

KARIN HARMS-RINGDAHL, HELENA LARSSON, MARCUS THURESSON, BJÖRN ÄNG



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1250 anställda varav ungefär 900 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

# Belastning på rörelseapparaten - en probleminventering

Karin Harms-Ringdahl, Helena Larsson, Marcus Thuresson, Björn Äng<sup>1</sup>

1) Karolinska institutet, institutionen för neurobiologi, vårdvetenskap och samhälle, sektionen för sjukgymnastik, Huddinge.  
2) Försvarsmakten, Rekryteringscentrum, Stockholm

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>Utgivare</b><br>FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut<br>NBC-skydd<br>901 82 Umeå   | <b>Rapportnummer, ISRN</b><br>FOI-R--2187--SE     | <b>Klassificering</b><br>Användarrapport |
|   | <b>Forskningsområde</b><br>8. Människa och teknik |  |
|   | <b>Månad, år</b><br>Januari 2007                  | <b>Projektnummer</b><br>E4453            |
|   | <b>Delområde</b><br>81 MSI med fysiologi          |  |
|   | <b>Delområde 2</b>                                |  |
| <b>Författare/redaktör</b><br>Karin Harms-Ringdahl 1), Helna Larsson 1), 2)<br>Marcus Thuresson 1), Björn Äng 1)<br>1) Karolinska Institutet, Inst för neurobiologi,<br>Vårdvetenskap o samhälle, Huddinge, Sekt för sjukgymnastik<br>2) Försvarsmakten, Rekryteringscentrum,<br>Stockholm  | <b>Projektledare</b><br>Ulf Bergh                 |  |
|   | <b>Godkänd av</b>                                 |  |
|   | <b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b><br>FM        |  |
|   | <b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b>  |  |
| <b>Rapportens titel</b><br>Belastning på rörelseapparaten - en probleminventering   |   |  |
| <b>Sammanfattning</b><br>Belastningsrelaterade muskulo-skelettala problem är vanligt förekommande vid militärt utövande, särskilt i befattningar med extrema påfrestningar. Innefattande rapport som är en probleminventering omfattar I) studier av knäbesvär hos värnpliktig personal i jägartjänst, och II) Nackbesvär inom helikopter flottiljer.<br><b>Del I)</b> Alla värnpliktiga soldater från ett jägarförband undersöktes vid inryckning med ett testbatteri för nedre extremiteterna, där belastningsutlösta knäbesvär jämfördes med ett intervjuformulär avseende förmåga att diskriminera för avgångar. Testet identifierade 74/268 med knäbesvär och formuläret 22/268. Totalt 37 jägarsoldater avbröt utbildningen. Testbatteriet kan identifiera knäbesvär i högre grad än ett frågeformulär och visar prediktiv förmåga beträffande avgångar bland jägarsoldater.<br><b>Del II).</b> Tremånaders prevalens bland 136 konsekutivt tillfrågade helikopterpiloter i aktiv flygtjänst, som gjorde sina ordinarie hälsokontroller på FMC var 57 %, inkluderande de 32 % med frekventa besvär. Tremånaders prevalens för skulder-, brösttrygs-, och ländryggsbesvär var 35 %, 16 % och 46 %. Tidigare nackbesvär och besvär i skulderregionen var oberoende riskfaktorer för nackbesvär. Användning av NVG tenderade också att vara en riskfaktor, medan generell styrketräning tenderade vara en preventiv faktor.<br><b>Konklusion:</b> Relevanta screening program bör användas för att åstadkomma relevant preventivt och strategiskt arbete mot fortsatt besvärutveckling och avgång hos militär personal med tunga befattningar. |   |  |
| <b>Nyckelord</b>  |   |  |
| <b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>  | <b>Språk</b> Svenska                              |  |
| <b>ISSN</b> 1650-1942   | <b>Antal sidor:</b> 18 s.                         |  |
| <b>Distribution enligt missiv</b>   | <b>Pris:</b> Enligt prislista                     |  |

