti kasvaa lineaarisesti scapulan abduktion aikana 0-60 asteeseen, pysyy suhteellisen samana 60-120 asteen välillä ja kasvaa taas lineaarisesti 120-180 asteeseen (Reinold ym. 2009, 113). Lihastasapaino m. trapeziuksen ylä- ja alaosan välillä on usein häiriintynyt olkapääongelmissa siten, että yläosa on dominantti verrattuna alaosaan. Tämän takia terapiassa tulee valita harjoitteita, jotka aktivoivat m. trapeziuksen ala- ja keskiosaa samalla minimoiden yläosan aktiviteettia. Tällöin saadaan optimoitua scapulan lihastasapaino. (Cools ym. 2007, 1744-1745.) Cools ym. (2007, 1744-1751) määrittivät millä liikkeillä saadaan harjoitettua parhaiten m. trapeziuksen lihastasapainoa. Parhaat liikkeet m. trapeziuksen keski- ja alaosan harjoittamiseksi, joissa on samalla minimaalinen m. trapeziuksen yläosan aktiviteetti, ovat vatsamakuulla, yläraaja 90 asteen abduktiossa ja ulkokierrossa tehty harjoite (kuva 25) sekä kylkimakuulla tehty ulkorotaatio (kuva 26). (Cools ym. 2007, 1744-1751.)



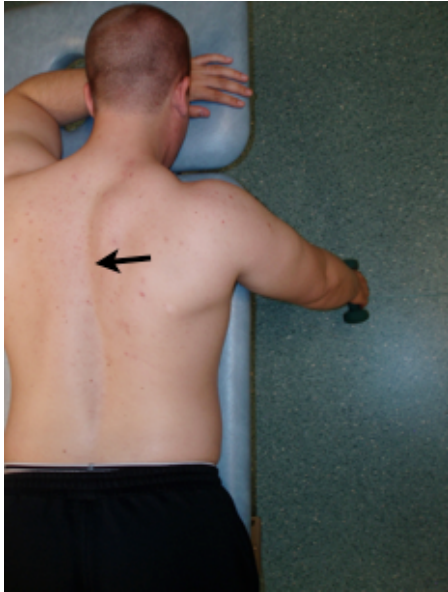
Kuva: Aleksis Isomäki

KUVA 26. Harjoite m. trapeziuksen keski- ja alaosalle. Harjoitteessa on samalla minimaalinen m. trapeziuksen yläosan aktiviteetti. (Muokattu Cools ym. 2007, 1748 mukaan.)

#### 5.5.7 Musculus rhomboideusten harjoittaminen

M. rhomboideus minorin origo on C7-T1 processus spinosukset ja insertio on scapulan mediaalireunan yläosa. M. rhomboideus majorin origo on T2-T5 processus spinosukset ja insertio on scapulan mediaalireunan keski- ja alaosassa. Näiden lihasten yhteinen funktio on scapulan adduktio (retraktio),

alaspäin kiertäminen ja elevaatio. (Plazer 2004, 144.) Reynolds ym. (2009, 113-114) mukaan, m. rhomboideukset saadaan aktivoitua tehokkaasti vatsamakuulla tehdyssä, yläraaja 90 asteen abduktiossa ja ulkokierrossa tehdyssä harjoitteessa. M. rhomboideukset saadaan aktivoitua myös tehokkaasti vatsamakuulla tehdyssä lavan lähennysliikkeessä, jossa yläraaja on 90 asteen fleksiossa (kuva 27) (Reinolds ym. 2009,114).



Kuva: Aleksi Isomäki

KUVA 27. Harjoite m. rhomboideusten vahvistamiseksi (muokattu Reynolds ym. 2009,114 mukaan).

## 5.6 Muita harjoittelussa huomioon otettavia tekijöitä

Terapeuttisessa harjoittelussa voidaan tehdä harjoitteita, joissa otetaan huomioon niin sanotut lihasten kalvorakenteiden risteämissuhteet (crossing relationships). Näitä kalvorakenteiden risteämisiä on seuraavien lihasten välillä: 1) m. latissimus dorsi ja m. serratus anterior, 2) m. latissimus dorsi ja m. gluteus maximus, 3) m. serratus anterior ja vatsan kalvorakenteet, 4) m. trapezius ja m. rhomboideukset, 5) m. pectoralis major bilateraalisesti, 5) m. triceps brachiin pitkä pää, m. teres major ja m. infraspinatus ja 6) m. coracobrachialis tai m. biceps brachiin lyhyt pää ja subscapularis. (Porterfield & DeRosa 2004, 173-174.)

Yläraajan optimaalinen toiminta vaatii hyvän proksimaalisen stabilaation. Tämän takia terapeuttisessa harjoittelussa tulee ottaa huomioon scapulothorakaaliset lihakset, rankaa stabiloivat lihakset ja rangan liikkuvuus. Oikeanlainen harjoittelu, jossa otetaan huomioon risteävät kalvorakenteet, linkittää yläraajan ja vartalon kontrollin neuromuskulaarisen järjestelmän kautta. (Porterfield & DeRosa 2004, 173-174.)



Kuva: Aleksi Isomäki

KUVA 28. Esimerkki harjoitteesta, jossa otetaan huomioon risteävät faskiarakenteet. Kuvassa m. serratus anterioreita ja vatsan kalvorakenteita vahvistava liike.

Kibler, McMullen & Uhl (2000, 258-267) painottavat olkapään fysioterapian aloittamista proksimaalisen stabilaation parantamisesta. He ehdottavat olkapään terapian aloitettavan hyvästä alustakontaktista, edeten vartalon ja alaraajojen hallinnan harjoitteiden kautta lapaluun hallinnan harjoitteisiin. Näin saadaan glenohumeraalinivelelle optimaalinen toiminnan pohja ottaen huomioon koko kineettinen ketju. (Kibler ym. 2000, 258-267.)

### 5.7 Johtopäätökset suosituksista

Annamme suositukset voima- ja liikkuvuusharjoitteluun sekä neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamiseen impingement-potilaille. Uutta tutkimustietoa impingement-syndrooman fysioterapiasta on käytetty apuna

suositusten laadinnassa. Samanlaista suositusta ei tietääksemme ole aikaisemmin tehty.

