

## **Nacksmärta och motorisk kontroll**

- den cervikala muskulaturens betydelse i fysioterapeutisk träning

Mikaela Schultz

Examensarbete  
Fysioterapi  
2010

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Fysioterapi
Identifikationsnummer:	8002
Författare:	Mikaela Schultz
Arbetets namn:	Nacksmärta och motorisk kontroll – den cervikala muskulaturens betydelse i fysioterapeutisk träning
Handledare (Arcada):	Göta Kukkonen
Uppdragsgivare:	Fysiosportis
<p>Sammandrag:</p> <p>Nacksmärta är en av de vanligaste orsakerna för att söka sig till fysioterapin. Forskare har börjar undersöka om orsaken till nacksmärta ligger i den motoriska kontrollen i de cervikala musklerna. Syftet med denna systematiska forskningsöversikt var att sammanställa forskningsresultat om den motoriska kontrollens betydelse i de cervikala musklerna. Frågeställningarna tar fasta på hur den motoriska kontrollen beskrivs hos personer med nacksmärta och symptomfria och vad forskarna rekommenderar som fysioterapeutisk träning. Allt som allt inkluderades 15 forskningar publicerade efter år 2000 som undersökt de cervikala musklernas aktivitet hos personer med nacksmärta eller både personer med nacksmärta och symptomfria i jämförelse. Resultaten tyder på att den motoriska kontrollen är förändrad hos personer med nacksmärta och att speciellt de ytliga cervikala musklerna är överaktiva medan de djupa musklerna är försvagade och inte aktiveras korrekt. Den fysioterapeutiska träningen rekommenderas av forskarna att koncentrera sig på specifik, låg intensitets träning av de djupa halsmusklerna, helst tränad i funktionella uppgifter. Hållningskorrigering rekommenderas också eftersom rätt hållning aktiverar de djupa stabiliserande musklerna.</p>	
Nyckelord:	Nacksmärta, cervikala muskler, motorisk kontroll, fysioterapeutisk träning.
Sidantal:	53
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Physiotherapy
Identification number:	8002
Author:	Mikaela Schultz
Title:	Neck pain and motor control – the importance of the cervical musculature in physiotherapy exercise
Supervisor (Arcada):	Göta Kukkonen
Commissioned by:	Fysiosporttis
<p>Abstract:</p> <p>Neck pain is one of the most common reasons to go to a physiotherapist. Researchers have started to investigate if the reason for neck pain lies within the motor control of the cervical muscles. The aim of this systematic review is to put together research results about motor control in the cervical muscles. The pertinent questions are of how the motor control is described among persons with neck pain and the asymptomatic; and what kind of physiotherapy exercise the researchers recommend. In all, 15 studies were included that were published after the year 2000 and investigated the activity of the cervical muscles among persons with neck pain or between persons with neck pain and asymptomatic. The results indicate that motor control is changed among persons with neck pain and especially the superficial cervical muscles are overactive, while the deep muscles are weakened and are not activated correctly. The researchers recommend that the physiotherapy exercise should be concentrated on specific, low intensity exercise of the deep cervical flexor muscles, preferably trained through functional tasks. Posture correction is also recommended because a correct posture activates the deep stabilizing muscles.</p>	
Keywords:	Neck pain, cervical muscles, motor control, physiotherapy exercise
Number of pages:	53
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

# INNEHÅLL

<b>1 Inledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Problemavgränsning</b> .....	<b>9</b>
2.1 Syfte .....	9
2.2 Frågeställningar.....	9
<b>3 Centrala begrepp</b> .....	<b>9</b>
<b>4 Teoretisk referensram</b> .....	<b>11</b>
4.1 Nackens uppbyggnad och muskulatur .....	11
4.2 Cervikala musklernas funktion och betydelse .....	12
4.3 Orsaker till nacksmärta.....	14
4.4 Behandling av nacksmärta .....	14
4.5 Motoriska kontrollen i de cervikala musklerna .....	15
4.6 Muskelsynergier i de cervikala musklerna .....	17
4.7 Feedforward-mekanismens betydelse för nacken .....	18
4.8 Hållningens betydelse för optimal muskelaktivitet .....	19
4.9 Kort sammanfattning av bakgrundsteorin .....	20
<b>5 Metod</b> .....	<b>20</b>
5.1 Litteratursökning .....	21
5.2 Urvalskriterier .....	21
Inklusionskriterier:.....	21
Exklusionskriterier: .....	21
5.3 Urvalsprocess.....	22
<b>6 Kvalitetsgranskning</b> .....	<b>23</b>
6.1 Icke-experimentell design.....	23
6.2 Pre-experimentell design.....	23
6.3 Val av kvalitetsgranskningsmetod .....	24
6.4 Kvalitetsgranskning av tvärsnittsstudierna och den prospektiv longitudinella studien .....	25
6.5 Kvalitetsgranskning av pretest-posttest studierna.....	26
6.6 Kvalitetsgranskningens resultat.....	27
<b>7 Presentation av forskningarna</b> .....	<b>28</b>
<b>8 Resultateredovisning</b> .....	<b>43</b>
8.1 Resultat för frågeställning 1 .....	43

De ytliga cervikala musklernas aktivitet .....	43
M. Sternocleidomastoideus.....	44
De djupa halsmusklerna i förhållande till de ytliga.....	45
8.2 Resultat för frågeställning 2.....	45
<b>9 Diskussion .....</b>	<b>46</b>
9.1 Metoddiskussion.....	46
9.2 Resultatdiskussion .....	48
9.2.1 <i>Diskussion kring resultaten för frågeställning 1</i> .....	48
9.2.2 <i>Diskussion kring resultaten för frågeställning 2</i> .....	51
9.2.3 <i>Övriga kommentarer</i> .....	52
<b>9 Slutsatser .....</b>	<b>53</b>
<b>10 Källor .....</b>	<b>54</b>

# 1 INLEDNING

Nacksmärta har blivit ett allt vanligare problem, mycket p.g.a. den ökande mängden människor som gör datorarbete. Av befolkningen tros 67% i något skede lida av nacksmärta vilket gör att detta problem är ett av de dominerande inom fysioterapi. Att förstå orsakerna till nacksmärta är viktigt för att kunna specificera fysioterapi till det centrala problemet och för att kunna förebygga nacksmärta (Falla 2004e).

Eftersom nacksmärta är ett såpass vanligt problem är det ett väldigt dyrt problem för samhället med tanke på vården, sjukfrånvaron och tidiga pensioneringar (Ylinen 2007). Nacksmärta kopplas oftast ihop med förändrad funktion i cervikala musklerna. Detta har man kunnat påvisa genom att testa de cervikala musklernas styrka och genom EMG-mätningar. Förändringarna har påvisats hos både personer med traumarelaterad bakgrund och andra orsaker till nacksmärta. Eftersom muskulaturen står för ca 80% av nackens stabilitet så är det centralt att förstå sig på musklernas roller och funktion för att kunna ge adekvat fysioterapi. (Falla 2004e).

Komplexiteten bakom nacksmärta är ännu inte helt klar vilket i sig gör att fysioterapi hittills i brist på djupare kunskap möjligen inte koncentrerat sig på att behandla det grundläggande problemet utan istället endast lättat på symptomen. För att kunna uppnå långvariga resultat bör den motoriska kontrollens karaktär i de cervikala musklerna undersökas noggrannare. (Falla 2004e).

Det har forskats mycket i hurdan effekt aktiv muskelträning har på nacksmärta och så gott som alla forskning har fått positiva resultat men har inte alltid uppnått betydande grad av förbättring. Träningstyperna har varierat mycket och man har inte riktigt kunnat specificera vilken typ av träning som är den effektivaste. Man har länge trott att det är muskelsvagheten i halsmusklerna som är orsaken till smärtan men djupare in på det problemet har man kommit först under de senaste åren. Om svagheten är orsaken till smärtan eller smärtan orsaken till försvagade cervikala muskler är ännu inte helt klart. Under de senaste åren har man koncentrerat sig på att undersöka den motoriska kontrollen i de cervikala musklerna. En fungerande synergi mellan musklerna visar sig ha en central roll. (Falla 2004e).

För fysioterapeuter är det centralt att förstå sig på hur den motoriska kontrollen fungerar eftersom en betydlig del av arbetet går ut på att lära ut rätta rörelsemönster och strategier för att förebygga och behandla felaktiga mönster som i sin tur leder till sekundära problem (Shumway-Cook 2007).

I denna forskningsöversikt kommer jag att se närmare på hur den motoriska kontrollen ser ut hos personer med nacksmärta och hur den förändrats i jämförelse med symptomfria. Ämnesvalet för detta arbete är centralt för fysioterapeuter för att få fördjupad förståelse i hur den motoriska kontrollen kan förändras och vara det grundläggande problemet vid nacksmärta. Jag hoppas att med mitt arbete kunna ge en inblick i vad man som fysioterapeut bör vara uppmärksam på för faktorer då man möter en patient med nacksmärta och vad fysioterapin borde koncentrera sig på.



## 2 PROBLEMAVGRÄNSNING

Denna forskningsöversikt koncentrerar sig på att undersöka hur de cervikala musklernas motoriska kontroll är förändrad hos personer med nacksmärta. Både idiopatisk nacksmärta och traumarelaterad bakgrund som whiplash undersöks i denna forskningsöversikt. Forskningar som undersökte både symptomfria personer och personer med nacksmärta togs med för att kunna analysera möjliga skillnader. Studier gjorda på enbart symptomfria personer användes endast som bakgrundsinformation.

### 2.1 Syfte

Syftet med denna forskningsöversikt är att sammanställa forskningsresultat om vilken betydelse den motoriska kontrollen har i den cervikala muskulaturen och utgående från detta sammanställa forskarnas rekommendationer för hurdan fysioterapeutisk träning som de anser vara lämplig för personer med nacksmärta.

### 2.2 Frågeställningar

- 1) Hur beskrivs den motoriska kontrollen i de cervikala musklerna hos a) symptomfria personer och b) personer med nacksmärta.
- 2) Hurdana rekommendationer ger forskarna gällande fysioterapeutisk träning utgående från den motoriska kontrollen i samband med nacksmärta.

## 3 CENTRALA BEGREPP

**CCFT** : Craniocervical flexion test, *CCFT*, är ett kliniskt test som undersöker funktionen av de djupa halsmusklerna m. longus colli och m. longus capitis. Testet undersöker de djupa musklernas aktivering och isometriska uthållighet samtidigt som man kan få information om interaktionen mellan de djupa och ytliga halsmusklerna. Testet görs i ryggliggande med en trycksensor under nacken. Det görs i fem steg där personen ska flektera huvudet för att uppnå ett visst tryck för varje steg. Då de djupa halsmusklerna kontraheras minskar den cervicala lordosen och trycket i trycksensorn

stiger. På detta sätt kan man få viktig information om hur bra de djupa halsmusklerna aktiveras. Genom att under testet även göra EMG-mätningar av de ytliga halsmusklerna som m. SCM och m. Scalenus anterior kan man hitta samband mellan försämrad aktivitet i de djupa musklerna och ökad aktivitet i de ytliga (Jull 2008).

**Cervikala muskler:** Skribenten har valt att i detta arbete använda begreppet *cervikala muskler* som ett allmänt begrepp som omfattar både hals- och nackmusklerna.

**EMG:** Elektromyografi, är en mätmetod där man med hjälp av på huden fästa eller intramuskulära elektroder mäter aktiviteten i muskler. EMG ger information om vilka muskler som är aktiva under en viss rörelse, när de aktiveras och hur stark kontraktionen är (Shumway-Cook 2007 s.163).

**Feedforward:** Kommando från centrala nervsystemet (CNS) om en motorisk muskelsynergi för en viss rörelse redan innan rörelsen satt igång (Tydesley 2007 s191, 258).

**Fysioterapeutisk träning:** Interventioner bestående av rörelser, ställningar eller aktiviteter som gör det möjligt för personen att förbättra sin funktionsförmåga, minska risken för skador, förbättra hälsan och sin allmänna kondition (Huber 2006 s.4, 31).

**Halsmuskler:** Musklerna på den anteriora sidan av cervikala ryggraden. Dessa muskler flekterar nacken och huvudet. Halsmusklerna delas in i 1) de ytliga, som går från huvudet till bröstkorgen, 2) tungbensmusklerna och 3) de djupa halsmusklerna som går anteriort och lateralt tätt intill cervical columna. (Bojsen-Moller 2005 s.121-124, 349-352)

**Motorisk kontroll:** Människans förmåga att reglera och styra sina rörelser (Shumway-Cook 2007 s.4). Se kapitel 4.5. för mer information.

**Nackmuskler:** Nackmusklerna räknas som del av ryggmusklerna eftersom de befinner sig på den posteriora sidan av den cervikala ryggraden. Dessa muskler gör i huvudsak extension i nacken och huvudet (Bojsen-Moller 2005 s.121, 349-352).

**Synergi:** Koordinerad funktion mellan muskler för att utföra olika rörelsemönster (Tyldesley 2007 s.261). Samverkan mellan t.ex. olika organ (Svenska akademien 1998).