|   |   |                                   |
|---|---|-----------------------------------|
| <b>Issuing organization</b><br>FOI – Swedish Defence Research Agency<br>NBC Defence<br>SE-901 82 Umeå   | <b>Report number, ISRN</b><br>FOI-R--2187--SE           | <b>Report type</b><br>User report |
|   | <b>Programme Areas</b><br>8. Human Systems              |                                   |
|   | <b>Month year</b><br>January 2007                       | <b>Project no.</b><br>E4453       |
|   | <b>Subcategories</b><br>81 Human Factors and Physiology |                                   |
|   | <b>Subcategories 2</b>                                  |                                   |
| <b>Author/s (editor/s)</b><br>Karin Harms-Ringdahl 1), Helena Larsson 1), 2),<br>Marcus Thuresson 1), Björn Äng 1)<br>1) Karolinska Institutet, Inst för neurobiologi,<br>Vårdvetenskap o samhälle, Sect för sjukgymnastik<br>Huddinge<br>2) Försvarsmakten, Rekryteringscentrum,<br>Stockholm  | <b>Project manager</b><br>Ulf Bergh                     | <b>Approved by</b>                |
|   | <b>Sponsoring agency</b>                                |                                   |
|   | <b>Scientifically and technically responsible</b>       |                                   |
|   |   |                                   |
| <b>Report title (In translation)</b><br>Locomotor load – a problem inventory.   |   |                                   |
| <b>Abstract</b><br>Load-elicited musculoskeletal problems are usual among military personal, such as ranger soldiers and Air Force pilots. The present problem inventory comprises two parts. 1) Knee related pain among ranger conscripts; 2) Neck pain among helicopter pilots.<br><b>Part I)</b> All conscripts in a ranger unit were investigated at the start of their service using four loading knee tests in order to detect knee problems. Knee problems were also asked for in a questionnaire and the outcome was compared. At start the tests identified 74/268 where knee pain was provoked, while the questionnaires identified 22/268. In total 37 rangers were discharged from service due to some reason. The knee tests were shown to have a higher predictive value for this among these ranger conscripts than the questionnaires.<br><b>Part II)</b> Three months neck pain prevalence among 136 consecutive helicopter pilots in active service, who went through their regular health check ups in FMC, was 57% including the 32% with frequent neck pain. Three months prevalence for shoulder-, thoracic-, and lumbar pain was 35%, 16% and 46%. Earlier neck and shoulder pain were independent risk factors for neck problems. The use of NVG also tended to be a risk factor, while general muscular strengthening exercises tended to be preventive.<br><b>Conclusions.</b> Relevant screening programs can be used in the preventive and strategic work aiming to avoid load elicited musculoskeletal pain related problems and discharges. |   |                                   |
| <b>Keywords</b>   |   |                                   |
| <b>Further bibliographic information</b>  | <b>Language</b> Swedish                                 |                                   |
| <b>ISSN</b> 1650-1942   | <b>Pages</b> 18 p.                                      |                                   |
|   | <b>Price acc. to pricelist</b>                          |                                   |



# Förord

Innevarande slutrapport bygger på en serie studier, som syftar till att kartlägga och förutsäga belastningsrelaterade besvär för olika militära befattningar som innebär extrema arbetsförhållanden. Sett ut ett arbetsgivarperspektiv kan sådan kunskap användas för att öka precisionen i olika tester som ligger till grund för antagning och för organisatoriska, ergonomiska och individrelaterade åtgärder, för att förebygga rörelseorganrelaterade skador. Studierna utgör en delmängd av ett större pågående projekt vid Forsvarsmaktens Rekryteringscentrum, som syftar till att utveckla tester, där såväl kvinnor som män inkluderas, och där kravspecifikationer för olika befattningar kan kopplas till individens fysiska förutsättningar att inneha befattningen med så låg risk som möjligt för skada och avgång. Projektet beräknas fortgå under ytterligare två år för att ett tillräckligt stort antal personer skall kunna rekryteras till studien.

Finansiellt stöd för studierna, som ligger till grund för innevarande rapport, har erhållits från FOI, Karolinska Institutets fonder, samt Gösta Fraenckels stiftelse. Pliktverket, Forsvarsmaktens Rekryteringscentrum och AFA har också delfinansierat arbetstid för insamling av material och analys och sammanställning av data. Lisbet Broman, BMA vid Karolinska Institutet, har biträtt vid analysarbetet.

Förutom presentationer vid nationella och internationella konferenser ingår data från nedanstående avhandling och vetenskapliga artiklar, som publicerats eller avser att publiceras i internationella tidskrifter, i rapporten:

**Larsson H, Harms-Ringdahl K.** A lower-limb functional capacity test for enlistment to Swedish Armed Forces ranger units. *Mil Med* 2006; 171(11): 1065-1070.