Voima- ja liikkuvuusharjoittelun osalta suositukset annetaan harjoittelun frekvenssiin, määriin, palautumisaikoihin, progressioon, harjoittelun metodeihin ja harjoitusliikkeisiin. Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittelun osalta annetaan suositukset harjoittelumääriin, progressioon, harjoitteiden muunteluun ja harjoitusliikkeisiin. Suositeltavat liikkeet on havainnollistettu valokuvina työn yhteyteen.

Suosituksia voidaan käyttää impingement-potilaan fysioterapiassa ja ne auttavat fysioterapeutteja valitsemaan perustelluimman harjoitteen fysioterapian vaikuttavuuden optimoimiseksi. Fysioterapeutti voi suosituksen kautta perustella asiakkaalle harjoitteiden tärkeyden ja vaikuttavuuden. Lisäksi työssä esitellään jokaisen liikkeen ja terapeuttisen harjoittelun teoreettinen perusta.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä näyttöön ja kirjallisuuteen perustuvat suositukset voima- ja liikkuvuusharjoitteluun sekä neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamiseen impingement-syndroomassa. Tarkoituksena oli myös havainnollistaa suositeltavat harjoitteet kuvina tekstin yhteyteen. Koemme onnistuneemme opinnäytetyön tarkoituksessa erinomaisesti. Pystyimme tekemään tarkat suositukset harjoitusmääriin ja harjoittelun eri metodeihin sekä ottamaan selventävät kuvat harjoituksista.

Saimme vastattua kaikkiin johdannossa esitettyihin tutkimuskysymyksiin mielestämme erittäin kattavasti. Kysymykset auttoivat ohjaamaan tiedonhakua ja työn kirjoittamista. Kysymyksiin vastattiin työn teoriaosuudessa ja tekemämme suositukset kokosivat työn keskeisimmän tarkoituksen viimeiseen kappaleeseen. Sekä voima että liikkuvuusharjoitteet perustelimme ja valitsimme impingementiin liittyvällä biomekaniikalla ja harjoitteiden EMG-aktiivisuudella. Tämä oli mielestämme toimiva tapa saada perustella valitut liikkeet juuri impingement-syndrooman kannalta.

Suositukset voimaharjoittelun määriin (toistot, sarjat, palautumisajat, harjoituskerrat) oli aluksi tarkoitus tehdä voimaharjoittelun fysiologiasta ja teoriasta. Löysimme kuitenkin laajan kirjallisuuskatsaukseen perustuvat suositukset juuri impingement-potilaille, joten ne sopivat erinomaisesti työhömmme.

On meidän mielipiteemme, että Kuhnin (2009, 138-160) katsaukseen valituissa tutkimuksissa ei kuitenkaan välttämättä ole perusteltu tarkkaan harjoitusmääriä. Harjoitusmäärät ovat luultavasti pohjautuneet tutkijoiden kliiniseen kokemukseen sekä heidän teorian tietoonsa, eivätkä impingement-potilaille tehtyyn suositukseen. Meidän tietojemme mukaan Kuhnin (2009, 138-160) tekemä suositus on ainut laatuaan tällä hetkellä. Lisää tutkimustietoa tarvittaisiin vertailututkimuksista optimaalisten harjoitusmäärien määrittelyssä. Hyviä tutkimuksia impingementin voimaharjoitteluun liittyen olisi:



- Lisääkö pyyhkeen käyttäminen kyljen ja kyynärpään välissä myös kylkimakuulla tehtävässä harjoitteessa m. infraspinatuksen EMG-aktiiviteettiä? Aikaisemmin on tutkittu vain seisten.
- M. serratus anteriorin EMG-aktiivisuus humeruksen eri nivelkulmilla. Muuttuuko aktiivisuus kulmaa kasvattamalla vai painoa lisäämällä?
- Mikä on m. deltoideuksen EMG-aktiiviteetti wall slide ja scaption harjoitteissa?

Suositukset liikkuvuusharjoittelun määriin otimme myös Kuhnin (2009, 138-160) tutkimuskatsauksesta. Venytyksen kesto ei kuitenkaan eritelty lihaksen ja kapselirakenteen välillä. Emme löytäneet suositusta kapselirakenteiden venyttämisen aikoihin ja toistomääriin. Lähiaikoina on julkaistu muutamia tutkimuksia glenohumeraalinivelen takakapselin venytyksestä. Tutkimuksissa ei kuitenkaan puututtu kapselirakenteen suositeltavaan venytysaikaan. Izumi ym. (2008, 2014-2022) tutkimuksessa tutkittiin millä venytysasennolla saa parhaan venytyksen takakapselin eri osiin. Toisessa tutkimuksessa verrattiin kahden eri yleisesti käytetyn takakapselin venytyksen tehokkuutta toisiinsa (McClure ym. 2007, 108-114). Liikkuvuusharjoitteluun suosittelimme seuraavia tutkimusten aiheita:

- Vertailututkimus, jossa verrattaisiin Izumi ym. (2008, 2014-2022) tutkimuksessa käytettyjä takakapselin venytyksiä McClure ym. (2007, 108-114) tutkimuksessa käytettyihin venytyksiin.
- Kapselivenytyksen keston määrittäminen tutkimuksella, jossa verrattaisiin tietyn kapselivenytyksen vaikutusta eri kestoisten kapselivenytysten osalta. Tutkimuksessa voitaisiin käyttää esim. 4-viikon seuranta-aikaa, jollaista myös McClure ym. (2007, 108-114) käyttivät tutkimuksessaan.

Stabilaatioharjoittelun vaikuttavuudesta on enemmän näyttöä kaularangan, lannerangan ja polven alueelta (Sterling ym. 2001, 135). Tutkijoiden mielestä samoja periaatteita voi käyttää myös olkapään fysioterapiassa (Sterling ym. 2001, 142). Tutustuessamme tähän aihealueeseen olemme huomanneet, että nykytutkimus on menossa stabilaatioharjoittelun vaikuttavuuden tutkimisen suuntaan myös olkapään alueella. Stabilaatioharjoittelu vaatii pitkäjänteistä harjoittelua ja se tulee ottaa huomioon impingementin terapiassa.

Neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamiseen tekemämme suositukset perustuvat Comerfordin & Mottrammin (2001a, 3-14) sekä Richardsonin & Jullin (1995, 2-10) esittämiin suosituksiin. Trippin (2008, 511) mielestä usein fysioterapeuttien määräämät toistomäärät ovat liian vähäisiä saadakseen muutosta aikaan. Koemme, että neuromuskulaarisen harjoittamisen toistomäärien ja intensiteetin määrittäminen on erittäin hankalaa, koska ihmisten liikkeen kontrollin taso on jo terapiaan lähdetessä hyvin erilainen, jolloin optimaalista suositusta ei välttämättä voida edes määrittää. Harjoitteiden valinnan perusteena voidaan kuitenkin käyttää tutkimustietoa siitä, miten neuromuskulaarisen kontrollin häiriö vaikuttaa olkapään biomekaniikkaan ja proprioseptiikkaan.

Halusimme käydä opinnäytetyössä läpi neuromuskulaarisen kontrollijärjestelmän. Sen toiminnan ja harjoittamisen ymmärtäminen on mielestämme fysioterapeuteille ehdottoman tärkeää. Voidakseen toteuttaa laadukasta, monipuolista ja vaikuttavaa terapiaa tulee fysioterapeutilla olla käsitys hermostollisista prosesseista, miten ne vaikuttavat lihasten toimintaan, miten niitä voi harjoittaa, miten harjoittelun muuntelu vaikuttaa eri proprioseptorien toimintaan ja miten harjoitteiden muuntelulla voidaan monipuolistaa harjoittelua.

Kävimme tässä opinnäytetyössä lyhyesti läpi kivun vaikutusta neuromuskulaarisen kontrollin häiriintymiseen. Koimme aiheen erittäin mielenkiintoiseksi, mutta jouduimme rajaamaan sen hyvin lyhyeksi. Kipumekanismille on useita selityksiä ja sitä pyritään selittämään eri teorioin liittyen neuromuskulaarisen kontrollin häiriöiden syntymiseen. Kontrollin harjoittelusta on todistetusti hyötyä kivun lieventämisessä (Richardson & Jull 1995, 9), jonka takia impingementin terapiassa on perusteltua harjoittaa motorista kontrollia. Myös tämän takia kävimme opinnäytetyössä läpi motorisen kontrollin teoriaa ja harjoittamista.

Kipu on subjektiivinen kokemus ja sitä on hankala arvioida. Kivun kohtaaminen on fysioterapeutin työssä jokapäiväistä ja siksi fysioterapeutin on hyvä ymmärtää kipumekanismia. Fysioterapeutin olisi hyvä ottaa huomioon krooninen ja akuutti kipu sekä ymmärtää niiden aiheuttama stressireaktio. Kivun

arviointia vaikeuttaa se, että ei välttämättä tiedetä mikä on kivun perimmäinen aiheuttaja.

Tutkiminen on tämän opinnäytetyön ulkopuolella, mutta koemme sen olevan erittäin tärkeä osa impingement-syndrooman fysioterapiaa. Tutkimisen ja seurannan osuutta ei voida korostaa liikaa, koska juuri tutkiminen ja arviointi ohjaavat koko fysioterapiaprosessin toteutusta. Tässä kohdassa haluamme painottaa myös Tripp (2008, 514) tekemään suositusta, jossa hän kehottaa käyttämään tutkimisessa ja seurannassa validoituja, näyttöön perustuvia kliinisiä testejä ja seurantalomakkeita.

Harjoitteiden kuvaaminen tapahtui PIRAMKin tiloissa yhden päivän aikana teoriaosuuden valmistuttua ja esiversion tarkastamisen jälkeen. Monet harjoitusliikkeistä, joita suosittelemme, ovat luultavasti olleet jo pitkään käytössä ja samaan lopputulokseen voidaan päästä täysin eri harjoitteilla. Koemme kuitenkin erittäin tärkeäksi teorian tiedon yhdistämisen käytäntöön, mikä oli tämän työn yksi päämäärinä. Näin saadaan fysioterapialle lisää uskottavuutta, vaikuttavuutta ja sitä kautta koko fysioterapia alana kehittyy. On myös eettisesti tärkeää ja hyvän fysioterapiakäytännön mukaista ajatella terapian toteuttamisesta ja vaikuttavuutta potilaan / maksajan kannalta.

Lähdekirjallisuuden ja tutkimusten etsimisessä käytettiin erittäin paljon aikaa. Oman mielipiteen ja käsityksen muodostamisen tärkeyden takia teorian tiedon hakemisessa ei käytetty ulkopuolisten tahojen apua. Lähteitä päätyi karsittavaksi huomattavan suuri määrä (hieman vajaa 600 kpl), joten on vain hyvin pieni mahdollisuus, että aiheeseen liittyvää tämän hetkistä tutkimustietoa olisi jäänyt huomaamatta. Lähteiden rajaaminen oli työstä suuresta määrästä johtuen. Karsimista suoritettiin aihealueittain, kirjoittajan, julkaisuvuoden, julkaisijan perusteella sekä sen mukaan miten hyvin artikkeli tai tutkimus osui aihealueeseemme. Karsimisen jälkeen vartenotettavia artikkeleita oli noin 260 kpl. Jäljelle jääneistä artikkeleista valittiin kirjoitusprosessin aikana aiheeseen sopivimmat artikkelit. Nämä jaotimme vielä pienempiin kokonaisuuksiin aihealueittain alustavan opinnäytetyön rakenteen mukaisesti. Joitakin tutkimuksia, joihin emme muuten olisi päässeet käsiksi, saimme suoraan tutkijoilta itseltään sähköpostin välityksellä.

Jos nyt rupeaisimme tekemään opinnäytetyötä, etsisimme ensiksi muutaman täsmällisesti aiheeseen liittyvän tutkimuksen, joiden avulla määrittäisimme hakusanat. Näin tutkimusprosessi olisi luotettavampi lukijan kannalta ja enemmän tutkimuksellisten periaatteiden mukainen. Toisaalta voidaan ajatella, että hakusanojen vapaa ja rajoittamaton valinta ei rajoittanut hakutulosten saamista eikä ohjannut ajattelua ja hakemista mihinkään suuntaan. Tämä vei tosin enemmän aikaa ja energiaa. Törmäsimme muutamaan umpikujaan lähteitä hankkiessa, koska artikkelit olivat amerikkalaisista julkaisuista, joihin ei koulun tietokannosta ole pääsyä. Erittäin hyviksi lähteiksi havaitsimme Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy ja Manual Therapy –lehdet. Emme voi suositella opinnäytetyöksi kirjallisuuskatsauksen tekemistä, koska tietokantoihin pääseminen on rajallista.