## 4 TEORETISK REFERENSRAM

Målet med detta kapitel är att ge läsaren en inblick i den bakgrundsteori som ligger som grund för ämnena i forskningsartiklarna och i och med det hela detta arbete. Ämnen som tas upp är nackens uppbyggnad, muskulatur, orsaker och behandling av nacksmärta, motoriska kontrollen, muskelsynergier, feedforward-mekanismen och hållningen.

### 4.1 Nackens uppbyggnad och muskulatur

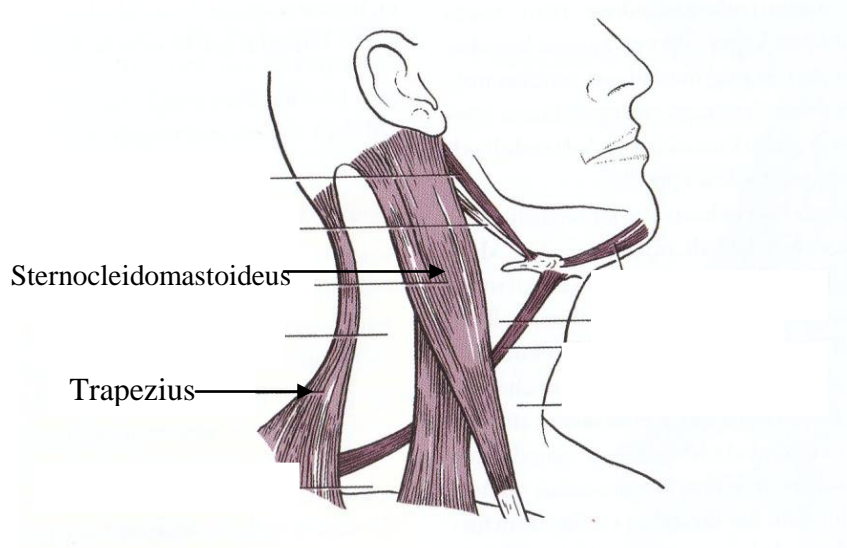
Människans ryggrad består av 33 kotor av vilka nacken, den cervicala delen, utgörs av de 7 översta kotorna. Den översta cervikala kotan, C1 *atlas*, har ledförbindelse med skallbotten, *occiput*, och den understa, C7, är bunden till den första thorakalkotan, T1. Kotornas tvärsnitt utgör fästen för de cervikala musklerna och ledbanden. Nacken har tre frihetsgrader; flexion-extension, lateralflexion och rotation. Nackens ROM, range of motion, är betydlig i jämförelse med resten av ryggraden. (Bojsen-Moller 2005 s.87-100).

I detta arbete analyseras både de ytliga och de djupa cervikala musklerna. I och med att musklernas olika funktioner beroende på skikt har en skillnad är det väsentligt för läsaren av detta arbete att veta hur musklerna som nämns i de inkluderade forskningarna fördelas gällande skikt och vad deras funktion är.

Cervikala ryggradens muskler delas in i två grupper; halsmusklerna på framsidan och nackmusklerna på baksidan av den cervikala ryggraden. Halsmusklerna delas in i 1) de ytliga halsmusklerna som bl.a. inkluderar m. sternocleidomastoideus och m. scalenus anterior, 2) tungbensmusklerna, och 3) de djupa halsmusklerna som inkluderar bl.a. de prevertebrala halsmusklerna m. longus capitis och m. longus colli som går tätt längs cervikal columnas framsida och sida. (Bojsen-Moller 2005 s.121,124)

Nackmusklerna räknas som en del av ryggmusklerna. Dessa delas också in i två skikt; 1) de ytliga som t.ex. m. trapezius, m. splenius capitis och 2) de djupa som mer handhar om själva ryggraden som t.ex. m. erector spinae och mm. multifidi. Nackmusklerna är till skillnad från de andra ryggmusklerna mer specifikt åtskilda för att kunna justera nackens och huvudets små rörelser (Bojsen-Moller 2005 s.113-115,121).

Enligt Bojsen-Moller (2005 s. 114, 124) räknas m. splenius capitis och m. scalenus anterior till de djupa cervikala musklerna men eftersom forskningarna som undersökt dessa muskler räknar dem som ytliga så kommer dessa muskler att i detta arbete även att räknas som ytliga.



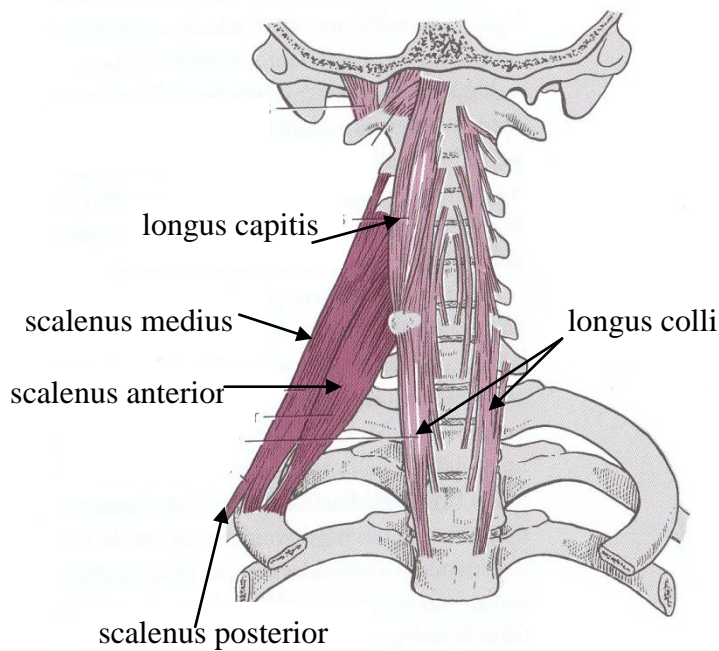
*Figur 1. Ytliga cervikala muskler (Bojsen-Moller 2005 s.121).*

## **4.2 Cervikala musklernas funktion och betydelse**

Till de cervikala musklernas funktion hör att styra huvudets rörelser i alla riktningar. Ändå ska den cervikala ryggraden kunna säkra ett stabilt underlag för huvudet. Speciellt de djupa cervikala musklerna anses ha en viktig roll gällande den cervikala ryggradens hållning (Falla 2007). De olika skikten av muskler har olika funktioner och man har under senaste tiden börjat allt mer diskutera hur obalans i muskelaktiveringen kan vara en orsak till nacksmärta (Jull 2000). Personer med whiplash har med hjälp av EMG också konstaterats ha förändrade muskelsynergier (Sterling 2003).

Med tanke på de små djupa cervikala musklernas (Figur 2) ursprung och fästen mellan kotorna har man antagit att de har en mer stabiliserande roll och de ytliga musklerna (Figur 1) som är längre och inte direkt fäster vid nackkotorna har antagits ha en funktion mer inriktad på rörelser av huvudet. Detta skulle även betyda att de djupa musklerna aktiveras i alla rörelseriktningar eftersom de stabiliserar nacken medan de ytliga endast aktiveras beroende på riktningen. Det har påvisats att trots musklernas olika funktioner så jobbar de ändå tillsammans i synergier och får gemensamma signaler från det centrala nervsystemet (CNS) som bildar dessa synergier. (Blouin 2007)

De cervikala musklerna jobbar isometriskt för att upprätthålla en god hållning och stabilisera huvudet vid rörelser. På samma gång skyddas nacken av denna funktion mot yttre rubbningar. Musklerna ska hålla huvudet upprätt vid gång enligt informationen från balansorganen, ögonen och det proprioceptiva systemet. (Ylinen 2007)



Figur 2. Djupa halsmusklerna enligt Bojsen-Moller (2005 s.123).

### 4.3 Orsaker till nacksmärta

Orsaken till nacksmärtan är ofta komplex med kombination av olika faktorer. Orsaker kan vara bl.a. stress, degenerativa förändringar, dålig hållning, långvarigt statiskt arbete, oergonomiska arbetsställningar, inflammationer och traumarelaterade problem. Nacksmärta kan föra med sig en hel del andra besvär som t.ex. rörelseinskränkning i nacken, stel muskulatur, migrän, huvudvärk, yrsel mm. Muskelstyrkan hos personer med nacksmärta är nedsatt och detta har ansetts vara en av de största riskfaktorerna för att utveckla nacksmärta. Det finns även viss evidens för att muskelsvaghet i m. trapezius och m. latissimus dorsi orsakar felaktig koordination av nackens och skuldrornas muskler. Svaghet i de djupa prevertebrala halsmusklerna har också föreslagits ha en viss roll vid uppkomsten av nacksmärta. (Holmström 2007 s. 41-54)

Stötvåld mot nacken, *whiplash*, uppstår ofta vid fordonskrockar. Det kan uppstå skador i både skelett och muskler. Dessa besvär kategoriseras under benämningen *whiplash*associerade störningar (WAD). Skadan i nacken förblir mindre om personen kunnat förbereda sig innan krocken med att aktivera de cervikala musklerna och därmed stabilisera nacken. Vanliga symptom är bl.a. smärta och stelhet i nacken och skuldrorna, huvudvärk, parestesier, försämrad balans, ackommodationsstörningar, sväljningsbesvär, sus i öronen och sömnsvårigheter (Holmström 2007 s. 65-73)

### 4.4 Behandling av nacksmärta

Som behandlingsmetoder för nacksmärta har man använt akupunktur, elektroterapi, olika avslappningsövningar, manuell behandling som manipulation, mobilisering och massage. Träning som innehåller styrketräning av nack- och skuldermusklerna har visat sig ha positiv effekt gällande nacksmärtan i jämförelse med t.ex. motionsgymnastik eller de olika passiva behandlingsmetoderna. Andra metoder som även kan bidra till att minska på nacksmärta är ergonomiska råd, traktionsbehandling, specialgjord nackkudde att sova på och undervisning om nacksmärtans uppkomst och hur man kan själv förebygga och vårda den. (Holmström 2007 s. 54-63)

Behandlingen för kronisk nacksmärta har ändrats mycket under årens lopp. Man har gått från att tro att smärtan berodde på överansträngning och därför satsat på passiva behandlingar och vila, till att konstatera att de cervikala musklerna är försvagade hos nackpatienter och gått in för aktiv muskelträning. Ylinen (2007) konstaterade i sin forskningsöversikt att man har i ett flertal forskningar kommit fram till att aktiv muskelträning ökat muskelstyrkan och minskat på den upplevda smärtan. I uppföljningarna har man ändå inte kunnat konstatera långvariga resultat. Man har alltså kunnat konstatera att aktiv muskelträning minskar på smärtan, men om man faktiskt behandlat den primära orsaken till nacksmärtan förblir oklart. Vilken typ av träning som är effektivast har också varit oklar. Träning av de cervikala musklerna förbättrar för stunden nackfunktionen och minskar smärtan men har inte påvisats ha långvarig effekt (Ylinen 2007).

Personer med nacksmärta kan ofta ha störningar i proprioceptiken. Det excentriska muskelarbetet är fördröjt och leder till att nacken är mer utsatt för skador då stabiliteten på detta sätt sviktar. Specificerad träning kan förbättra den sensorimotoriska kontrollen (Ylinen 2007).

Behandlingen av whiplash är väldigt individuell men kan bl.a. bestå av låg intensitets träning av nack- och halsmusklerna, hållningsträning, smärtlindring (t.ex. i form av elektroterapi), avslappningsövningar, balansträning, stresshantering, ergonomiska råd och allmän höjning av konditionen. (Holmström 2007 s.65-73).

## **4.5 Motoriska kontrollen i de cervikala musklerna**

Den motoriska kontrollen definieras som människans förmåga att styra och reglera sina rörelser (Shumway-Cook 2007). Det motoriska centrumet i CNS styr alla våra rörelser. Kommandon från det motoriska centret aktiverar specifika motoriska program som med tiden lagrats i hjärnan och som innehåller information om vilka muskler som ska aktiveras, med vilken styrka och i vilket skede (Tydesley 2007 s.193). Funktionerna lagras i lillahjärnan, cerebellum. Efter ett flertal repetitioner av samma rörelse bildas det motoriska spår i cerebellum så att rörelserna som började med medveten aktivitet med

tiden blir automatiska. Om man då redan vid inlärningsskedet har felaktigt aktiveringsmönster måste det rätta mönstret tränas in. (Tydsley 2007 s.202-203)

Den motoriska kontrollen undersöks oftast under en specifik rörelse man vill analysera. Man strävar efter att förstå hur det motoriska systemet koordinerar det stora antalet muskler och leder till att utföra funktionella rörelser. Detta har även visat sig vara det centrala problemet i den motoriska kontrollen; friheten till mångsidig muskelaktivering. (Shumway-Cook 2007 s.4-5)

Nackens stora rörlighet, mängden av muskler som deltar i rörelserna (över 20 par) och det faktum att ett flertal olika muskler kan bidra till samma rörelser i nacken, gör nackens biomekanik väldigt mångsidig. Mängden alternativ till hurdana muskelsynergier musklerna ska arbeta i för att utföra samma uppgift kan variera mycket från person till person. De cervikala musklerna har möjligheten till variation i muskelaktiveringen eftersom flera muskler kan delta i många olika funktioner. Detta är på samma gång ett av grundproblemen i den motoriska kontrollen i nacken. CNS bör endast använda den nödvändiga och optimala muskelstyrkan och synergien för att uppnå målet för rörelsen. På grund av de cervikala musklernas mängd och funktion kan det dock bildas många olika mönster som inte är optimala utan leder till felbelastningar. Många av dessa får sin början p.g.a. huvudets felaktiga ställning. Den rätta motoriska kontrollen går på detta sätt ur balans (Boyling 2004 & Blouin 2007).