**Thuresson M, Ang B, Linder J, Harms-Ringdahl K.** Neck muscle activity in helicopter pilots: effect of position and helmet-mounted equipment. *Aviat Space Environ Med* 2003; 74:527–32.

**Thuresson M, Ang B, Linder J, Harms-Ringdahl K.** Mechanical load and EMG activity in the neck induced by different head-worn equipment and neck postures. *Int J Ind Ergon* 2005; 35:13-8.

**Thuresson M.** On Neck Load Among Helicopter Pilots. Effects of head worn equipment, whole body vibration and neck position. PhD Thesis, Karolinska Institutet, Stockholm, Oct 2005.

**Ang B, Harms-Ringdahl K.** Neck pain and related disability in helicopter pilots: a survey of prevalence and risk factors. *Aviat Space Environ Med* 2006; 77:713-9.

**Äng B, Linder J, Harms-Ringdahl K.** Neck strength and myoelectric fatigue in fighter and helicopter pilots with a history of neck pain. *Aviat Space Environ Med* 2005; 76:375–80.

**Äng B.** Impaired neck motor function and pronounced pain-related fear in helicopter pilots with neck pain – a clinical approach. Submitted for publication, October 2006.

**Äng B, Monnier A, Harms-Ringdahl K.** A progressive neck/shoulder exercise regime is effective in reducing episodes of neck pain in Air Force pilots – a randomized controlled trial. Draft, Nov 2006.

Stockholm 30 november 2006

Karin Harms-Ringdahl, PhD, RPT  
Professor  
Institutionen för Neurobiologi, Vårdvetenskap och samhälle  
Karolinska Institutet, Stockholm

# Innehållsförteckning

## 1. Del I. Knäbesvär hos värnpliktig personal i jägartjänst

|            |   |   |
|------------|---|---|
| <b>1.1</b> | <b>Introduktion</b>                     | 3 |
| 1.1.1      | Mönstring                               | 3 |
| 1.1.2      | Knä och riskfaktor för knäbesvär        | 3 |
| 1.1.3      | Frågeformulär                           | 4 |
| 1.1.4      | Mätning av fuktion i nedre extremiteter | 4 |
| 1.1.5      | Egenskattning av smärta                 | 4 |
| 1.1.6      | Syfte med studien                       | 4 |
| <b>1.2</b> | <b>Metod</b>                            | 4 |
| <b>1.3</b> | <b>Resultat</b>                         | 5 |
| <b>1.4</b> | <b>Diskussion</b>                       | 6 |
| <b>1.5</b> | <b>Konklusion</b>                       | 7 |
| <b>1.6</b> | <b>Referenser – del 1</b>               | 7 |

## 2. Del II. Nackbesvär inom helikopterflottiljen – en problem-inventering.

|            |                                |    |
|------------|--------------------------------|----|
| <b>2.1</b> | <b>Indtroduktion</b>           | 9  |
| 2.1.1      | Syfte                          | 11 |
| <b>2.2</b> | <b>Metod</b>                   | 11 |
| 2.2.1      | Försökspersoner                | 11 |
| 2.2.2      | Riskindikatorer                | 11 |
| 2.2.3      | Utfallsvariabler och statistik | 11 |
| <b>2.3</b> | <b>Resultat</b>                | 12 |
| 2.3.1      | Besvärsinventering             | 12 |
| <b>2.4</b> | <b>Diskussion</b>              | 13 |
| <b>2.5</b> | <b>Konklusion</b>              | 15 |
| <b>2.6</b> | <b>Referenser – del 2</b>      | 15 |

# 1 Del I. Knäbesvär hos värnpliktig personal i jägartjänst

Helena Larsson<sup>#</sup>, & Karin Harms-Ringdahl<sup>\*</sup>

Från <sup>\*</sup> Institutionen för Neurobiologi, Vårdvetenskap och Samhälle, Sektionen för Sjukgymnastik, Karolinska Institutet, Huddinge; och Sjukgymnastikliniken, Karolinska Universitetssjukhuset, Stockholm.