Opimme opinnäytetyön aikana arvostamaan hyvin kuvattuja tutkimuksellisia menetelmiä ja selkeästi esitettyjä tuloksia. Tutkimuksissa tulisi tarkemmin tuoda esille käytetyt metodit ja erityisesti harjoitteet ja niiden määrät tulisi kuvata tarkasti. Jos näin ei tutkimuksessa tehdä, olisi ne kuvattava erillisessä raportissa. Näin saadaan kehitettyä fysioterapiaa ja perusteltua harjoittelua näyttöön perustuvaan tietoon.

Opinnäytetyön kirjoittamisprosessi tehtiin noin kahden kuukauden aikana viitenä päivänä viikossa ja päivät olivat kestoiltaan kuudesta tunnista kymmeneen tuntiin. Kaikki tuotettu teksti tehtiin yhdessä, minkä koimme erittäin hyödylliseksi aiheen haastavuudesta johtuen. Koemme, että yhdessä tekeminen minimoi myös riskin ajatus- ja tulkintavirheisiin. Lisäksi jatkuva keskustelu aiheesta konkretisoi ja helpotti käsiteltävän asian kirjoittamista. Olemme pysyneet opinnäytetyösuunnitelmassa tekemässämme aikataulussa koko prosessin ajan. Työn tekeminen oli erittäin antoisaa ja koemme oppineemme valtavasti tiedon hankinnasta, arvioinnista, yhdistämisestä ja erityisesti opinnäytetyön aiheesta. Tiedonhalun kasvaessa pitkäksi venyneet työpäivät eivät tuntuneet pitkiltä.

Aiheen suunta saatiin käytännön kentältä ja koimme sen tämän takia erittäin tärkeäksi sekä käytännönläheiseksi. Emme tienneet aluksi impingement-syndroomasta paljoakaan. Aiheen tarkentaminen tapahtui opinnäytetyön

työstämisen aikana, mutta työn tavoite ja tarkoitus ovat pysyneet lähes muuttumattomina koko prosessin ajan. Nyt jos vertaamme alun tietojamme nykyiseen tietämykseen impingement-syndrooman fysioterapiaan, koemme tietävämmme aiheesta erittäin paljon. Koska meillä ei ole käytännön kokemusta, emme ole välttämättä pystyneet työssä yhdistämään kaikkea teoriaa ja meidän on ollut hankalampi yhdistää asioita toisiinsa. Etenkin aiheeseen tutustuessa jouduimme tekemään hyvin laajan taustatyön lähdekirjallisuuden etsimiseksi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää impingement-syndrooman fysioterapiaa voima- liikkuvuusharjoittelun ja neuromuskulaarisen kontrollin harjoittamisen osalta perustelemalla harjoitteet tutkimuksiin ja kirjallisuuteen perustuen. Koemme onnistuneemme tavoitteessamme luomalla selkeät ja perustellut suositukset.

## LÄHTEET

Bigliani, L. & Levine, W. 1997. Subacromial Impingement Syndrome. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 79 (12), 1854-1868.

Blanch, P. 2004. Conservative management of shoulder pain in swimming. *Physical Therapy in Sport* 5, 109-124.

Borstad, J. 2006. Resting Position Variables at the Shoulder: Evidence to Support a Posture –Impairment Association. *Physical Therapy* 86 (4), 549-557.

Borstad, J. & Ludewig, P. 2005. The Effect of Long Versus Short Pectoralis Minor Resting Length on Scapular Kinematics in Healthy Individuals. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 35 (4), 227-238.

Borstad, J. & Ludewig, P. 2006. Comparison of three stretches for the pectoralis minor muscle. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 15 (3), 324-330.

Brindle, T., Nitz, A., Uhl, T., Kifer, E. & Shapiro, R. 2004. Measures of Accuracy for Active Shoulder Movements at 3 Different Speeds With Kinesthetic and Visual Feedback. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 34 (8), 468-478.

Brox, J., Staff, P., Ljunggren, A. & Brevik, J. 1993. Arthroscopic surgery compared with supervised exercises in patients with rotator cuff disease (stage II impingement syndrome). *British Medical Journal* 307, 899-903.

Brox, J., Gjengedal, E., Uppheim, G., Bøhmer, A., Brevik, J., Ljunggren, A. & Staff, P. 1999. Arthroscopic surgery versus supervised exercises in patients with rotator cuff disease (stage II impingement syndrome): A prospective, randomized, controlled study in 125 patients with a 2,5-year follow-up. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 8 (2), 102-111.

Bullock, M., Foster, N. & Wright, C. 2005. Shoulder impingement: the effect of sitting posture on shoulder pain and range of motion. *Manual Therapy* 10, 28-37.

Burkhart, S., Morgan, C. & Kibler, B. 2003. The Disabled Throwing Shoulder: Spectrum of Pathology Part III: The SICK Scapula, Scapular Dyskinesis, the Kinetic Chain, and Rehabilitation. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery* 19 (6), 641-661.

Caldwell, C., Sahrmann, S. & Dillen, L. 2007. Use of a Movement System Impairment Diagnosis for Physical Therapy in the Management of a Patient With Shoulder Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 37 (9), 551-563.

Chmielewski, T., Myer, G., Kauffman, D. & Tillman, S. 2006. Plyometric Exercise in the Rehabilitation of Athletes: Physiological Responses and Clinical Application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 36 (5), 308-319.

Chmielewski, T., Hewett, T., Hurd, W. & Snyder-Mackler, L. 2007. Principles of Neuromuscular Control for Injury Prevention and Rehabilitation. Teoksessa Magee, D., Zachazewski, J. & Quillen, W. (toim.) *Scientific Foundations and Principles of Practice in Musculoskeletal Rehabilitation*. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 375-387.

Comerford, M. & Mottram, S. 2001a. Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. *Manual Therapy* 6 (1), 3-14.