Man har antagit att smärta kan orsaka förändringar i den motoriska kontrollen och man har kunnat påvisa förändrad motorisk kontroll hos personer med nacksmärta som utfört olika teströrelser men grundläggande orsaken till förändringen är ännu oklar vilket i sig leder till problem i att utveckla ett problemspecifikt träningsprogram. Smärtan gör att CNS omorganiserar muskelsynergierna för att så lite som möjligt provocera smärta. Detta betyder att rörelser utförs trots att de huvudsakliga musklerna läggs delvis ur spel. Andra muskler får helt enkelt ta över. Den förändrade motoriska kontrollen kan leda till överbelastning av muskler som i sig utsätter musklerna för skada eller atrofi av specifika muskelfibrer. Dessa förändringar kan vara delförklaring till att smärtan blir kronisk. (Falla 2008c)



## 4.6 Muskelsynergier i de cervikala musklerna

En muskelsynergi är en koppling av muskler som arbetar tillsammans funktionellt. CNS har sammanfört muskler till synergier för att underlätta kontrollen av rörelserna (Shumway-Cook 2007 s.166). Alla rörelser aktiverar alltså en viss muskelsynergi. Olika grupper av muskler rekryteras och koordineras för att utföra en uppgift. Dessa synergier bildas efter längre tid av inläring av vanligt förekommande rörelser. (Tyldesley 2007 s.197, 261)

Synergien mellan de olika skikten av cervikala muskler har väckt intresse. Tidigare forskning har främst koncentrerat sig på de ytliga musklerna (Blouin 2007). CNS måste välja för varje rörelse vilka muskler som ska delta för att kunna kombinera passlig stabilitet och rörlighet för att uppnå målet. Huvudet måste förses med ett stabilt underlag medan huvudet och bålen ändå samtidigt bör ha full rörlighet. Denna kombination av stabilitet och rörlighet är en utmaning. CNS bildar alltså funktionella synergier för att koordinera vilka muskler som tillsammans ska ta hand om vilka uppgifter. På detta sätt kan CNS genast rekrytera en viss synergi till arbete för en viss uppgift. Man har konstaterat att samma rörelse kan ske genom olika muskelsynergier. (Boyling 2004)

För att musklernas motorik ska fungera som de ska bör det finnas balans och koordination mellan musklerna. Muskelsynergierna bör kunna arbeta optimalt. Dessa synergier rubbas t.ex. då vissa muskler försvagas eller blir överbelastade. Om det övergår till smärta börjar kroppen omorganisera och kompensera funktionerna vilket i sig leder till felaktiga mönster. Muskler som är varandras antagonister gällande funktion kan på samma gång vara del av samma muskelsynergi och jobbar därmed också tillsammans beroende på uppgiften. I och med att kroppens muskler är ordnade att verka i synergier är det viktigt att fästa uppmärksamheten på hela synergi kedjan och inte endast på en enskild muskel. Man har kunnat konstatera att personer med felaktiga muskelsynergier, dvs. motoriska mönster, och muskelobalans också ofta har sämre koordination och kan vara klumpigare. (Richter 2007 s.66-67)

## 4.7 Feedforward-mekanismens betydelse för nacken

Feedforward mekanismen är ett kommando från CNS om en färdig förutbestämd muskelsynergi för en viss rörelse. Det aktiveras redan innan själva rörelsen satt igång (Tydesley 2007 s.191, 258). Feedforward mekanismen kan mätas med hjälp av EMG och detta ger viktig information om CNS strategier. Feedforward är viktig för bl.a. stabiliteten (Falla 2004f).

Feedforward mekanismen grundar sig inte på reflexer utan på i CNS inlärd muskelsynergier för en viss rörelse. Då man t.ex. lyfter ena armen aktiveras genast nackens stabiliserande muskler på mindre än 50ms (Vilet 2006). Till feedforward räknas all aktivitet som sker inom ramen för 150ms före rörelsen upp till 50ms efter att rörelsen påbörjats mätt med EMG. Denna strama tidsram har beräknats att inte kunna innefatta ens de snabbaste reflexerna utan måste tillskrivas feedforward mekanismen. (Falla 2004a)

I EMG mätningar gjorda på symptomfria personer har man kunnat konstatera att de djupa halsmusklerna och m. sternocleidomastoideus och m. scalenus anterior har aktiverats inom 50ms vid armelevation, vilket faller inom ramen för en feedforward mekanismen. I och med det är det klart att CNS har på förhand förutbestämt vissa muskelsynergier. Feedforward-mekanismen i den cervikala muskulaturen är central för stabiliteten mellan nackkotorna och det vestibulära systemet. Feedforward är alltså en på förhand planerad aktivitet vars uppgift är att stabilisera huvudet mot den rubbning som t.ex. armens flexion skulle annars medföra. Om således feedforward mekanismen är försenad så utsätts nacken för möjlig skada (Falla, 2004a). Muskuloskeletal besvär har konstaterats kunna leda till förändringar i feedforward-mekanismen (Vilet 2006).

Vid armrörelse i flexion, extension och abduktion både uni- och bilateralt förekommer feedforward mekanism i nackens flexorer (m. sternocleidomastoideus), och extensorer, (m. erector spinae). Aktivering sker i båda musklerna vid armrörelse åt alla håll. Men beroende på rörelseriktningen kan man finna en liten skillnad i vilken muskel som allra först aktiveras. Aktiveringsordningen är alltså specificerad enligt riktningen. I armflexion aktiveras först m. erector spinae följt genast av m.SCM, medan ordningen är omvänd

vid armextension. Dessa muskler är starkt sammankopplade i aktiveringen för att kunna förse människan med stabilitet i den cervikala ryggraden och huvudet. Denna mekanism skyddar nacken och förser oss med stabilitet för synen och balansorganen. Vid bilateral armrörelse är muskelaktiveringen högre vilket i sig antas bero på den större rubbningen jämfört med unilateral armelevation (Falla 2004f).

Det lider brist på forskningar inom detta område och några av de mest kritiska frågorna som behöver besvaras är hur störningen i feedforward mekanismen uppstår. Föregås den av smärta eller är smärtan orsaken till försämrad feedforward? Det finns viss evidens för att träning av den motoriska kontrollen skulle vara en effektiv behandlingsmetod vid feedforward problem, fast man inte har kunnat fastställa ursprunget av problemet. (Vilet 2006)

#### **4.8 Hållningens betydelse för optimal muskelaktivitet**

För att ha en god hållning bör kroppens segment vara i sådant förhållande till varandra att gravitationskraftens påverkan är minimal. Detta skulle betyda att vid en optimal hållning är den aktiva muskelaktiviteten låg eftersom gravitationskraften till stor del neutraliserats (Trew 2005).

Man har funnit att muskelaktiveringen i de cervikala musklerna varierar mycket beroende på hurdan hållning personen har. Caneiro et al. undersökte muskelaktiviteten i cervicala delen av m. erector spinae (CES), övre delen av m. trapezius (UT) och thorakala delen av m. erector spinae (TES) hos symptomfria personer i sittande ställning. Tre olika thoraco-lumbala sittställningar prövades medan man gjorde EMG-mätningar; 1) ”Slump sitting” med posteriort roterat bäcken och thorako-lumbala columna rundad i avslappnad ställning, 2) ”Lumbo-pelvic upright sitting” med anteriort roterat bäcken, lumbal lordos men avslappnad rundad thorakal columna, och 3) ”Thoracal upright sitting” med anteriort roterat bäcken, lumbal lordos, thorako-lumbala columna upprätt och skulderbladen aningen bakåtdragna. I detta fall anses sittställning nummer tre vara den optimala (Caneiro 2010).

Beroende på sittställningen varierade graden av hur mycket huvudet var framåtskjutet och nacken flekterad. I Slump-sittande där hållningen är helt nersjunkna mättes högre aktivitet jämfört med den bättre hållningen i både CES och TES som är ytliga nack- och ryggmuskler. Inga stora skillnader kunde mätas i UP aktiviteten. Denna undersökning påvisade att det kan finnas en koppling mellan dålig hållning i sittande och förhöjd cervikal muskelaktivitet. I regel var muskelaktiviteten högre i de ytliga musklerna desto sämre hållning personen hade. (Caneiro 2010).

#### **4.9 Kort sammanfattning av bakgrundsteorin**

Nackens stora rörlighet och mängd av muskler som kan bidra till samma rörelser gör att muskelsynergierna kan se väldigt olika ut hos människor. Förmågan att reglera och styra rörelserna i nackregionen beskriver den motoriska kontrollen i de cervikala musklerna. Den motoriska kontrollen i de cervikala musklerna anses vara förändrad hos personer med nacksmärta i jämförelse med symptomfria personer. Speciellt de olika skikten av muskler och deras specifika funktioner antas ha en central roll. Dålig hållning påverkar den motoriska kontrollen och feedforward mekanismen är försenad hos personer med nacksmärta.

### **5 METOD**

Skribenten har valt att göra en forskningsöversikt utgående från en systematisk sökning i databaser och dessutom skilt i journalen Manual Therapy. Sökningen gjordes 21.1.-9.2.2010.

Systematiska litteraturstudier som denna är till för att sammanställa vetenskaplig fakta. Alla forskningar inom ämnet som uppfyller kriterierna bör inkluderas i studien och kvalitetsgranskas. Sökningen bör vara systematisk och beskrivas noggrant. Studien ska tydligt redogöra för syfte, frågeställningar, metod, resultat, analys, diskussion och konklusion. Idén med att göra en systematisk litteraturöversikt är att som resultat finna beslutsunderlag för den behandlade frågan. Systematiska litteraturstudier ger en bred blick över både för- och nackdelar om det undersökta ämnet. Systematiska litteraturstudier kan göra det enklare för fysioterapeuter att hålla sig uppdaterade

gällande den nyaste kunskapen på området, inte minst p.g.a. den växande mängden evidensbaserade forskningar. (Forsberg&Wengström 2006)

## 5.1 Litteratursökning

Litteratursökningen gjordes systematiskt i databaserna PubMed, Pedro, Cinahl, SportDiscus, Academic search elite och Cochrane Central Register of Controlled Trials. Dessutom gjordes en sökning i journalen Manual Therapy. Jag inkluderade även tre forskning jag hittade via andra forskningars referenslitteratur. Under sökningen förekom det ofta dubletter. Dubletterna är inte medräknade i antalet valda forskningar. Sökorden som användes var ”*cervical muscle*” / ”*neck muscle*” + ”*motor control*” (Se Tabell 1).

## 5.2 Urvalskriterier

### ***Inklusionskriterier:***

Forskningarna som inkluderas skulle uppfylla följande krav:

- Publicerade fr.o.m. år 2000.
- Undersöker den motoriska kontrollen i de cervikala musklerna hos personer med nacksmärta eller jämfört grupper med både nackpatienter och symptomfria.
- Forskningar gjorda på människor.
- Skrivna på engelska, svenska eller finska.
- Vara tillgängliga gratis i fulltext.

### ***Exklusionskriterier:***

Forskningar exkluderas enligt följande:

- Studier publicerade tidigare än år 2000.
- Studier gjorda på djur.
- Prisbelagda.
- Inte tillgängliga i fulltext.
- Övriga språk.

## 5.3 Urvalsprocess

Urvalet av artiklar gjordes genom att läsa rubrikerna till alla forskningar som den systematiska sökningen i de 6 olika databaserna och journalen gav. Forskningar som baserat på rubriken verkade vara relevanta för studien granskades noggrannare genom att läsa abstrakten eller forskningen i fulltext. Forskningar som uppfyllde alla inklusionskriterier valdes ut. Efter att ha läst igenom alla forskningarna i fulltext bildades mer specifikt syfte och frågeställningar. På basen av dessa gjordes ännu sista urvalet. Allt som allt inkluderades 15 forskningar i detta arbete varav tre forskningar hittades via forskningars referenslitteratur. Av dessa 15 forskningar är 12 icke-experimentella i form av tvärsnittsstudier, 3 pre-experimentella studier varav 2 har pretest-posttest design och en är en longitudinell studie. Sökningen gjordes endast med sökord på engelska eftersom alla forskningar trots deras språk i fulltext hade ett abstrakt på engelska där dessa centrala sökord antogs ingå. Alla i denna studie inkluderade artiklar var skrivna på engelska.