<sup>#</sup> Försvarsmakten, Rekryteringscentrum, Stockholm

## 1.1 Introduktion

Besvär och skador från rörelse- och stödjeorgan har under de senaste åren varit orsak till att 25 % av de som var inryckta för värnpliktsutbildning i Sverige avbrutit sin grundutbildning (<http://www.pliktverket.se>, Ahlstrand). Förekomst av besvär och skador från rörelse- och stödjeorganen under militärtjänst är inte bara ett problem i Sverige utan har också rapporterats från andra länders försvarsmakter (1-7). Det är inte känt om skadorna har inträffat mellan mönstring och inryckning eller om problemen inte uppmärksammades under mönstringen. Studier har visat att soldater som tidigare haft en strukturell knäskada eller knäsmärta har en större benägenhet att drabbas av en ny skada eller att besvären ökar när de fysiska kraven stegras (1;3;4).

### 1.1.1 Mönstring

Mönstringen, som genomförs för inskrivning till olika befattningar, omfattar olika delar; inskrivningsprov, psykologisk undersökning, medicinsk hälsoundersökning och fysiska test. För att kvalificera sig till den fysiskt krävande jägartjänsten skall den prövande genomgå ett speciellt benfunktionstest som kallas "Jägartestet" (8). Testet består av två delar. Först kontrolleras om den prövande har aktuella knäbesvär genom det så kallade "Uppresningstestet". Belastning på ett ben i taget där eventuell smärta skall identifieras. Om personen är smärtfri genomförs ett submaximalt step-test med en 20 kg tung ryggsäck (Handbok mönstring, Pliktverket 1996).

### 1.1.2 Knä och riskfaktorer för knäbesvär

Knäledens anatomiska utformning, belägen mellan två långa hävarmar bestående av lårbenet och underbenet, innebär att belastningen på leden kan bli oerhört stor. Knäleden består förutom av leden mellan lårben och underben även av en led mellan knäskålen och lårbenet (patellofemoralleden).

Knäskålen utsätts för kraft från såväl främre lårbensmuskeln som knäskålsligamentet. Dessa två krafter har en resulterande kraft riktad vertikalt mot ledytan på lårbenet. Stora krafter från muskeln utvecklar stor kompressionskraft på leden. Den komprimerande kraften i patellofemoralleden har under trappgång beräknats vara 7 gånger större jämfört med den komprimerande kraften vid vanlig gång och motsvara en kompression 3,3 gånger kroppsvikten (9).

Personer med problem i patellofemoralleden uppger ofta smärta i samband med aktiviteter som att gå upp och ner för trappor och vid knäböjning (10-12). Viktbärande uppgifter, t ex marsch med packning, utvecklar stora kompressionskrafter i patellofemoralleden och kan öka en befintlig patellofemoral smärta.



Risikfaktorer för överbelastningsbesvär under militärtjänst har tidigare studerats och man har kunnat konstatera att låg fysisk aktivitetsnivå före inryckning utgör risk för att utveckla besvär (5; 13). Diskussioner förs också om det är anatomiska faktorer (inre faktorer) (2; 6; 13; 14) eller den ökande belastningen i början av utbildningen, i samband med marsch i marschkängor (yttre faktorer), som medför störst risk för att utveckla knäbesvär (1; 2; 4).

### **1.1.3 Frågeformulär**

Överbelastningsbesvär och skador anses kunna begränsas med lämpliga interventioner (2) och på så vis skulle även antalet tidiga avgångar kunna minska. För att interventioner skall kunna implementeras i den ordinarie verksamheten måste problemet identifieras. Vilka individer som har behov av särskilda åtgärder och vilken typ av åtgärder behövs? Ett frågeformulär har tagits fram där värnpliktiga får besvara ett antal frågor avseende hälsa och arbetsbelastningar med syfte att i ett tidigt skede av utbildningen finna de som är i riskzonen för att avbryta utbildningen.

### **1.1.4 Mätning av funktion i nedre extremiteter**

Olika typer av funktionella test för nedre extremiteterna ger möjlighet att bedöma en persons förmåga att utföra en rörelse. Att utföra ett test innebär också att personen själv får möjlighet att uppleva eventuell begränsning i samband med testet. Test kan användas för såväl skadade som friska personer och ha olika syften såsom bedömning av styrka, uthållighet, koordination, balans, rörlighet och smärta (10;15-17).