Comerford, M. & Mottram, S. 2001b. Movement and stability dysfunction – contemporary developments. *Manual Therapy* 6 (1), 15-26.

Cools, A., Cambier, D. & Witvrouw, E. 2008. Screening the athlete's shoulder for impingement symptoms: a clinical reasoning algorithm for early detection of shoulder pathology. *British Journal of Sports Medicine* 42, 628-635.

Cools, A., Dewitte, V., Lanszweert, F., Notebaert, D., Roets, A., Soentens, B., Cagnie, B. & Witvrouw, E. 2007. Rehabilitation of Scapular Muscle Balance - Which Exercises to Prescribe. *American Journal of Sports Medicine* 35 (10), 1744-1751.

Cools, A., Witvrouw, E., Clercq, G., Danneels, L., Willems, T., Cambier, D. & Voight, M. 2002. Scapular Muscle Recruitment Pattern: Electromyographic Response of the Trapezius Muscle to Sudden Shoulder Movement Before And After Fatiguing Exercise. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 32 (5), 221-229.

Cools, A., Witvrouw, E., Mahieu, N. & Danneels, L. 2005. Isokinetic Scapular Muscle Performance in Overhead Athletes With and Without Impingement Symptoms. *Journal of Athletic Training* 40 (2), 104-110.

Copping, J. & O'Driscoll, M-L. 2005. Application of tape at the shoulder joint: an effective therapeutic modality for the treatment of impingement syndrome? *Physical Therapy Reviews* 10 (4), 231-236.

Cote, M., Gomlinski, G., Tracy, J. & Mazzocca, A. 2009. Radiographic analysis of commonly prescribed scapular exercises. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 18, 311-316.

Darlow, B. 2006. Neuromuscular retraining for multidirectional instability of the shoulder – a case study. *New Zealand Journal of Physiotherapy* 34(2), 60-65.

Davies, G., Krauscher, D., Brinks, K. & Jennings, J. 2006. Neuromuscular Static and Dynamic Stability of the Shoulder: The Key to Functional Performance. Teoksessa Manske, R. (toim.) *Postsurgical Orthopedic Sports Rehabilitation*. St. Louis, Missouri: Mosby, 133-155.

Decker, M., Tokish, J., Ellis, H., Torry, M. & Hawkins, R. 2003. Subscapularis Muscle Activity during Selected Rehabilitation Exercises. *The American Journal of Sports Medicine* 31 (1), 126-134.

Ebaugh, D., McClure, P. & Karduna, A. 2006. Scapulothoracic and Glenohumeral Kinematics Following an External Rotation Fatigue Protocol. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 36 (8) 557-571.

Ekström, R., Bifulco, K., Lopau, C., Andersen, C. & Gough, J. 2004. Comparing the Function of the Upper and Lower Parts of the Serratus Anterior Muscle Using Surface Electromyography. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 34 (5), 235-243.

Ekstöm, R., Donatelli, R. & Söderberg, G. 2003. Surface Electromyographic Analysis of Exercises for the Trapezius and Serratus Anterior Muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 33 (5), 247-258.

Endo, K., Yukata, K. & Yasui, N. 2004. Influence of age on scapulo –thoracic orientation. *Clinical Biomechanics* 19, 1009-1013.

Forthomnie, B., Crielaard, J-M. & Croisier, J-L. 2008. Scapular Positioning in Athlete's Shoulder. *Sports Medicine* 38 (5), 369-386.

Forwell, L. & Carnahan, H. 1996. Proprioception During Manual Aiming in Individuals With Shoulder Instability and Controls. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 23 (2), 111-119.

Fusco, A., Foglia, A., Musarra, F. & Testa, M. 2008. *The Shoulder in Sport – Management, Rehabilitation and Prevention*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

Glousman, R., Jobe, F., Tibone, J., Moynes, D., Antonelli, D. & Perry, J. 1988. Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *Journal of Bone and Joint Surgery* 70 (2), 220-226.

Grant, H., Arthur, A. & Pichora, D. 2004. Evaluation of Interventions for Rotator Cuff Pathology: A Systematic Review. *Journal of Hand Therapy* 17 (2), 274-299.

Haahr, J., Østergaard, S., Dalsgaard, J., Norup, K., Frost, P., Lausen, S., Holm, E. & Andersen, J. 2005. Exercises versus arthroscopic decompression in patients with subacromial impingement: a randomized, controlled study in 90 cases with a one year follow up. *British Medical Journal* 64, 760-764.

Haahr, J. & Andersen, J. 2006, Exercises may be as efficient as subacromial decompression in patients with subacromial stage II impingement: 4-8-years' follow-up in a prospective, randomized study. *Scandinavian Journal of Rheumatology* 23 (2), 1-5.

Hakala, J. 2004. *Opinnäytetyöopas ammattikorkeakouluille*. Helsinki: Gaudeamus.



- Hall, C. & Brody, L. 2005. *Therapeutic Exercise – Moving Toward Function*. Second Edition. Baltimore, Maryland: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hamill, J. & Knutzen, K. 2003. *Biomechanical Basis of Human Movement*. Second Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hardwick, D., Beebe, J., McDonnell, M. & Lang, C. 2006. A Comparison of Serratus Anterior Muscle Activation During a Wall Slide Exercise and Other Traditional Exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 36 (12), 903-910.
- Hébert, L., Moffet, H., McFadyen, B. & Dionne, C. 2002. Scapular Behavior in Shoulder Impingement Syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 83, 60-69.
- Hess, S. 2000. Functional stability of the glenohumeral joint. *Manual Therapy* 5 (2), 63-71.
- Hsu, Y-H., Chen, W-Y., Ling, H-C., Wang W. & Shih, Y-F. 2009. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Article in press, 1-8. (Corrected proof, 15 January 2009).
- Hyvönen, P. 2003. *On the Pathogenesis of Shoulder Impingement Syndrome*. University of Oulu: Oulu University press. Väitöskirja.
- Ingham, S. 2006. *The physiology of strength training*. Teoksessa Whyte, G., Spurway, N. & MacLaren, D. *The Physiology of Training*. Advances in sport and exercise science series. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Irlenbusch, U. & Gansen, H. 2003. Muscle biopsy investigations on neuromuscular insufficiency of the rotator cuff: A contribution to the functional impingement of the shoulder joint. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 12 (5), 422-426.
- Izumi, T., Aoki, M., Muraki, T., Hidaka, E., & Miyamoto, S. 2008. Stretching Positions for the Posterior Capsule of the Glenohumeral Joint. *The American Journal of Sports Medicine* 36 (10), 2014-2022.
- Janwantakul, P., Magarey, M., Jones, M., Grimmer, K. & Miles, T. 2003. The effect of body orientation on shoulder proprioception. *Physical Therapy in Sport* 4, 67-73.
- Johansson, K. 2004. *Patients with Subacromial Pain - Diagnosis, Treatment and Outcome in Primary Care*. Linköping: Unitryck. Väitöskirja.
- Johansson, K. & Ivarson, S. 2009. Intra- and interexaminer reliability of four manual shoulder maneuvers used to identify subacromial pain. *Manual Therapy* 14 (2), 231-239.