*Tabell 1. Den systematiska litteratursökningens resultat.*

Databas	Sökord	Träffar	Valda
PubMed	cervical muscle AND motor control	169	4
	neck muscle AND motor control	168	2
Pedro	cervical muscle AND motor control	9	0
	neck muscle AND motor control	3	0
Cinahl	cervical muscle AND motor control	1	0
	neck muscle AND motor control	2	1
SportDiscus	cervical muscle AND motor control	1	0
	neck muscle AND motor control	4	0
Academic search elite	cervical muscle AND motor control	1	0
	neck muscle AND motor control	3	0
Cochrane central register of controlled trials	cervical muscle AND motor control	29	0
	neck muscle AND motor control	28	0
Manual Therapy	cervical muscle AND motor control	115	1
	neck muscle AND motor control	108	4
Från forskningsreferenser			3
<b>Totalt</b>			<b>15</b>

## 6 KVALITETSGRANSKNING

I denna forskningsöversikt är de inkluderade artiklarna icke-experimentella (tvärsnittsstudier) och pre-experimentella (pretest-posttest och longitudinell panelstudie). Dessa studiedesigner beskrivs nedan kort. Kvalitetsgranskningen gjordes utgående från Khans modell.

### 6.1 Icke-experimentell design

Den icke-experimentella designen kan delas in i bl.a. kohort-, fall-kontroll, tvärsnitt- och passiva observationsstudier. Den icke-experimentella designen grundar sig på att den inte med någon intervention försöker påverka den oberoende variabeln hos samplet utan endast jämför en viss variabel precis som den uppträder i samplet. I och med att denna typ av studier inte brukar innehålla randomisering, manipulation eller kontroll så kan man inte med säkerhet dra några slutgiltiga slutsatser från dessa forskningar. Dessa forskningar har av samma orsak också rätt så dålig extern validitet, m.a.o. kan man sällan generalisera resultaten. (Forsberg 2003 s.94-96 & DePoy 1994 s.148-151)

**Tvärsnittsstudier** är prospektiva som går ut på att vid ett visst tillfälle mäta en viss variabel hos ett sampel med likadana egenskaper och möjligen genom jämförelse hitta orsak-verkan samband (Forsberg 2003 s.96 & DePoy 1994 s.107).

### 6.2 Pre-experimentell design

Pre-experimentella studier försöker beskriva fenomen men man kan inte hitta direkta orsakssamband genom denna studietyp (DePoy 1994 s.146).

**Pretest-posttest-designen** är en pre-experimentell observationsstudie som omfattar en intervention. Den går ut på att man gör mätningar på specifika variabler hos en grupp före och efter en viss intervention. Denna studie design kräver ingen kontrollgrupp. I den här typens studier kan det vara svårt att avgöra om resultatet som mättes efter interventionen faktiskt berodde på interventionen eller inte (Khan 2001 s.62).

**Longitudinella studier** går ut på att samla information om ett fenomen under en uppföljningsperiod. Denna design kan delas in i tre typer; trendstudier, kohortstudier och panelstudier (Depoy 1994 s.107-109). I detta arbete kommer en prospektiv longitudinell studie utförd som panelstudie att presenteras och därför beskrivs endast denna typ närmare. Panelstudier undersöker ett visst fenomen i en viss grupp under en längre tidsperiod. Samma mätningar ute efter samma data mäts hos samma individer för att kunna följa upp och hitta möjliga skillnader med tiden och kunna dra slutsatser utgående från dessa. (Depoy 1994 s.108-109)

### **6.3 Val av kvalitetsgranskningsmetod**

Alla inkluderade forskningar kvalitetsgranskas och klassas som låg- eller högkvalitetsstudier. För tvärsnittsstudierna har skribenten valt ut och sammanställt granskningskriterier utgående från Khans checklistor för experimentella- och kohortstudier och dessutom enligt modellerna för granskning av kvantitativa forskningar enligt Forsberg. Dessutom tillades en egen fråga av skribenten. Frågorna är fritt översatta och justerade för att passa för granskningen. Fråga nummer 3 är från Khans checklista för experimentella studier, frågorna nummer 4 och 5 är från Khans kohortstudie checklista, frågorna nummer 1, 2 och 7 är tagna från Forsbergs checklista över kvantitativa studier och slutligen är fråga nummer 6 en av skribenten själv skapad och tillagd fråga (Khan 2001 s.63).

Den longitudinella panelstudien är granskad enligt checklistan för tvärsnittsstudierna eftersom denna inte innehöll någonslags intervention trots att denna studietyp kategoriseras som pre-experimentell.

Pretest-posttest studierna har granskats enligt Khans modell för experimentella studier (Khan 2001 s.61). Frågorna är fritt översatta av skribenten.



## 6.4 Kvalitetsgranskning av tvärsnittsstudierna och den prospektiv longitudinella studien

Tabell 2. Kvalitetsgransknings checklista för tvärsnittsstudierna och den prospektiv longitudinella studien.

1. Är designen lämplig med tanke på syftet?	+ = Syftet i studien uppnåddes med hjälp av denna studiedesign. - = Syftet uppnåddes inte pga. fel designval
2. Är samplet tillräckligt stor?	+ = Samplet i sin helhet var minst 50 personer. - = Samplets storlek var under 50 personer.
3. Är urvalskriterierna tillräckligt avgränsade och tydligt beskrivna?	+ = Urvalskriterier framkommer tydligt och är specifika. - = Urvalskriterierna förblir oklara eller är irrelevanta.
4. Är samplet tydligt beskrivet gällande bakgrundsvariablerna?	+ = Kön, åldersfördelning och symptomens varaktighet är tydligt beskrivna. - = Bakgrundsvariablerna är bristfälligt redovisade eller saknas.
5. Är mätinstrumentet och utförandet av mätningarna tillräckligt beskriven?	+ = Mätinstrumentet och utförandet beskrivs noggrant. - = Mätinstrumentet och utförandet beskrivs bristfälligt eller inte alls.
6. Beskrivs analysen av mätresultaten tydligt?	+ = Analysskedet är väl beskrivet. - = Analysen av datat beskrivs inte klart eller fattas.
7. Kan resultaten generaliseras för en större population?	+ = Undersökningen uppfyller kraven för extern validitet. - = Undersökningen har bristfällig extern validitet.

## 6.5 Kvalitetsgranskning av pretest-posttest studierna

Tabell 3. Kvalitetsgransknings checklista för pretest-posttest studierna.

1. Var fördelningen till de olika interventionsgrupperna randomiserad?	+ = Randomiseringen beskrivs - = Ingen randomisering nämns eller skedde.
2. Var fördelningen av interventionsgrupperna dold?	+ = Fördelningen var fördold - = Fördelningen var inte fördold eller beskrivs inte
3. Var samplet tillräckligt homogent gällande de störande faktorerna?	+ = Kön, åldersfördelning och symptomens varaktighet är tydligt beskrivna och är jämförbara - = De störande faktorerna är bristfälligt redovisade eller saknas
4. Hade urvalskriterierna specificerats?	+ = Urvalskriterier framkommer tydligt och är specifika. - = Urvalskriterierna förblir oklara eller irrelevanta
5. Var utvärderaren blindad för fördelningen?	+ = Ja blindningen beskrivs - = Blinding skedde inte eller förblir oklar
6. Var de som utförde mätningarna blindade för fördelningen?	+ = Ja blindningen beskrivs - = Blinding skedde inte eller förblir oklar
7. Var samplet blindat?	+ = Ja samplet var blindat - = Blinding skedde inte eller förblir oklar
8. Presenterades poängen och mätresultaten från de primära mätningarna?	+ = Mätresultaten presenteras - = Mätresultatens presentation är bristfällig, råddig eller fattas
9. Inkluderas hela samplet i slutanalysen, eventuella bortfall medräknade?	+ = Det eventuella bortfallet inkluderades i analysen - = Bortfallets del i analysen utesluts eller beskrivs inte

## 6.6 Kvalitetsgranskningens resultat

Nedan presenteras resultaten för kvalitetsgranskningen i tabeller. Av alla forskningarna uppnådde 10/15 kraven för hög kvalitet av vilka 7 var tvärsnittsstudier, 2 pretest-posttest studier och en den prospektiv longitudinella studien.

*Tabell 4. Kvalitetsgranskningsresultat för tvärsnittsstudierna och den prospektiv longitudinella studien. För att uppnå hög kvalitet krävdes 5/7p.*

Författare, år	1	2	3	4	5	6	7	Kvalitetsgrad
Falla, 2004a	+	-	+	+	+	+	-	Hög
Falla, 2004b	+	-	+	+	+	+	-	Hög
Falla, 2004c	+	-	+	-	+	+	-	Låg
Falla, 2004d	+	-	+	+	+	+	-	Hög
Falla, 2007b	+	-	+	+	+	+	-	Hög
Falla, 2008a	+	-	-	+	+	+	-	Låg
Falla, 2010	+	-	+	+	+	+	-	Hög
Jull, 2000	+	-	-	-	+	+	-	Låg
Johnston, 2008	+	+	+	-	+	+	-	Hög
Jull, 2004	+	+	+	+	+	+	-	Hög
Sterling, 2003	+	+	+	+	+	+	-	Hög
Szeto, 2005	+	-	+	+	+	-	-	Låg
Szeto, 2009	+	+	-	+	+	-	-	Låg

*Tabell 5. Kvalitetsgranskningsresultat för pretest-posttest studierna. För att uppnå hög kvalitet krävdes 6/9p.*

Författare, år	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kvalitetsgrad
Falla et al 2007a	+	+	+	+	-	+	-	+	-	Hög
Falla et al , 2008b	+	+	+	+	-	-	-	+	+	Hög

## 7 PRESENTATION AV FORSKNINGARNA

I detta kapitel presenteras alla inkluderade forskningar kort i alfabetisk ordning utgående från den förstnämnda författarens namn. Av samma författare skrivna artiklar är ordnade enligt den äldsta först. De mest centrala punkterna i forskningarna presenteras kortfattat. Forskningarna är numrerade och denna numrering kommer att användas senare i resultatredovisningen och diskussionen för att referera till forskningarna.

### 1.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Falla, Deborah et al, 2004a. Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain.
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med studien var att jämföra aktiviteten i de djupa respektive ytliga cervikala musklerna vid snabb flexion och extension av ena armen hos både symptomfria personer och personer med nacksmärta.
<b>Sampel</b>
10 personer med bilateral kronisk nacksmärta och 12 symptomfria personer.
<b>Mätmetod</b>
EMG
<b>Muskler</b>
M. longus colli, m. sternocleidomastoideus, m. scalenus anterior, m. deltoideus anterior och posterior.
<b>Utförandet</b>
Personen stod i axelbredställning och utförde fem gånger unilateral flexion-extension i armen från en avslappnad ställning med armen vid sidan av kroppen till 45 grader åt båda riktningarna.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
M. longus colli, m. sternocleidomastoideus och m. scalenus anterior aktiverades inom ramen för feedforward aktivitet hos de symptomfria medan feedforward var försenat hos smärtgruppen. Försenad aktivering i feedforward tyder på frånvaro av en optimal automatisk motorisk kontroll hos personer med nacksmärta. Speciellt betydande ansågs resultatet att m.longus collis aktivering var försenad eftersom detta kan vara en riskfaktor för uppkomst av nackskada.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög

## 2.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Falla, Deborah et al. 2004b. Neuromuscular efficiency of the sternocleidomastoid and anterior scalene muscles in patients with chronic neck pain.
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med denna studie var att jämföra den neuromuskulära effektiviteten i de ytliga halsmusklerna hos personer med kronisk nacksmärta och symptomfria personer.
<b>Sampel</b>
20 personer med kroniska nacksmärta och 20 symptomfria personer.
<b>Mätmetod</b>
EMG, CCT Transducers
<b>Muskler</b>
M. sternocleidomastoideus, m. scalenus anterior
<b>Utförandet</b>
Deltagarna gjorde i ryggliggande kortvariga 3 s isometriska kontraktioner med halsmusklerna medan styrkan mättes med CCT Transducers mätapparater och EMG mätningar av m. sternocleidomastoideus och m. scalenus anterior gjordes. Sedan gjordes två mätningar där deltagaren gjorde 15 s långa isometriska kontraktioner först med 25% MVC (Maximum voluntary contraction) och sedan med 50% MVC.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Vid 25% MVC kunde man konstatera att deltagarna med kronisk nacksmärta hade lägre neuromuskulär effektivitet (NME) i m. sternocleidomastoideus och m. scalenus anterior än de symptomfria. Detta ansågs betyda att deltagarna med nacksmärta måste använda mera kraft för att åstadkomma samma kontraktionsstyrka (25%) som de symptomfria. Detta stöddes även av EMG mätningarna som tydde på klart större EMG-värden hos smärtgruppen.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög

### 3.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Falla, Deborah et al. 2004c, Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med studien var att jämföra muskelaktiviteten i de cervikala musklerna under och efter armelevation hos personer med idiopatisk nacksmärta, personer med whiplash relaterad nacksmärta och kontrollgrupp.
<b>Sampel</b>
10 personer med idiopatisk nacksmärta, 10 personer med whiplash relaterad nacksmärta och 10 symptomfria personer som kontrollgrupp.
<b>Mätmetod</b>
EMG
<b>Muskler</b>
Bilateralt; m.sternocleidomastoideus, m scalenus anterior, övre delen av m.trapezius
<b>Utförandet</b>
Den funktionella uppgiften gick ut på att deltagarna satt vid ett bord och ritade prickar på ett papper i takt av en metronom i 2,5 minuter. Under tiden gjordes EMG mätningar.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Muskelaktiviteten i m. sternocleidomastoideus, m. scalenus anterior och vänstra sidan av övre m. trapezius var störst i whiplash gruppen, följd av de med idiopatisk nacksmärta. I mätningen gjord i vila efter uppgiften visade det sig att aktiviteten i m. trapezius var högst i whiplash gruppen, följd av idiopatiska gruppen. Whiplash gruppen hade allmänt sett mycket större aktivitet i musklerna än båda idiopatiska gruppen och kontrollgruppen. Resultaten tyder på att muskelaktiveringen i personer med nacksmärta är förändrad jämfört med symptomfria personer. Den högre aktiveringen i vissa av de ytliga musklerna kan bero på att de tagit över arbetet för att lätta på arbetsbördan för de smärtande ytliga musklerna eller att de ytliga musklerna tagit över p.g.a. inaktivitet av de djupa musklerna.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Låg

#### 4.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Falla, Deborah et al, 2004d. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test.
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med denna studie var att jämföra aktiviteten i de djupa och ytliga halsmusklerna och rörligheten under CCFT hos personer med kronisk nacksmärta och symptomfria personer.
<b>Sampel</b>
10 personer med kronisk nacksmärta och 10 symptomfria personer
<b>Mätmetod</b>
EMG, CCFT
<b>Muskler</b>
De djupa halsmusklerna och m. sternocleidomastoideus och m. scalenus anterior.
<b>Utförandet</b>
Deltagarna instruerades i utförandet av CCFT under vilken EMG mätningarna av de nämnda djupa och ytliga musklerna gjordes.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Mätresultaten visade en tydlig skillnad mellan aktiveringen av de djupa halsflexorerna mellan personer med och utan nacksmärta. Deltagarna med kronisk nacksmärta hade under hela CCFT lägre aktivitetsgrad i de djupa halsflexorerna jämfört med de symptomfria. Aktiviteten i de ytliga halsflexorerna var däremot större hos deltagarna med kronisk nacksmärta vilket i sig antas betyda att dessa personer har förändrad aktiveringsstrategi av musklerna.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög

## 5.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Falla, Deborah et. al., 2007a. Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain.
<b>Design</b>
Pretest-posttest-designen
<b>Syfte</b>
Denna studie hade två syften; Att jämföra hur personer med kronisk nacksmärta och symptomfria personers cervicala och torakala hållning förändrades då de koncentrerade sig på datorarbete, och att jämföra hur två olika träningsprogram för nacken förändrade den cervicala och torakal hållningen efter 6 veckors träning.
<b>Sampel</b>
58 deltagare med kronisk men mild nacksmärta och 10 symptomfria deltagare som kontrollgrupp.
<b>Mätmetod</b>
Hållningsanalys utgående från fotografier
<b>Muskler</b>
M. longus capitis, m. longus colli, m. sternocleidomastoideus, m. scalenus anterior.
<b>Utförandet</b>
Hållningsanalys utgående från fotografier tagna under datorarbete i 10 minuter. Sedan randomiserades personerna med nacksmärta i två interventionsgrupper; 1) träning av de djupa halsmusklerna och 2) uthållighetsträning av de ytliga halsmusklerna.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Då man jämförde hållningen under datorarbete både före och efter interventionen kunde man konstatera att speciellt de som tränat de djupa halsmusklerna hade bättre hållning efter interventionen men även den andra interventionsgruppen hade förbättrad hållning. Skillnaden mellan grupperna var inte betydande.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög



## 6.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Falla, Deborah et al. 2007b, Recruitment of the deep cervical flexor muscles during a postural-correction exercise performed in sitting.
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med denna studie var att undersöka hur de djupa halsmusklerna aktiveras i förbindelse till de lumbala m. multifidus och thorakala delen av m. erector spinae. Man ville fastställa om de djupa halsmusklerna aktiverades som de borde med att enbart be personen sätta sig rak i stolen eller om det skulle krävas instruktioner för rätt hållning för att aktivera de djupa halsmusklerna.
<b>Sampel</b>
10 kvinnor med kronisk nacksmärt.
<b>Mätmetod</b>
EMG
<b>Muskler</b>
m.longus capitis, m. longus colli, thorakala delen av m. erector spinae och lumbala delen av m. multifidus.
<b>Utförandet</b>
Elektrodena fästes på de cervikala musklerna på den sida som orsakade mer smärta och utgående från detta placerades elektrodena på m. erector spinae och m. multifidus på samma sida. Kvinnorna skulle först sitta ihopsjunkna på en soffa så som de ansåg vara bekvämt och fokusera på en punkt på väggen rakt framför dem. De ombads sedan att rätta på sig så att de enligt eget tycke hade en bra hållning. Sedan fick de både muntlig och manuell handledning av en terapeut om hur de skulle rätta till sin hållning. Detta övades två gånger från ihopsjunkna ställning till den korrekta hållningen instruerad av terapeuten. På tredje gången gjordes EMG mätningen vid instruerad korrigering av hållningen.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Resultaten av mätningarna visade märkbara skillnader i aktiveringen av de djupa halsmusklerna och m. multifidus. Aktiveringen i dessa muskler ökade då terapeuten instruerade till god hållning. Inga märkbara skillnader kunde ses i aktiveringen av m. erector spinae.
<b>Resultat; frågeställning 2</b>
Forskarna anser att eftersom god hållning tycks öka aktiviteten i de djupa halsmusklerna så borde hållningsträning vara en viktig del av behandlingen
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög

## 7.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Falla, Deborah et al. 2008a, Pain-induced changes in cervical muscle activation do not affect muscle fatigability during sustained isometric contraction.
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med denna studie var att undersöka hur experimentell muskelsmärta utlöst av en injektion av hypertonic saltlösning i m.SCM och m. splenius capitis, kommer till uttryck i EMG mätningar gällande trötthet i halsmuskulaturen vid cervical flexion
<b>Sampel</b>
14 symptomfria personer
<b>Mätmetod</b>
EMG
<b>Muskler</b>
Bilateralt; m. sternocleidomastoideus, m. splenius capitis.
<b>Utförandet</b>
Den isometriska styrkan i halsmusklerna mättes före injektionen. Sedan mättes uthålligheten under en 20s lång isometrisk kontraktion. Efter detta injicerades hypertonic saltlösning o någöndera m. sternocleidomastoideus eller m. splenius capitis ipsilateralt. Efter 10 min injicerades en dos till i samma muskel men kontralateralt. Därefter gjordes ännu en sista isometrisk kontraktion av halsmusklerna. EMG mätningar gjordes under alla kontraktioner.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Den experimentella muskelsmärtan minskade på de cervikala musklernas aktiveringsgrad vid långvarig kontraktion men en ökad trötthet i musklerna kunde inte konstateras. Smärta kan alltså inte i sig själv medföra akut muskeltrötthet. Muskeltrötthet hos personer med nacksmärta har antagligen utvecklats under en längre tid i och med ett förändrat aktivitetsmönster i musklerna. Forskarna anser att en långvarig förändrad motorisk kontroll p.g.a. smärta kan leda till kroniska förändringar i muskelfibrernas uppbyggnad.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Låg

## 8.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Falla, Deborah et.al, 2008b. Training the cervical muscles with prescribed motor tasks does not change muscle activation during a functional activity.
<b>Design</b>
Pretest-posttest-designen
<b>Syfte</b>
Syftet med denna studie var att undersöka om låg intensitets träning för de djupa cranio-cervicala musklerna m. longus colli och m. longus capitis, eller uthållighets-styrketräning av halsflexorerna skulle göra någon skillnad i hur de cervikala musklerna aktiveras vid funktionella uppgifter som inte är direkt kopplade till träningen.
<b>Sampel</b>
58 kvinnor med kronisk nacksmärta
<b>Mätmetod</b>
EMG
<b>Muskler</b>
M. sternocleidomastoideus
<b>Utförandet</b>
Kvinnorna randomiserades i två grupper; uthållighets-styrketräning av halsmusklerna (grupp 1) och cranio-cervical flexion träning (grupp 2). EMG mätning gjordes av m. sternocleidomastoideus under den funktionella övningen att sitta vid ett bord och rita prickar på ett papper. Deltagarna tränade sedan enligt programmet för den grupp de tillhörde i 6 veckors tid. Vecka 7 gjordes EMG mätningar under en kombinerad rörelse av cranio-cervical flexion och cervical flexion. Sedan gjordes EMG mätning av m. sternocleidomastoideus under den funktionella uppgiften för att se hur träningen påverkat m. sternocleidomastoideus i denna uppgift.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Efter interventionerna upplevde deltagarna i båda grupperna att smärtan minskat men enligt EMG mätresultaten var aktiveringen av m. sternocleidomastoideus under den funktionella uppgiften fortfarande lika stor som före interventionen. Detta tyder på att den förbättrade muskelfunktionen man åstadkommit med interventionerna inte direkt överförs till att vara till nytta för funktionella uppgifter. Trots detta hade smärtan minskat betydligt hos deltagarna men det betydde inte att den motoriska kontrollen skulle ha ändrats.
<b>Resultat; frågeställning 2</b>
Forskarna konstaterar att träningen borde ske genom funktionella uppgifter i vardagliga situationer som t.ex. vid sittande.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög

## 9.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Falla, Deborah et al 2010. Effect of pain on the modulation in discharge rate of sternocleidomastoid motor units with force direction.
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med denna studie var att undersöka och jämföra hur m. sternocleidomastodeus beter sig hos personer med kronisk nacksmärta och symptomfria personer både under och genast efter en isoterisk övning för nacken gjord åt flera olika håll.
<b>Sampel</b>
9 kvinnor med kronisk, icke-traumatisk, nacksmärta och 9 symptomfria kvinnor.
<b>Mätmetod</b>
EMG
<b>Muskler</b>
M. sternocleidomastoideus
<b>Utförandet</b>
Aktiviteten i m.sternocleidomastoideus mättes bilateralt med hjälp av EMG elektroder då deltagarna utförde en isometrisk kontraktion åt olika håll från olika vinklar. Deltagarnas huvud var fixerade i en apparat som endast tillät isometrisk kontraktion. EMG mätningen gjordes både på huden och intramuskulärt.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Personerna med nacksmärta mättes mycket lägre styrka i alla riktningar, ojämn kraft vid kontraktionerna och en lika stor aktivering av m. sternocleidomastoideus åt alla håll. Kontrollgruppen hade mycket jämnare kraft vid kontraktionerna och dessutom aktiverades inte m. sternocleidomastoideus lika mycket beroende på håll. M. sternocleidomastoideus aktivering hos nackgruppen i bl.a. extension och posterolateral extension tyder på felaktig aktivering då m. sternocleidomastoideus istället borde verka som antagonist. Kontrollgruppens m. sternocleidomastoideus hade betydligt mer riktningsspecifik aktivering. Nackgruppen mättes också ha aktivitet i m. sternocleidomastoideus efter kontraktionen då de instruerades att slappna av. Denna aktivitet kunde inte påvisas i kontrollgruppen. Styrkan var också nedsatt och ostabil under den isometriska kontraktionen jämfört med kontrollgruppen.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög

## 10.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Jull, Gwendolen. 2000, Deep cervical flexor muscle dysfunction in whiplash
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet var att mäta de djupa halsflexorernas stabiliserande funktion.
<b>Sampel</b>
12 personer med whiplash skada och 12 symptomfria personer.
<b>Mätmetod</b>
CCFT, EMG
<b>Muskler</b>
M. sternocleidomastoideus, de djupa halsmusklerna
<b>Utförandet</b>
CCFT gjordes i fem steg med hjälp av en tryckmätare (pressure cuff) som hjälpte personerna att hitta rätt grad av aktivering för varje steg genom att återge trycket. Vid varje steg skulle trycket hållas stabilt under fem sekunder då EMG mätningar av m. sternocleidomastoideus gjordes.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Whiplash gruppen hade mycket högre aktivitet i m. sternocleidomastoideus än de symptomfria personerna under CCFT. Skillnaden varierade dock beroende på steget. Endast 8,2% av de symptomfria personerna klarade av att göra CCFT med minimal aktivering av den ytliga m. sternocleidomastoideus. Dessa personer kan anses ha en optimal motorisk kontroll.
<b>Resultat; frågeställning 2</b>
Forskarna konstaterar att allmän träning av halsmusklerna antagligen inte är tillräckligt specifik för att faktiskt komma åt problemet med den motoriska kontrollen hos personer med whiplash skada. Att försöka träna de djupa halsmusklerna funktionellt kopplat till en viss uppgift genom att göra cranio-cervical flexion är inte heller till fördel om personerna använder sig av de ytliga musklerna för att utföra uppgiften. Träningen bör därför vara mycket specifik med låg intensitet. Vid mån av möjlighet föreslås användning av EMG som feedback vid träningen.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Låg