### **1.1.5 Egenskattning av smärta**

Borg CR10 skalan (18) är en reliabel skala för att mäta smärtintensitet i belastade ledstrukturer (19). Verbala förklaringar t ex 'ingen alls', 'svag', 'stark', 'extremt stark' är kopplade till siffror mellan 0-10. Dock kan högre siffror, mer än 10, användas.

### **1.1.6 Syfte med studien**

Syftet med studien var att undersöka om ett testbatteri med fyra funktionella belastande test för nedre extremiteterna hade förmåga att identifiera värnpliktiga med knäbesvär och jämföra detta med deras svar från frågeformulär.

## **2.6 Metod**

Alla värnpliktiga jägarsoldater, n=268, från ett jägarförband under ett utbildningsår deltog frivilligt i studien. Försökspersonernas karakteristik var (medel, SD) ålder 19,4 år (0,6), kroppsvikt 79,3 kg (8,3), kroppslängd 1,82 m (0,06) och BMI 23,9 kg/m<sup>2</sup> (2,2).

Varje försöksperson fick en skriftlig information om försöket och medgivande om att delta i studien undertecknades. Studien godkändes vid Göteborgs forskningsetikkommitté.

Ett frågeformulär med frågor om tidigare och aktuella knäbesvär besvarades och därefter utfördes fysiska test där det aktuella funktionella testet för nedre extremiteterna ingick.

Det funktionella testet bestod av fyra rörelser; 'Step-up' och 'Step-down' på en 40 cm hög bänk, uppresning från sittande till stående från en 40 cm hög bänk med hjälp av ett ben i taget och huksittande. Varje rörelse utfördes 5 gånger med varje ben och eventuell upplevd smärta i knät skattades enligt Borg CR10 skalan.

Svaren från frågeformulären var okända för testledaren.

De värnpliktiga följdes under utbildningsåret, avgångar registrerades och i samband med uttryckning genomfördes nya test. I samband med uttryckningstestet prövades testets reproducerbarheten med ett test- retest förfarande.

## 2.7 Resultat

Vid inryckningstestet skattade totalt 28% av de värnpliktiga smärta (=testpositiva) i vänster, höger eller i båda knäna (Tabell 1).

Testet identifierade 74 värnpliktiga med knäbesvär jämfört med frågeformuläret där totalt 22 värnpliktiga uppgav att de hade aktuella besvär/ skada i något av eller i båda knäna.

Två personer uppgav aktuell smärta i knät i frågeformuläret men skattade inte någon smärta på Borg CR10 skalan vid testet. Det var en signifikant skillnad mellan antalet som identifierades ha knäbesvär vid test jämfört med det besvarade frågeformuläret ( $p < 0.001$ ).

**Tabell 1. Inryckningstest med jägarsoldater  $n=268$ . Antal och procent positiva ( $>0$ ) vid skattning av smärta med Borg CR-10 skalan.**

|             | Inryckningstest (n=268)  |               |           |                          |               |           |
|-------------|--------------------------|---------------|-----------|--------------------------|---------------|-----------|
|             | Positiva i vä knä (n=36) |               |           | Positiva i hö knä (n=60) |               |           |
|             | n                        | % av test pos | % av alla | n                        | % av test pos | % av alla |
| Step up     | 15                       | 42            | 6         | 29                       | 48            | 11        |
| Step down   | 23                       | 64            | 9         | 32                       | 53            | 12        |
| Uppresning  | 23                       | 64            | 9         | 43                       | 72            | 16        |
| Huksittande | 22                       | 61            | 8         | 35                       | 58            | 13        |

Testresultatens reproducerbarhet var mycket god och uppgick till 95-99 % överensstämmelse och korrelationskoefficienten varierade mellan  $r_s = 0.87$  to  $r_s = 0.98$ , förutom resultaten från huksittande som hade en korrelation  $r_s = 0.77$ .

Totalt 37 jägarsoldater avbröt utbildningen. Orsak till avgångarna var knäbesvär 19 %, ryggbesvär 16 %, ledbesvär 11 %, skada 8 %, psykosocialt 38 % samt hörsel och vapenvägran 3 %.

Av de 12 värnpliktiga som skattat upplevd smärta i samband med testet väsentligt högre än övriga, avgick alla utom en från utbildningen. Fyra av dem hade inte genomfört det obligatoriska jägartestet vid mönstringen.