Järvholm, U., Styf, J., Suurkula, M. & Herberts, P. 1988. Intramuscular pressure and muscle blood flow in supraspinatus. *European Journal of Applied Physiology* 58, 219-224.

Karduna, A., Kerner, P. & Lazarus, M. 2005. Contact forces in the subacromial space: Effects of scapular orientation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 14 (4), 393-399.

Kebaetse, M., McClure, P. & Pratt, N. 1999. Thoracic Position Effect on Shoulder Range of Motion, Strength, and Three –Dimensional Scapular Kinematics. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 80, 945-950.

Kibler, B., McMullen, J. & Uhl, T. 2000. Shoulder Rehabilitation Strategies, Guidelines, and Practice. *Operative Techniques in Sports Medicine* 8 (4), 258-267.

Kim, S., Ha, K., Kim, H. & Kim, S. 2001. Electromyographic activity of the biceps brachii muscle in shoulders with anterior instability. *The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 17 (8), 864-868.

Kinney, E., Wusthoff, J., Zyck, A., Hatzel, B., Vaughn, D., Strickler, T. & Glass, S. 2008. Activation of the trapezius muscle during varied forms of Kendall exercises. *Physical Therapy in Sport* 9, 3-8.

Kneeshaw, D. 2005. Impingement Syndrome (Allingham's strap). Teoksessa Macdonald, R. (toim.) *Taping Techniques – Principles and Practice*. Edinburgh: Butterworth-Heinemann, 178-179.

Koivula, U-M., Suihko, K. & Tyrväinen, J. 2003. Mission: Possible – Opas opinnäytetyön lukijalle. 2. uudistetun painoksen lisäpainos. Tampere: Pirkanmaan Ammattikorkeakoulu.

Kronberg, M., Broström, L. & Németh, G. 1991. Differences in shoulder muscle activity between patients with generalized joint laxity and normal controls. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 269, 181-192.

Kuhn, J. 2009. Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: A systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 18 (1), 138-160.

Lear, L. & Gross, M. 1998. An Electromyographical Analysis of the Scapular Stabilizing Synergists During a Push-up Progression. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 28 (3), 146-157.

Leivseth, G. & Reikerås, O. 1994. Changes in Muscle Fiber Cross-Sectional Area and Concentrations of Na, K-ATPase in Deltoid Muscle in Patients With Impingement Syndrome of the Shoulder. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 19 (3), 146-149.

Lentz, T., Barabas, J., Day, T., Bishop, M. & George, S. 2009. The Relationship of Pain Intensity, Physical Impairment, and Pain-Related Fear to Function in Patients With Shoulder Pathology. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 39 (4), 270-277.

Lephart, S. & Henry, T. 1996. The physiological basis for open and closed kinetic chain rehabilitation for the upper extremity. *Journal of Sport Rehabilitation* 5 (1), 71-87.

Lephart, S., Warner, J., Borsa, P. & Fu, F. 1994. Proprioception of the shoulder joint in healthy, unstable, and surgically repaired shoulders. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 3 (6), 371-380.

Lewis, J., Green, A. & Dekel, S. 2001. The Aetiology of Subacromial Impingement Syndrome. *Physiotherapy* 87 (9), 458-469.

Lewis, J. Green, A. & Wright, C. 2005a. Subacromial impingement syndrome: The role of posture and muscle imbalance. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 14 (4), 385-392.

Lewis, J., Wright, C. & Green, A. 2005b. Subacromial Impingement Syndrome: The Effect of Changing Posture on Shoulder Range of Movement. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 35 (2), 72-87.

Lindgren, K-A. Dosentti, fysiatrian ja yleislääketieteen erikoislääkäri. 2008. Olka-yläraajan kliininen tutkimus – mitä se antaa? Luento. SOMTY:n ja SMLY:n Syysöpintopäivät 2008: Yläraaja vaivaa – Mitä tehdä? 21.11.2008. Tampere-talo. Tampere.

Lombardi, I., Magri, Â., Fleury, A., Da Silva, A. & Natour, J. 2008. Progressive Resistance Training in Patients With Shoulder Impingement: A Randomized Controlled Trial. *Arthritis & Rheumatism* 59 (5), 615-622.

Lovering, R. & Russ, D. 2008. Fiber Type Composition of Cadaveric Human Rotator Cuff Muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 38 (11), 674-680.

Ludewig, P. & Cook, T. 2000. Alterations in Shoulder Kinematics and Associated Muscle Activity in People With Symptoms of Shoulder Impingement. *Physical Therapy* 80 (3), 276-291.

Ludewig, P. & Cook, T. 2002. Translations of the Humerus in Persons With Shoulder Impingement Symptoms. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 32 (6), 248-259.

Ludewig, P., Cook, T. & Nawoczenski, D. 1996. Three-Dimensional Scapular Orientation and Muscle Activity at Selected Positions of Humeral Elevation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 24 (2), 57-65.

Ludewig, P., Hoff, M., Osowski, E., Meschke, S. & Rundquist, P. 2004. Relative Balance of Serratus Anterior and Upper Trapezius Muscle Activity During Push-Up Exercises. *The American Journal of Sports Medicine* 32 (2), 484-493.

Ludewig, P. & Reynolds, J. 2009. The Association of Scapular Kinematics and Glenohumeral Joint Pathologies. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 39 (2), 90-104.