## 11.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Johnston V et al, 2008. Neck movement and muscle activity characteristics in female office workers with neck pain.
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med denna studie var att undersöka hurdan funktion de cervikala musklerna har hos kvinnor med kontrosarbete.
<b>Sampel</b>
85 kvinnor med kontrosarbete som hade nacksmärta och 22 symptomfria kvinnor som bildade kontrollgruppen.
<b>Mätmetod</b>
EMG, CCFT
<b>Muskler</b>
Bilateralt; Övre delen av m. trapezius, cervicala m. erector spinae, m. sternocleidomastoideus , m. scalenus anterior, de djupa halsmusklerna.
<b>Utförandet</b>
Deltagarna med nacksmärta delades in i tre grupper baserat på smärtans intensitet; knappt någon smärta, mild smärta och medelmåttlig smärta. CCFT utfördes medan EMG mätningar gjordes. Sedan gjorde deltagarna en unilateral koordinations uppgift där personen ritade med ena handen prickar på ett papper medan EMG mätningar gjordes.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Under CCFT mättes högre aktivitet i m. sternocleidomastoideus i grupperna med mild och medelmåttlig nacksmärta. Under koordinationsuppgiften mättes större aktivitet i m. erector spinae, m. trapezius, m. sternocleidomastoideus och m. scalenus anterior i alla grupper med nacksmärta. Aktiviteten i m. trapezius och m. erector spinae var hög i grupperna med nacksmärta även i vila. Man kunde med dessa mätningar påvisa att både halsmusklerna och nackextensorer hade olika aktiveringsgrad hos personer med nacksmärta och symptomfria. De som hade högre grad av smärta hade alltså också större aktivitet i de ytliga cervikala musklerna som mättes i denna studie.
<b>Resultat; frågeställning 2</b>
Forskarna anser att behandlingen borde koncentrera sig på nyinlärning av rätt muskelaktivering, m.a.o. mindre aktivitet i de ytliga och mer aktivitet i de djupa cervikala musklerna.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög

## 12.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Jull, Gwendolen et al, 2004. Impairment in the cervical flexors: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients.
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med studien var att undersöka synergin mellan halsmusklerna med hjälp av CCFT.
<b>Sampel</b>
25 personer med lömsk nacksmärta, 25 personer med nacksmärta p.g.a. whiplash skada och 25 symptomfria personer.
<b>Mätmetod</b>
EMG, CCFT
<b>Muskler</b>
M. sternocleidomastoideus, de djupa halsmusklerna
<b>Utförandet</b>
Deltagarna utförde CCFT med instruktioner av en terapeut. På samma gång gjordes EMG mätningar av m. sternocleidomastoideus.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Mätningarna visade att båda grupperna med nacksmärta hade betydligt större aktivitet i m. sternocleidomastoideus än kontrollgruppen. Inga större skillnader hittades dock mellan gruppen med whiplash relaterad och den lömska nacksmärtan. I och med dessa resultat kan man anta att den ökade aktiviteten i m. sternocleidomastoideus under CCFT är kompensering för försämrad aktivitet i m. longus capitis och m. longus colli. Synergien mellan halsmusklerna är alltså förändrad hos personer med nacksmärta
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög

### 13.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Sterling, Michele et al, 2003. Development of motor system dysfunction following whiplash injury.
<b>Design</b>
Prospektiv longitudinell design
<b>Syfte</b>
Syftet med denna studie var att 1) undersöka den motoriska funktionen hos personer med whiplash skada som efter 3 månader var symptomfria och eller ännu led av konstanta symptom, 2) undersöka den prospektiva longitudinella utvecklingen i den motoriska funktionen efter en whiplash skada, 3) undersöka om TAMPA gör någon skillnad i något av de undersökta motoriska funktionerna.
<b>Sampel</b>
66 personer med nacksmärta p.g.a. en whiplash skada och 20 friska symptomfria personer som kontrollgrupp
<b>Mätmetod</b>
EMG
<b>Muskler</b>
m. sternocleidomastoideus
<b>Utförandet</b>
CCFT med EMG mätning.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Aktiviteten i m. sternocleidomastoideus var betydligt större i den grupp som led av hög grad av nacksmärta. De personer som hade efter 3 månader blivit symptomfria eller ännu led av en viss smärta visade sig också ha högre aktivitetsgrad i m. sternocleidomastoideus än kontrollgruppen. Denna studie påvisar att ökad aktivitet i m. sternocleidomastoideus inte bara hittas hos personer med nacksmärta utan också hos personer som tidigare haft smärtor på grund av tidigare whiplash skada men som blivit symptomfria under de tre följande månaderna efter olyckan.
<b>Resultat; frågeställning 2</b>
Forskarna föreslår att träningen för personer med whiplash skulle inkludera specifik träning av den cranio-cervicala flexions rörelsen och den cervicala kinestesis.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Hög



## 14.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Szeto, Grace P.Y. et al, 2005. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work – 1: neck and shoulder muscle recruitment patterns
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet med denna studie var att undersöka muskelaktiviteten i nack- och skuldermusklerna hos både symptomatiska och asymptomatiska kvinnor som har datorarbete.
<b>Sampel</b>
23 kvinnor med nack- och armsymptom och 20 symptomfria kvinnor.
<b>Mätmetod</b>
EMG
<b>Muskler</b>
Cervikala m. erector spinae, övre delen av m. trapezius, nedre delen av m. trapezius och anteriora delen av m. deltoideus.
<b>Utförandet</b>
Deltagarna satte sig vid en dator och ombads sedan att skriva av en text i sin egen takt. EMG-mätning gjordes undertiden.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Mätresultaten tyder på att grupperna hade olika muskelsynergier vid samma uppgift. De i smärtgruppen som hade mest uttalade symptom visade sig också ha betydligt större aktivitet i övre delen av m. trapezius högra sida medan de med mindre uttalade symptom och de symptomfria hade lägre aktivitet i musklerna och dessutom jämnare bilateral aktivitet. Övre delen av m. trapezius och cervicala delen av m. erector spinae ansågs vara kopplade i en synergi och denna synergi anses vara rubbad hos personer med nacksmärta.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Låg

## 15.

<b>Författare/Publikations år/Studie</b>
Szeto, Grace P.Y. et al, 2009. Neck-shoulder muscle activity in general and task-specific resting postures of symptomatic computer users with chronic neck pain
<b>Design</b>
Tvärsnittsstudie
<b>Syfte</b>
Syftet för denna studie var att klargöra om den förändrade motoriska kontrollen i de cervikala musklerna hos personer med nack- och skuldersymptom endast förekommer vid aktivt datorarbete eller om den är aktiv även vid två olika viloställningar av händerna.
<b>Sampel</b>
39 kvinnor som utförde datorarbete och som hade symptom i nack-skulder regionen, övre ryggen, armbågen, handleden eller handen och 34 kvinnor som också utförde datorarbete men som var symptomfria.
<b>Mätmetod</b>
EMG
<b>Muskler</b>
Cervicala delen av m. erector spinae och övre delen av m. trapezius.
<b>Utförandet</b>
Mätningar gjordes i två olika viloställningar. Först sku personen vila händerna med handflatorna nedåt på låren, vila ryggen mot ryggstödet, hålla huvudet upprätt och slappna. Sedan utfördes MVE-test (maximum voluntary exertion) där man mätte m.erector spinaes och m. trapezius styrka. Sedan instruerades de att vila sina händer på keyboarden.
<b>Resultat; frågeställning 1</b>
Personerna med nack-skulder besvär hade för det mesta bilaterala symptom och större aktivitet i högra sidans m. trapezius i båda viloställningarna. Då grupperna vilade händerna på keyboarden var aktiviteten i m.trapezius signifikant större i gruppen med högre grad av symptom. Detta trots att man instruerat personerna att vara avslappnade och stilla. Dessa personer hade redan i vila aktiverat musklerna färdigt för skrivande.
<b>Resultat; frågeställning 2</b>
Forskarna konstaterade att personerna med nacksmärta borde träna upp en god hållning och på samma gång lära personerna att slappna av i m. trapezius både under skrivarbete och i viloställning.
<b>Kvalitetsgrad</b>
Låg

## 8 RESULTATEREDOVISNING

I detta kapitel presenteras resultaten för frågeställningarna 1 och 2 skilt. Refereringen till forskningarna sker med hjälp av nummern på forskningen. I resultatredovisningen för frågeställning 1 har skribenten valt att parallellt beskriva den motoriska kontrollen hos de symptomfria och hos personer med nacksmärta för att samtidigt kunna göra jämförelser. Forskningarna har av skribenten delats in i undergrupper beroende på vilka muskler som man studerat. Resultatet kommer därför också att presenteras först skilt för undergrupperna och sedan sammanfattas i resultatdiskussionen för att ge en helhetsbild. Undergrupperna är 1) de ytliga cervikala musklernas aktivitet (forskningarna nr 2, 3, 7, 11, 14, 15), 2) specifikt aktiviteten för m. sternocleidomastoideus (forskningarna nr 8, 9, 10, 12, 13) och 3) de djupa halsflexorerna i förhållande till de ytliga cervikala musklerna (1, 4, 5, 6). Allt som allt svarar 6 forskningar på frågeställning 2 (6, 8, 10, 11, 13, 15). Inga undergrupper har bildats för redovisningen av frågeställning 2.

### 8.1 Resultat för frågeställning 1

*1) Hur beskrivs den motoriska kontrollen i de cervikala musklerna hos a) symptomfria personer och b) personer med nacksmärta.*

#### ***De ytliga cervikala musklernas aktivitet***

Personer med nacksmärta använder mer kraft för att åstadkomma samma kontraktionsstyrka som symptomfria och har högre aktivitetsgrad i de ytliga halsmusklerna jämfört med symptomfria (2). Den högre aktiviteten kan bero någondera på att de ytliga musklerna tagit över arbetsbördan från de smärtande ytliga cervikala musklerna eller att de ytliga kompenserar för dålig aktivitet i de djupa halsmusklerna. Om smärtan hade sitt ursprung i whiplash skada eller om den var idiopatisk verkade inte ha någon skillnad gällande det förändrade aktivitetsmönstret men whiplash gruppen hade ändå lite högre aktivitetsgrad jämfört med dem med idiopatisk nacksmärta (3).

I forskningarna där målgruppen var kontorsarbetare koncentrerade man sig på att mäta aktivitetsgraden främst i m.trapezius och m.erector spinae men även

m.sternocleidomastoideus och m.scalenus anterior i en studie (11, 14, 15). Aktivitetsgraden var högre i de ytliga hals- och nackmuskeln hos personer med nacksmärta både vid aktivt arbete och i vila (11, 15). Aktiveringsgraden och graden av smärta verkade ha ett samband (11). Speciellt m.trapezius hade förhöjd aktiveringsgrad hos personer med nacksmärta och den verkade vara koncentrerad till den dominerande högra sidan. Kontrosarbetare med nacksmärta har även visat sig ha bilaterala symptom men även de hade högre aktivitet på den högra dominerande sidan (15). M.trapezius och m. erector spinae synergi verkar vara rubbad hos personer med nacksmärta. De symptomfria hade mycket lägre och jämnare muskelaktivitet. (14).

Experimentell smärta i cervikala musklerna medförde inte akut muskeltrötthet. Muskeltröttheten hos personer med nacksmärta har enligt forskarna antagligen utvecklats under en längre tid p.g.a. förändrad motorisk kontroll i de cervikala musklerna. Muskelsvagheten hos personer med nacksmärta antas ha utvecklats i vissa muskler över en längre period p.g.a. den modifierade strategin. Långvarig förändring i motoriska kontrollen tros leda till förändringar i muskelfibrernas uppbyggnad och kan vara en bidragande orsak till att symptomen blir kroniska (7).

### ***M. Sternocleidomastoideus***

Personer med nacksmärta visade sig ha lägre styrka i m.sternocleidomastoideus och dessutom var kontraktionskraften ojämn och aktiveringen var lika stor åt alla håll medan de symptomfria utförde jämnare kontraktioner och aktiveringsgraden varierade beroende på riktningen. M. sternocleidomastoideus rätta riktningsspecifika aktivitet var alltså förändrad hos personer med nacksmärta jämfört med kontrollgruppen. Även i vila fanns en viss aktivering i muskeln hos smärtgruppen. (9)

Personer med nacksmärta p.g.a. whiplash och även annan epidemiologi har visat sig ha högre aktivitetsgrad i m.SCM under CCFT än symptomfria. Detta är möjligen en kompensering som följd av försämrad aktivitet i de djupa halsmuskeln. (10, 12). Personer som led av nacksmärta p.g.a. whiplash eller hade tillfrisknat från smärtan hade alla högre aktivitet i m.SCM än kontrollgruppen trots att smärtan hos en del redan försvunnit (13).