Sextiofem procent av dem som skattat värden över 1 ('svag smärta') på Borg CR10 skalan avgick från utbildningen och alla som skattat över 5 ('stark smärta') avbröt utbildningen.

Personer som deltagit vid test både vid inryckning och uttryckning redovisas i tabell 2.

**Tabell 2. Värnpliktiga som deltagit vid både in- och utryckning n=212. Antal och procent positiva (>0) vid skattning av smärta med Borg CR-10 skalan.**

| <b>Inryckningstest (n=212)</b> |                        |               |                        |               |
|--------------------------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|
|                                | Positiva i vä knä n=22 |               | Positiva i hö knä n=39 |               |
|                                | n                      | % av test pos | n                      | % av test pos |
| Step-up                        | 7                      | 32            | 15                     | 38            |
| Step-down                      | 10                     | 45            | 19                     | 49            |
| Uppresn.                       | 14                     | 64            | 21                     | 54            |
| Huksitt.                       | 13                     | 59            | 23                     | 59            |

| <b>Utryckningstest (n=212)</b> |                        |               |                        |               |
|--------------------------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|
|                                | Positiva i vä knä n=25 |               | Positiva i hö knä n=21 |               |
|                                | n                      | % av test pos | n                      | % av test pos |
| Step-up                        | 19                     | 76            | 11                     | 52            |
| Step-down                      | 19                     | 76            | 15                     | 71            |
| Uppresnin                      | 24                     | 96            | 12                     | 57            |
| Huksitt.                       | 15                     | 60            | 12                     | 57            |

## 2.8 Diskussion

Om man endast skall utvärdera de aktuella mätmetodernas förmåga att identifiera de som har knäbesvär visade denna studie att ett funktionellt test med skattning av upplevd smärta är att föredra framför frågeformulär. Ett frågeformulär (20) går fortare att fylla i jämfört med att utföra olika test men man missar dem som inte är medvetna om att de har en begränsning eller smärtan ger sig till känna först vid belastning av strukturerna (15). Ett test i en funktionell situation anses vara fördelaktigt om man vill reproducera en individs symtom (10). Syftet med denna kartläggning av besvär i rörelse- och stödjeorgan hos värnpliktig personal är att få ett underlag för intervention. Knäbesvär utgör endast en del av problemområdet varför frågeformulär inte kan ersättas av ett test. Vi föreslår därför att båda mätmetoderna används.

Tidigare studier har undersökt skador och knäbesvär före inryckning (3) och under militärtjänst (1; 4; 6). Ingen studie finns rapporterad där aktuella knäbesvär i samband med inryckning undersökts varför det är omöjligt att jämföra resultat från denna studie med andra.

Det är inte heller problemfritt att jämföra antal rapporterade avgångar från grundutbildning mellan olika förband då redovisningen från förbanden inte är enhetlig. I den föreliggande studien rapporterades att 59 % av de som avbröt sin grundutbildning från det aktuella förbandet hade skäl som var klassificerade som orsaker från rörelse- och stödjeorganen. Detta skall jämföras med rapportering från samtliga förband där statistik från Pliktverket visat att omkring 25 % av avgångarna de senaste åren orsakats av besvär i rörelse- och stödjeorganen. Den föreliggande studien påvisar att aktuella besvär i knä i samband med inryckning, vilka kan identifieras med ett funktionstest för nedre extremiteterna (15; 16), är en riskfaktor för att avbryta utbildningen. Om knäbesvär i samband med inryckning får samma konsekvens för värnpliktiga vid förband som har en mindre fysiskt krävande utbildning är inte känt vilket innebär att resultat från föreliggande arbete inte kan generaliseras till att gälla hela försvarsmakten. Detta undersöks för närvarande i två pågående studier.

Värnpliktiga som skrivs in som jägare skall ha utfört ett godkänt jägartest. I denna studie kunde konstateras att ingen av de som var positiva på testet i samband med inryckning (skattade smärta) och senare avgick p g a knäbesvär hade genomfört jägartestet vid mönstringen (8).