Lukasiewicz, A., McClure, P., Michener, L., Pratt, N. & Sennett, B. 1999. Comparison of 3-Dimensional Scapular Position and Orientation Between Subjects With and Without Shoulder Impingement. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 29 (10), 574-586.

Machner, A., Merk, H., Becker, R., Rohkohl, K., Wissel, H. & Pap, G. 2003. Kinesthetic sense of the shoulder in patients with impingement syndrome. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 74 (1), 85-88.

Magarey, M. & Jones, M. 2003. Dynamic evaluation and early management of altered motor control around the shoulder complex. *Manual Therapy* 8 (4), 195-206.

Magee, D. 2006. *Orthopedic Physical Assessment*. Enhanced Edition, 4<sup>th</sup> Edition. St. Louis, Missouri: Saunders.

Magee, D. & Zachazewski, J. 2007. *Principles of Stabilization Training*. Teoksessa Magee, D., Zachazewski, J. & Quillen, W. (toim.) *Scientific Foundations and Principles of Practice in Musculoskeletal Rehabilitation*. St. Louis, Missouri: Saunders, 388-413.

Magee, D., Mattison, R. & Reid, D. 2009. *Shoulder Instability and Impingement Syndrome*. Teoksessa Magee, D., Zachazewski, J. & Quillen, W. (toim.) *Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation*. St. Louis, Missouri: Saunders, 125-160.

McClure, P., Bialker, J., Neff, N., Williams, G. & Karduna, A. 2004. Shoulder Function and 3-Dimensional Kinematics in People With Shoulder Impingement Syndrome Before and After a 6-Week Exercise Program. *Physical Therapy* 84 (9), 832-848.

McClure, P., Michener, L. & Karduna, A. 2006. Shoulder Function and 3-Dimensional Scapular Kinematics in People With and Without Shoulder Impingement Syndrome. *Physical Therapy* 86 (8), 1075-1090.

McClure, P., Balaicuis, J., Heiland, D., Broersma, M., Thorndike, C. & Wood, A. 2007. A Randomized Controlled Comparison of Stretching Procedures for Posterior Shoulder Tightness. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 37 (3), 108-114.

McMahon, P., Jobe, F., Pink, M., Brault, J. & Perry, J. 1996. Comparative electromyographic analysis of shoulder muscles during planar motions: Anterior glenohumeral instability versus normal. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 5 (2), 118-123.

McQuade, K., Dawson, J. & Smidt, G. 1998. Scapulothoracic Muscle Fatigue Associated With Alterations in Scapulohumeral Rhythm Kinematics During Maximum Resistive Shoulder Elevation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 28 (2), 74-80.

Mell, A., LaScalza, S., Guffrey, P., Ray, J., Maciejewski, M., Carpenter, J., Hughes R. & Arbor, A. 2005. Effect of rotator cuff pathology on shoulder rhythm. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 14 (1), 58-64.

Michener, L., McClure, P. & Karduna, A. 2003. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clinical Biomechanics* 18/2003, 369-379.

Michener, L., Walsworth, M. & Burnet, E. 2004. Effectiveness of Rehabilitation for Patients with Subacromial Impingement Syndrome: A Systematic Review. *Journal of Hand Therapy* 17, 152-164.

Moraes, G., Faria, C. & Teixeira-Salmela, L. 2008. Scapular muscle recruitment patterns and isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in individuals with and without impingement syndrome. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 17 (1), 48-53.

Mottram, S. 1997. Dynamic stability of the scapula. *Manual Therapy* 2 (3), 123-131.

Mottram, S. 2003. Dynamic stability of the scapula. Teoksessa Beeton, K. (toim.) *Manual Therapy Masterclasses – The Peripheral Joints*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 3-17.

Mottram, S., Woledge, R. & Morrissey, D. 2009. Motion analysis study of a scapular orientation exercise and subjects' ability to learn the exercise. *Manual Therapy* 14, 13-18.

Myers, J., Guskiewicz, K., Schneider, R. & Prentice, W. 1999. Proprioception and Neuromuscular Control of The Shoulder After Muscle Fatigue. *Journal of Athletic Training* 34 (4), 362-367.

Myers, J., Wassinger, C. & Lephart, S. 2006. Sensorimotor contribution to shoulder stability: Effect of injury and rehabilitation. *Manual Therapy* 11, 197-201.

Neer, C. 1972. Anterior Acromioplasty for the Chronic Impingement Syndrome in the Shoulder: a preliminary report. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 54-A, 41-50.

Neer, C. 1983. Impingement Lesions. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 173, 70-77.

Nho, S., Yadav, H., Shindle, M. & MacGillivray, J. 2008. Rotator Cuff Degeneration – Etiology and Pathogenesis. *American Journal of Sports Medicine* 36 (5), 987-993.

O'Sullivan, P. 2000. Lumbar segmental "instability": clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy* 5 (1), 2-12.

Paavola, M. Ortopedian ja traumatologian erikoislääkäri, lääketieteen tohtori. 2008. Impingement olka – jumbppaa vai puukkoa hoidoksi? Luento. SOMTY:n ja SMLY:n Syysopinopäivät 2008: Yläraaja vaivaa – Mitä tehdä? 22.11.2008. Tampere-talo. Tampere.

Paavola, M., Remes, V. & Paavolainen, P. 2007. Olkapään pinneoireyhtymä helpottaa yleensä konservatiivisella hoidolla. *Suomen Lääkärilehti* 67 (49-50), 4633-4637.

Panjabi, M. 1992. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders & Techniques* 5 (4), 383-389.

Plazer, W. 2004. *Color Atlas of Human Anatomy, Volume 1 – Locomotor System*. 5th Revised Edition. Stuttgart: Thieme.

Porterfield, J. & DeRosa, C. 2004. *Mechanical Shoulder Disorders – Perspectives in Functional Anatomy*. St. Louis, Missouri: Saunders.

Reddy, A., Mohr, K., Pink, M. & Jobe, F. 2000. Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 9 (6), 519-523.

Reinold, M., Escamilla, R. & Wilk, K. 2009. Current Concepts in the Scientific and Clinical Rationale Behind Exercises for Glenohumeral and Scapulothoracic Musculature. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 39 (2), 105-117.