Träning av både de djupa och ytliga halsmusklerna ändrar inte på den höga graden av m.SCM aktivitet hos personer med nacksmärta vid funktionella uppgifter (8).

### ***De djupa halsmusklerna i förhållande till de ytliga***

Personer med nacksmärta visade sig ha svagare djupa halsmuskler men däremot högre aktivitet i de ytliga jämfört med de symptomfria (4). Både de djupa och ytliga halsmusklerna har visat sig ha försenad feedforward mekanism (1).

Forskningar som studerat hållningens betydelse för aktiveringen av halsmusklerna konstaterade att hållningen hos samplet var bättre efter träning av djupa halsmusklerna men även förändring till det bättre efter träning av de ytliga (5). Mätningar påvisar också att personer med nacksmärta hade högre aktivitet i de djupa halsmusklerna och m. mutifidi då personerna instruerades till en god hållning jämfört med att endast be dem sätta sig raka (6).

## **8.2 Resultat för frågeställning 2**

*2) Hurdana rekommendationer ger forskarna gällande fysioterapeutisk träning utgående från den motoriska kontrollen i samband med nacksmärta.*

I 6 forskningar har forskarna själv kommenterat vad de på basen av resultaten anser vara viktigt att träna med nackpatienter som har förändrad motorisk kontroll. Hållningsträningen anses vara viktig eftersom god hållning ökar aktiviteten av de djupa halsflexorerna. Dessutom bör speciellt kontorsarbetare lära sig att slappna av i m. trapezius medan de jobbar och då armarna är i viloställning (6, 15).

På grund av en felaktig aktiveringsstrategi rekommenderas nyinläring av rätt muskelaktivering, m.a.o. lägre aktivitetsgrad i de ytliga och högra aktivitet i de djupa halsmusklerna (10).

Funktionell träning av de djupa halsmusklerna har visat sig ha en central roll (8). Det är speciellt viktigt att träningen är specifik och har låg intensitet (11). För personer med

whiplash rekommenderas specifik träning av de djupa halsmusklerna och förbättring av den cervikala kinestesis (13).

## **9 DISKUSSION**

Jag valde att göra en forskningsöversikt om den motoriska kontrollens betydelse i den cervikala muskulaturen eftersom nacksmärta är ett av de dominerande problemen fysioterapeuter stöter på och detta ämne verkade vara väldigt fräscht på forskningsområdet. Jag ville gå djupare in på problematiken kring nacksmärta och hoppas med detta arbete kunna ge en bild över forskningsresultaten gällande vad som grundproblemet vid nacksmärta kan vara och vad forskarna drar för slutsatser gällande vad den fysioterapeutiska träningen kanske i framtiden borde koncentrera sig på. Nedan kommer jag att kritiskt diskutera både metoden och resultaten.

### **9.1 Metoddiskussion**

Databaserna som sökningen gjordes i gav för det mesta väldigt få sökresultat vilket för det första kan bero på att sökorden var väldigt få. Å andra sidan ansåg jag att sökorden ändå var tillräckligt öppna för att kunna nappa upp ett stort antal forskningar och sedan istället ha möjlighet att välja bort. En annan orsak till de få sökresultaten kan helt enkelt vara att jag sökte information på fel ställen. Eftersom mina forskningar i huvudsak handlade om EMG mätningar gjorda i laboratorier så är det inte så sannolikt att t.ex. Pedro som är en databas för direkt fysioterapi, skulle ens publicera dessa forskningar på sin databas eftersom de inte direkt handlar om fysioterapeutiska interventioner utan mera om bakgrundsforskning. Detta kunde vara orsaken till sökresultatens antal i de flesta databaser. PubMed, som är en mer öppen och mångsidig databas, hade genast mer att erbjuda. Sökningen i Manual Therapy visade sig också vara ett väldigt bra sätt att komma åt väsentliga artiklar. Därmed förstärks min misstanke om att jag borde i sökningen mera ha koncentrerat mig på att söka i specifika tidningar som är specialiserade på just den typ av studier som jag var ute efter eller databaser som har ett väldigt brett utbud gällande typer av forskningar. Utgående från dessa möjliga brister i min sökning kan jag inte vara säker på att jag med dessa sökord och databaser har kommit åt allt det material som fanns att tillgå gällande detta ämne. Å andra sidan kan

det få sökresultaten även bero på att detta ämne är rätt så nytt på forskningsområdet. Den äldsta forskningen som inkluderades var publicerad år 2000 men de flesta forskningar, 14/15, var publicerade fr.o.m. år 2004, den nyaste år 2010.

Kvalitetsgranskningar har tendensen att bli rätt så subjektiva och i och med att jag själv sammanställt kraven har även denna granskning säkert sina starka drag av subjektiviteten. Resultatet kunde ha blivit ett helt annat beroende på vem som granskar och med hurdana krav.

Kvalitetsgranskningsfrågorna för tvärsnittsstudierna och den prospektiv longitudinella studien har jag sammanställt själv utgående från Khan och Forsbergs modellern enligt vad jag själv ansåg vara väsentliga frågor att besvara. Även kraven för positivt respektive negativt svar har utformats själv. Efter en testgång av kvalitetsgranskningen fick jag justera frågorna och lägga till egna frågor för att göra den så passande och bred som möjligt. I kvalitetsgranskningsresultaten av tvärsnittsstudierna stod speciellt två frågor ut ur mängden; nr 2 gällande sampel storleken och nr 7 gällande den externa validiteten. Dessa två frågor fick mest negativa svar av alla frågor.

För att forskningen skulle få poäng för sampelstorleken krävde jag att sammanlagda antalet deltagare var minst 50. Denna mängd kan anses vara väldigt liten. Jag valde att sätta gränsen vid 50 för att gränsen skulle vara uppnåbar och i proportion till forskningarnas sampelstorlekar. Eftersom samplena i de minsta forskningarna ligger runt 10-20 personer och i de större forskningarna runt 100 personer så kunde inte gränsen heller vara allt för hög. Fast samplena varit små i de flesta forskningar så har många av dessa små forskningar fått vid jämförelse väldigt lika resultat sinsemellan och även i jämförelse med forskningar med större sampel. Detta lyfter värdet på de små forskningarna.

Gällande den externa validiteten i dessa studier så fick inte en enda studie positivt svar. I tvärsnittsstudier kan detta dock vara en svår punkt att uppfylla. För att uppnå bättre extern validitet borde kanske en annan studiedesign valts. Generaliserbarheten till resten av populationen är rätt så låg i dessa forskningar.

## 9.2 Resultatdiskussion

I detta kapitel diskuteras svaren på frågeställningarna kopplad till bakgrundsteorin. Jag kommer att referera till forskningarnas resultat genom att skriva ut nummern på forskningen som diskuterade resultatet är taget från.

### 9.2.1 Diskussion kring resultaten för frågeställning 1

Man har i tidigare forskning kunnat konstatera att muskelstyrkan hos personer med nacksmärta är nedsatt men sannolikheten till att detta skulle vara den grundläggande orsaken till nacksmärta är inte så stor. Problemet verkar vara mer komplicerat (Ylinen, 2007, Falla 2004e). Personer med nacksmärta använder mera kraft för att utföra samma uppgift som symptomfria. Detta bevisar den ökade EMG-aktiviteten (2). En förändrad motorisk kontroll har påvisats bl.a. genom att musklernas funktioner förändrats. Då vissa muskler läggs delvis ur spel p.g.a. smärta tar andra muskler över (3). Detta leder till att t.ex. muskler som inte är gjorda för statiskt stabiliserande arbete tar på sig denna funktion utan att egentligen ha de rätta egenskaperna för denna typ av arbete. Här kommer dock det centrala problemet i den motoriska kontrollen fram. Friheten att utföra samma uppgift med olika uppsättningar av muskelsynergier kan ses som både gott och ont. I längden kan dessa felaktiga mönster bidra till nacksmärta och bör därför tas i beaktande.

Ursprunget till nacksmärtan tycktes inte göra någon större skillnad gällande fynden. Fynden i den förändrade motoriska kontrollen var de samma vare sig det handlade om personer med idiopatisk nacksmärta, whiplash eller personer med nacksmärta p.g.a. kontorsarbete. Personer med whiplash-relaterad smärta hade endast lite starkare symptom men förändringarna var de samma (3). Vare sig orsaken till nacksmärtan är traumatisk eller ej så tycks dessa personer i något skede ha tappat den korrekta kontrollen av de cervikala musklerna. Man kunde tänka sig att denna ändring hos personer med whiplash sker p.g.a. smärta medan det hos personer med sakta påsmygande idiopatisk nacksmärta varit kanske mera av en process. Det tycks inte ännu finnas något svar på frågan vilkendera som uppkom först, smärtan eller den förändrade motoriska kontrollen.



Kontorsarbetare är en central grupp då det gäller nacksmärta. Forskningarna tyder på att kontorsarbetare med nacksmärta har högre och ojämnare aktivitet i de ytliga nackmusklerna jämfört med symptomfria (11, 14, 15). I dessa forskningarna mätte man inte EMG-aktiviteten i de djupa cervikala musklerna men utgående från andra forskningars mätningar kan man anta att de ytligas aktivitet var högre p.g.a. försämrad aktivitet i de djupa halsmusklerna. I dessa forskningarna gjorde man ingen hållningsanalys under uppgiften vid datorn. Det kunde ha varit en intressant aspekt att få svar på i samma väva speciellt i och med att hållningen i ett så pass statiskt arbete är av stor betydelse.

Forskningen gjord på experimentell muskelsmärta tydde på att akut smärta inte leder till muskeltrötthet men att den motoriska kontrollen nog förändras redan vid akuta smärtskedet. En längre tid av smärta skulle krävas för att muskeltrötthet skulle utvecklas (7). Om vi nu då antar att muskeltröttheten beror på muskelsvaghet som utvecklats under en längre tid så kan man logiskt nog säga att styrketräning av de försvagade musklerna skulle vara på sin plats. Men det svarar inte på frågan varför musklerna i första hand försvagats. Som ett möjligt svar på denna fråga är att den motoriska kontrollen förändrats så att felaktiga muskelaktiveringsmönster uppstått och således har fel muskler tagit över funktioner som de egentligen inte har egenskaperna för att sköta. De rätta musklerna har blivit mer inaktiva och börjat tappa sin styrka då de inte mera p.g.a. kompenseringen av andra muskler behöver aktiveras lika aktivt i funktionerna. Den konstaterade förändringen i den motoriska kontrollen är då antagligen ett steg närmare lösningen på nacksmärtans ursprung och således vägvisare för den fysioterapeutiska träningen. Detta kan ändå inte ännu ses som den helt grundläggande orsaken. Frågan om varför den motoriska kontrollen i första hand förändrats är ännu oklar. Är det nacksmärtan som sätter igång förändringen eller är det den förändrade kontrollen som till slut leder till nacksmärta?

M. sternocleidomastoideus har stått i fokus i många av forskningarna. Hos personer med nacksmärta har muskeln visat sig vara försvagad, aktiveringen har varit ojämn, förhöjd och inte riktningsspecifik och dessutom har muskeln även i vila varit aktiverad till en viss grad (9, 11, 12). Allt detta tycker jag tyder på att den ytliga halsmuskeln roll blivit allt för stor och överskridit sin normala funktion. De djupa musklerna har blivit försvagade och aktiviteten i m. sternocleidomastoideus har ökat. Detta kunde ses som en

möjlig kompenseringsmekanism. Trots att muskeln måste arbeta hårt är den ändå svag. Detta får mig att spekulera kring idén att muskeln blir överbelastad då den inte är skapad för samma uppgifter som de djupa halsmusklerna som den dock nu försöker kompensera för.

Att träna de djupa eller ytliga halsmusklerna har visat sig ha en positiv effekt på nacksmärta (8). Detta har även påvisats av tidigare forskningar med olika typer av träning för både nack- och skuldermuskler (Ylinen, 2007). Nu har närmare undersökning av den motoriska kontrollen dock visat att trots att smärtan minskat eller försvunnit med hjälp av styrketräning så har den motoriska kontrollen ändå förblivit den samma som den var före träningen började. I detta fall tränades de djupa och ytliga halsmusklerna skilt i två grupper i liggande ställning. Då man sedan gjorde EMG-mätningar under en funktionell uppgift visade det sig att träningens effekter inte alls påverkade den motoriska kontrollen under den funktionella uppgiften i sittande. Trots detta hade smärtan minskat betydligt (8). Det centrala i det hela anser jag vara budskapet om att det grundläggande problemet inte behöver vara löst bara för att smärtan minskat eller försvunnit. För bestående resultat behöver man gå djupare in på problemet. Smärtlindring är så klart också en väldigt viktig del och så länge det inte finns mer grundläggande svar på problematiken bakom olika smärttillstånd så får man nöja sig med att ta till de smärtlindrande metoderna fast de inte skulle leda till långsiktiga och optimala lösningar.