Det var överraskande många värnpliktiga som skattade smärta i samband med inryckningstestet eftersom dessa individer förväntas vara friska och besvärslösa. Trots att befäl var närvarande vid testet var det ett stort antal som medgav låga smärtintensitetsnivåer på Borg CR10 skalan. Man skulle kunna misstänka att miljön i sig skulle vara ett hinder för att "våga" bekänna färg men det är vår uppfattning att vi kunde identifiera de som hade besvär. Studien har visat att det är viktigt att ta hänsyn även till dem som skattat låga nivåer. Vi anser att det är särskilt viktigt eftersom man i denna grupp kan förvänta att det finns en del "lågskattande" individer. Motivation är en annan faktor som alltid påverkar resultat i olika riktningar. Detta kommer att undersökas i kommande arbete där även andra förband kommer att ingå och olika variabler undersöks i en multipel regressionsanalys.

## 2.9 Konklusion

Resultat från studien visar att ett testbatteri med fyra teströrelser med samtidig skattning av upplevd smärta har förmåga att identifiera värnpliktiga med knäbesvär. Testet är enkelt att utföra, kräver ingen speciell utrustning och borde vara ett tidsbesparande screening test för att planera interventionsprogram.

Fortsatta studier pågår där värnpliktiga som genomför sin utbildning inom andra förbandstyper undersöks för att bedöma om knäbesvär hos värnpliktig personal får samma konsekvens som inom jägarförband.

## 1.6 Referenser del I

- (1) Dorotka R, Jimenez-Boj E, Kypta A, Kollar B. The patellofemoral pain syndrome in recruits undergoing military training: a prospective 2-year follow-up study. *Mil Med* 2003; 168(4):337-340.
- (2) Kaufman KR, Brodine S, Shaffer R. Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention. *Am J Prev Med* 2000; 18(3 Suppl):54-63.
- (3) Cox KA, Clark KL, Li Y, Powers TE, Krauss MR. Prior knee injury and risk of future hospitalization and discharge from military service. *Am J Prev Med* 2000; 18(3 Suppl):112-117.
- (4) Almeida SA, Williams KM, Shaffer RA, Brodine SK. Epidemiological patterns of musculoskeletal injuries and physical training. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(8):1176-1182.
- (5) Knapik JJ, Canham-Chervak M, Hauret K, Hoedebecke E, Laurin MJ, Cuthie J. Discharges during U.S. Army basic training: injury rates and risk factors. *Mil Med* 2001; 166(7):641-647.
- (6) Milgrom C, Finestone A, Eldad A, Shlamkovitch N. Patellofemoral pain caused by overactivity. A prospective study of risk factors in infantry recruits. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73(7):1041-1043.

- (7) Jordaan G, Schweltnus MP. The incidence of overuse injuries in military recruits during basic military training. *Mil Med* 1994; 159(6):421-426.
- (8) **Larsson H, Harms-Ringdahl K.** A lower-limb functional capacity test for enlistment to Swedish Armed Forces ranger units. *Mil Med* 2006; 171(11):1065-1070.
- (9) Reilly DT, Martens M. Experimental analysis of the quadriceps muscle force and patello-femoral joint reaction force for various activities. *Acta Orthop Scand* 1972; 43(2):126-137.
- (10) Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Cools A, Danneels L et al. Which factors predict outcome in the treatment program of anterior knee pain? *Scand J Med Sci Sports* 2002; 12(1):40-46.
- (11) Thomee R, Renstrom P, Karlsson J, Grimby G. Patellofemoral pain syndrome in young women. I. A clinical analysis of alignment, pain parameters, common symptoms and functional activity level. *Scand J Med Sci Sports* 1995; 5(4):237-244.
- (12) Post WR, Fulkerson J. Knee pain diagrams: correlation with physical examination findings in patients with anterior knee pain. *Arthroscopy* 1994; 10(6):618-623.
- (13) Jones BH, Cowan DN, Tomlinson JP, Robinson JR, Polly DW, Frykman PN. Epidemiology of injuries associated with physical training among young men in the army. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25(2):197-203.
- (14) Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, Danneels L, Cambier D. Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med* 2001; 29(2):190-195.
- (15) Purdam CR, Cook JL, Hopper DM, Khan KM, VIS tendon study group. Discriminative ability of functional loading tests for adolescent jumper's knee. *Physical Therapy in Sport* 2003; 4:3-9.
- (16) Loudon JK, Wiesner D, Goist-Foley HL, Asjes C, Loudon KL. Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects With Patellofemoral Pain Syndrome. *J Athl Train* 2002; 37(3):256-261.
- (17) Risberg MA, Ekeland A. Assessment of functional tests after anterior cruciate ligament surgery. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 19(4):212-217.
- (18) Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL 61825-5076: Human Kinetics, 1998.
- (19) Harms-Ringdahl K, Carlsson AM, Ekholm J, Raustorp A, Svensson T, Toresson HG. Pain assessment with different intensity scales in response to loading of joint structures. *Pain* 1986; 27(3):401-411.
- (20) Laprade JA, Culham EG. A self-administered pain severity scale for patellofemoral pain syndrome. *Clin Rehabil* 2002; 16(7):780-788.