Reinold, M., Macrina, L., Wilk, K., Fleisig, G., Shouchen, D., Barrentine, S., Ellerbusch, M., Andrews, J. 2007. Electromyographic Analysis of the Supraspinatus and Deltoid Muscles During 3 Common Rehabilitation Exercises. *Journal of Athletic Training* 42 (4), 464 – 469.

Reinold, M., Wilk, K., Fleisig, G., Zheng, N., Barrentine, S., Chmielewski, T., Cody, R., Jameson, G. & Andrews, J. 2004. Electromyographic Analysis of the Rotator Cuff and Deltoid Musculature During Common Shoulder External Rotation Exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 34 (7), 385-394.

Richardson, C. & Jull, G. 1995. Muscle control – pain control. What exercises would you prescribe? *Manual Therapy* 1, 2-10.

Roy, J-S., Moffet, H., Hébert, L. & Lirette, R. 2009. Effect of motor control and strengthening exercises on shoulder function in persons with impingement syndrome: A single-subject study design. *Manual Therapy* 14, 180-188.

Sackett, D., Rosenberg, W., Gray, J., Haynes, R. & Richardson, W. 1996. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *British Medical Journal* 312, 71-72.

Sahrmann, S. 2002. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. St. Louis, Missouri: Mosby, Inc.

Schmitt, L. & Snyder-Mackler, L. 1999. Role of Scapular Stabilizers in Etiology and Treatment of Impingement Syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 29 (1), 31-38.

Selkowitz, D., Chaney, C., Stuckey, S. & Vlad, G. 2007. The Effects of Scapular Taping on the Surface Electromyographic Signal Amplitude of Shoulder Girdle Muscles During Upper Extremity Elevation in Individuals With Suspected Shoulder Impingement Syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 37 (11), 694-702.

Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. 2007. *Motor Control – Translating Research into Clinical Practice*. Third Edition. Philadelphia, Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins.

Smith, R. & Brunolli, J. 1989. Shoulder Kinesthesia After Anterior Glenohumeral Joint Dislocation. *Physical Therapy* 69 (2), 106-112.

Sparkes, V., Smith, M. & Busse, M. 2007. Scapular taping in the therapeutic management of sub-acromial impingement symptoms – exploration of a clinical theory. *Physiotherapy Research International* 12 (4), 203-204.

Srinivasan, R., Lungren, M., Langenderfer, J. & Hughes, R. 2007. Fiber Type Composition and Maximum Shortening Velocity of Muscles Crossing the Human Shoulder. *Clinical Anatomy* 20, 144-149.

Sterling, M., Jull, G. & Wright, A. 2001. The Effect of Musculoskeletal Pain on Motor Activity and Control. *The Journal of Pain* 2 (3), 135-145.

Swanik, K., Lephart, S., Swanik, B., Lephart, S., Stone, D. & Fu, F. 2002. The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 11 (6), 579-586.

Tate, A., McClure, P., Kareha, S. & Irwin, D. 2008. Effect of the Scapular Reposition Test on Shoulder Impingement Symptoms and Elevation Strength in Overhead Athletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 38 (1), 4-11.

Terrier, A., Reist, A., Vogel, A. & Farron, A. 2007. Effect of supraspinatus deficiency on humerus translation and glenohumeral contact force during abduction. *Clinical Biomechanics* 22, 645-651.

Thelen, M., Dauber, J. & Stoneman, P. 2008. The Clinical Efficacy of Kinesio Tape for Shoulder Pain: A Randomized, Double-Blinded, Clinical Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 38 (7), 389-395.

Tripp, B. 2008. Principles of Restoring Function and Sensorimotor Control in Patients with Shoulder Dysfunction. *Clinics In Sports Medicine* 27, 507-519.

- Tuomi, J. 2007. Tutki ja lue – Johdatus tieteellisen tekstin ymmärtämiseen. Helsinki: Kustannesosakeyhtiö Tammi.
- Uhl, T., Carver, T., Mattacola, C., Mair, S. & Nitz, A. 2003. Shoulder Musculature Activation During Upper Extremity Weight-Bearing Exercise. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 33 (3), 109-117.
- Valadie, A., Jobe, C., Pink, M., Ekman, E. & Jobe, F. 2000. Anatomy of provocative tests for impingement syndrome of the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 9 (1), 36-46.
- Veeger, H. & Helm, F. 2007. Shoulder function: The perfect compromise between mobility and stability. *Journal of Biomechanics* 40, 2119-2129.
- Voight, M., Hardin, A., Blackburn, T., Tippett, S. & Canner, G. 1996. The Effects of Muscle Fatigue on and the Relationship of Arm Dominance to Shoulder Proprioception. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 23 (6), 348-352.
- Wang, C-H., McClure, P., Pratt, N. & Nobilini, R. 1999. Stretching and Strengthening Exercises: Their Effect on Three-Dimensional Scapular Kinematics. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 80, 923-929.
- Wilk, K. & Arrigo, C. 1993. Current Concepts in the Rehabilitation of the Athletic Shoulder. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 18 (1), 365-378.
- Wilk, K., Arrigo, C. & Andrews, J. 1997. Current Concepts: The Stabilizing Structures of the Glenohumeral Joint. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 25 (6), 364-379.
- Wilk, K., Obma, P., Simpson, C., Cain, L., Dugas, J. & Andrews, J. 2009. Shoulder Injuries in the Overhead Athlete. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 39 (2), 38-54.
- Williams, G., Chmielewski, T., Rudolph, K., Buchanan, T. & Snyder-Mackler, L. 2001. Dynamic Knee Stability: Current Theory and Implications for Clinicians and Scientists. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 31 (10), 546-566.
- Wise, M., Uhl, T., Mattacola, C., Nitz, A. & Kibler, B. 2004. The effect of limb support on muscle activation during shoulder exercises. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 13 (6), 614-620.
- Yang, J-I., Chen, S-Y., Chang, C-W. & Lin, J-J. 2009. Quantification of shoulder tightness and associated shoulder kinematics and functional deficits in patients with stiff shoulders. *Manual Therapy* 14, 81-87.
- Zuckerman, J., Gallagher, M., Cuomo, F. & Rokito, A. 2003. The effect of instability and subsequent anterior shoulder repair on proprioceptive ability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 12 (2), 105-109.