I en forskning undersöktes whiplash-patienter under några månaders tid. Det intressanta resultatet i studien var att även de personer som efter några månader blivit av med nacksmärtan eller hade betydligt mindre smärta ännu visade sig ha en förändrad motorisk kontroll. Fast smärtan försvann så försvann ändå inte förändringarna i muskelsynergierna (13). Detta kunde man tolka till att den motoriska kontrollen inte repar sig automatiskt då smärtan försvinner. Smärtan behöver således inte vara kopplad till förändringarna men kan ändå vara del orsak till dem. I detta fall beror det ju så klart på vad orsaken till smärtan varit. Smärtan som försvann berodde antagligen helt på andra orsaker än den motoriska kontrollen. Forskarna kommenterar att de som blivit av med smärtan ändå är i riskgruppen att på nytt drabbas av nacksmärta eftersom förändringarna i den motoriska kontrollen ännu består. (13)

I flera forskningar konstaterades att aktiviteten i de ytliga cervikala musklerna var förhöjd medan de djupa halsmusklerna var försvagade (1, 4, 6, 10, 11, 12). Hållningen tycks spela en central roll i det hela. Bättre hållning har både hos symptomfria (Caneiro, 2010) och hos personer med nacksmärta (6) visat sig leda till ökad aktivitet i de djupa musklerna. Träning av de djupa och ytliga halsmusklerna har visat sig ha positiv effekt på hållningen (5) men i denna studie gjordes inga EMG mätningar vilket betyder att vi inte får svar på hur muskelaktiveringen såg ut före och efter träningen.

Feedforward mekanismen är försenad hos personer med nacksmärta och detta tycks ha att göra med den förändrade motoriska kontrollen (1). Detta förstärker teorin om att återinläring av den motoriska kontrollen skulle förbättra feedforward (Vilet, 2006).

## **9.2.2 Diskussion kring resultaten för frågeställning 2**

Vad den fysioterapeutiska träningen borde koncentrera sig på baserat på forskningsresultaten kommenteras i endast 6 av forskningarna (6, 8, 10, 11, 13, 15). Dessa forskningsresultat får dock stöd från de övriga forskningarnas resultat gällande problemen i den motoriska kontrollen fast forskarna inte direkt skriver ut sina rekommendationer. Träningen anses borde innehålla hållningsträning eftersom de djupa hals- och ryggmusklerna aktiveras bättre vid tillrättad hållning (6). Detta har även bevisats av Caneiro (2010) och gäller således både personer med nacksmärta och symptomfria. Man har även konstaterat att träningen bör vara funktionell eftersom effekterna av skild muskelträning inte direkt övergår till att vara till nytta i funktionella uppgifter (8). Träningen borde alltså ske i alla fall delvis i vardagliga situationer, som t.ex. sittande vid datorn, för att vara säker på att nyttan av träningen faktiskt syns i de situationer där problemen provoceras fram.

Kontorsarbetare hade högre aktivitet i m. trapezius mätt i två olika viloställningar vilket i sig tyder på att förmågan att slappna av i musklerna inte är den bästa och att de möjligen har problem med att faktiskt känna när musklerna är avslappnade. Träningen borde alltså även innehålla träning för att slappna av i de överaktiverade musklerna. Även här understryks hållningsträning (15).

Träningen av de djupa halsmusklerna verkar vara något av de mest centrala eftersom så pass många forskningar konstaterat att deras funktion är försämrad. I och med det har de tidigare teorierna fått förstärkt stöd (Holmström, 2007, s. 54). Träningen av de djupa halsmusklerna bör göras med låg intensitet och den ska vara specifikt inriktad på att aktivera de djupa musklerna mera och de ytliga i mindre grad (8, 10, 11, 13). Skild träning av de ytliga och djupa halsmusklerna i liggande kan vara specifik men genom funktionell träning kan man få säkrare förbättrad motorisk kontroll och således komma närmare behandlingen av själv problemet (8). Personer med nacksmärta bör på nytt lära sig rätt aktiveringsmönster och således rätta till den förändrade motoriska kontrollen (10).

I och med att man nu ser att problemet till nacksmärta kan ligga i den förändrade motoriska kontrollen så kan man nu bättre specificera träningen. Då man ännu ansåg muskelsvagheten vara orsaken så koncentrerade man träningen till styrketräning och som följd av det minskade smärtan. Nu har man sett ett steg längre in i problemet. Man kan nu mer specifikt koncentrera sig på förändringarna och inte bara nöja sig med smärtlindring för en liten tid framöver.

Dessa rekommendationer för den fysioterapeutiska träningen är baserade på EMG-mätresultaten. Man har alltså ännu inte bevisat att dessa rekommendationer faktiskt skulle lindra nacksmärtan och dessutom återställa den rätta motoriska kontrollen. Detta är nästa steg i processen. Nu skulle det gälla att göra större experimentella interventionsstudier där dessa träningsrekommendationer testas och EMG-mätningar skulle göras både före och efter interventionen för att se om den motoriska kontrollen visar tecken på att återställas till den rätta.

### **9.2.3 Övriga kommentarer**

Kvaliteten i de inkluderade forskningarna var i de flesta hög. De små samplena är den mest kritiska punkten i forskningarna men kvaliteten kan ändå anses vara bra eftersom forskningarna i allmänhet alla kommer fram till liknande resultat. Det finns väldigt lite motstridiga resultat även om forskningarna sett på den motoriska kontrollen får lite olika aspekter. Vissa har gjort mätningar under funktionella uppgifter, andra endast under CCFT, olika cervikala muskler har undersökts både med och utan intervention.

Dessutom var epidemiologin till nacksmärtan varierande från whiplash till idiopatisk nacksmärta. Trots dessa olikheter pekar resultaten ändå i samma riktning; den motoriska kontrollen i de cervikala musklerna är förändrad hos personer med nacksmärta jämfört med symptomfria och detta lägger en ny och mer specifik grund för vad den fysioterapeutiska träningen ska koncentrera sig på.

## **9 SLUTSATSER**

Problematiken bakom nacksmärta är inte så entydig som att styrketräning av de försvagade cervikala musklerna skulle räcka som behandling. I denna forskningsöversikt har det kommit fram att inte bara muskelstyrkan är försvagad utan även den motoriska kontrollen av de cervikala musklerna är förändrad hos personer med nacksmärta i jämförelse med symptomfria. Om nacksmärtan uppstått p.g.a. förändringarna eller om förändringarna lett till nacksmärta är ännu inte helt klart men genom dessa forskningar har man kommit närmare sanningen om ursprunget till nacksmärtan. I allmänhet tycks de ytliga hals- och nackmusklerna ha förhöjd aktivitet och de djupa musklerna ha mycket lägre aktivitet hos personer med nacksmärta i jämförelse med symptomfria. Fysioterapeutisk träning för att återställa den rätta motoriska kontrollen anses vara viktigt. Speciellt hållningsträning och specifik aktivering av de djupa halsmusklerna i funktionella uppgifter antas på basen av mättningsresultaten kunna ha en positiv verkan för att återställa den rätta motoriska kontrollen.

## 10 KÄLLOR

Bojsen-Moller, Finn. 2000, *Rörelseapparatus anatomi*, 1:a uppl. Liber AB, Stockholm.

Boyling, Jeffrey. 2004, *Grieve's modern manual therapy: the vertebral column*.

3:e uppl. [www.] Hämtad: 10.1.2010. Tillgänglig:

[http://www.google.com/books?id=SwhoZyTgVd8C&printsec=frontcover&hl=fi&source=gbs\\_navlinks\\_s#v=onepage&q=&f=false](http://www.google.com/books?id=SwhoZyTgVd8C&printsec=frontcover&hl=fi&source=gbs_navlinks_s#v=onepage&q=&f=false)

Blouin, Jean-Sebastien. 2007, Neural control of superficial and deep neck muscles in humans, *Journal of neurophysiology*, vol 98: 920-928.

Caneiro, Joao Paulo. 2010, The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity, *Manual Therapy*, vol 15, 54-60.

Falla, Deborah et al. 2004e, Unravelling the complexity of muscle impairment in chronic neck pain, *Manual Therapy*, vol 9, 125-133.

Falla, Deborah et al. 2004f, Spatio-temporal evaluation of neck muscle activation during postural perturbations in healthy subjects. *Journal of electromyography and kinesiology*, vol 14, 463-474.

Falla, Deborah. 2008c, Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. *Journal of electromyography and kinesiology*, vol 18, 255-261.

Forsberg C. & Wengström Y. 2006, *Att göra systematiska litteraturstudier – värdering, analys och presentation av omvårdnadsforskning*, 1:a uppl, Bokförlaget Natur och Kultur, Stockholm.

Holmström, Eva. 2007, *Rörelseorganens funktionsstörningar – klinik och sjukgymnastik*, Studentlitteratur.

Huber, Frances E. & Wells, Chris L. 2006, *Therapeutic exercise – treatment planning for progression*, bokförlaget Saunders Elsevier.

Jull, Gwendolen et. al. 2008, Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: the craniocervical flexion test, *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, vol 31, nr 7.

Khan, Khalid. 2001, *Undertaking systematic reviews of research on effectiveness - CRD's guidance for those carrying out or commissioning reviews*. CRD Report Number 4, 2:a uppl., NHS Centre for Reviews and Dissemination, University of York.

Richter, Philipp & Hebgren, Eric. 2007, *Triggeripisteet ja lihastoimintaketjut osteopatiassa ja manuaalisessa terapiassa*, 1:a uppl., VK-Kustannus Oy.

Shumway-Cook, Anne & Woollacott, Marjorie H. 2007, *Motor control – translating research into clinical practice*, Lippincott Williams & Wilkins.

Svenska akademien. 1998, Svenska akademiens ordlista över svenska språket.

Nordestedts ordbok. 12:e uppl., AIT Gjøvik AS Norge.

Trew, Marion & Everett, Tony. 2005, *Human movement*. 5:e uppl., Elsevier, Churchill Livingstone.

Tyldeslay, Barbara & Grieve, June I. 2007, *Muscles, nerves & movement in human occupation*, Blackwell Publishing.

Vilet, Paulette. 2006, *Motor control and the management of musculoskeletal dysfunction*, *Manual Therapy*, vol 11, 208-213.

Ylinen, Jari. 2007, Physical and functional rehabilitation for the management of chronic neck pain. *Europa medicophysica*, vol 43:119-32.

## Forskningsartiklarna

- (1) Falla, Deborah et al. 2004a, Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain, *Experimental Brain Research*, vol 157:43-48.
- (2) Falla, Deborah et al. 2004b, Neuromuscular efficiency of the sternocleidomastoid and anterior scalene muscles in patients with chronic neck pain, *Disability and rehabilitation*, vol 24, nr 12, 712-717.
- (3) Falla, Deborah et al. 2004c, Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task, *Spine*, vol. 29, nr 13, pp 1436-1440.
- (4) Falla, Deborah et al, 2004d. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test, *Spine*, vol 29, Nr 19, 2108-2114.
- (5) Falla, Deborah et. al. 2007a, Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain, *Physical Therapy*, April, vol. 87, nr. 4.
- (6) Falla, Deborah et al. 2007b, Recruitment of the deep cervical flexor muscles during a postural-correction exercise performed in sitting, *Manual Therapy*, vol. 12, 139-143.
- (7) Falla, Deborah et al. 2008a, Pain-induced changes in cervical muscle activation do not affect muscle fatigability during sustained isometric contraction, *Journal of electromyography and kinesiology*, vol. 18, 938-946.
- (8) Falla, Deborah et al. 2008b, Training the cervical muscles with prescribed motor tasks does not change muscle activation during a functional activity. *Manual Therapy*, vol 13, 507-512.



- (9) Falla, Deborah et al. 2010, Effect of pain on the modulation in discharge rate of sternocleidomastoid motor units with force direction. *Clinical neurophysiology*.  
Artikeln är accepterad i december 2009 och publiceras 2010.
- (10) Johnston V. 2008, Neck movement and muscle activity characteristics in female office workers with neck pain, *Spine*, vol 33, Nr 5, 555-563
- (11) Jull, Gwendolen. 2000, Deep cervical flexor muscle dysfunction in whiplash, *Journal of Musculoskeletal Pain*, vol. 8(1/2).
- (12) Jull, Gwendolen. 2004, Impairment in the cervical flexors: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Manual Therapy*, vol 9, 89-94.
- (13) Sterling, Michele. 2003, Development of motor system dysfunction following whiplash injury. *Pain*, vol 103, 65-73.
- (14) Szeto, Grace P.Y. 2005, A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work – 1: neck and shoulder muscle recruitment patterns. *Manual Therapy*, vol 10, 270-280.
- (15) Szeto, Grace P.Y. 2009, Neck-shoulder muscle activity in general and task-specific resting postures of symptomatic computer users with chronic neck pain. *Manual Therapy*, vol 14, 338-345.