## 2 Del II. Nackbesvär inom helikopterflottiljen -- en problem-inventering

Björn O. Äng<sup>\*</sup>, Marcus Thuresson<sup>\*</sup> & Karin Harms-Ringdahl<sup>\*#</sup>

From the <sup>\*</sup>Department of Neurobiology, Care Sciences and Society, Division of Physiotherapy, Karolinska Institutet, Huddinge, Sweden; and the <sup>#</sup>Department of Physiotherapy, Karolinska University Hospital, Stockholm, Sweden.

### 2.1 Introduktion

Nackbesvär är en av de vanligaste musculoskelettala problemen i västvärlden. En review-studie från 2005 visar att ca 50 % av den arbetande populationen någon gång under en livstid uppger att de erfarit besvär, range 14-71% (Fejer et al., 2005). Flertalet studier har identifierat specifika arbetsplats- och fysiska omgivningsfaktorer som särskilt exponerade för hög risk (t.ex. Korhonen et al., 2003; Smedley et al., 2003), och detta inkluderar i synnerhet militära piloter (t.ex. Vanderbeek, 1988; Newman, 1997; Thomae et al., 1998; Bridger et al., 2002).

Emedan stridspiloter är relativt välstuderade med erkänt hög prevalens nackbesvär (Vanderbeek, 1988; Newman et al., 1997; Albano and Stanfort, 1998), har senare studier alltmer uppmärksammat nackproblematiken i samband med helikopter flygning, bland annat belyst i en NATO-rapport från 2004 (Greeves et al., 2004). I en studie gjord i den engelska helikopterflottiljen var 12 månaders prevalens nackbesvär 48 % (Bridger et al., 2002), vilket således är ett högt prevalenstal i jämförelse mot den normala populationen (jmf. Fejer et al., 2005; Leclerc et al., 1999; Croft et al., 2001).

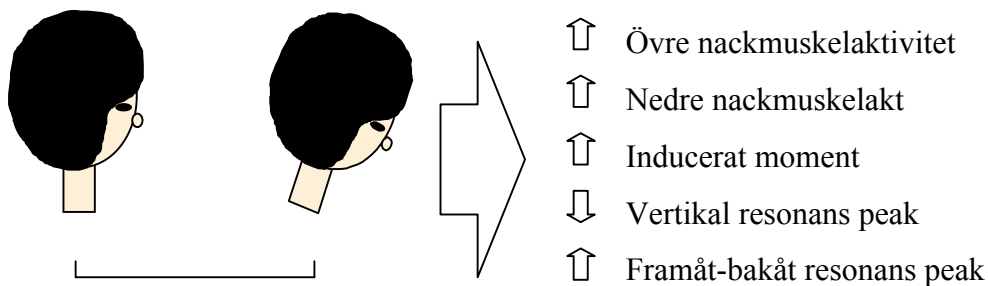
En sådan jämförelsevis hög prevalens bland helikopter piloter har likaledes visats för degenerativa förändringar i nacken (Aydog et al., 2004). Total flygtid (Hansen and Wagstaff, 2001) och tidigare besvärsepisoder (Thomae et al., 1998) har framlagts som associerade riskfaktorer till nack/ryggbesvär. Få flygmedicinska studier använder dock multivariata analyser med möjlighet att kontrollera för potentiella förväxlande omständigheter s.k. 'confounding factors'.

Helikopterpiloters huvud-och-nack positioner i förhållande till upprätt neutral position tenderar att vara av stor betydelse för nackmuskelbelastning (Thuresson et al., 2003) och ryggbesvär (Bridger et al., 2002). Vanligtvis så sitter en helikopterpilot något framåtböjd med bålen och övre axiala partiet något roterad till vänster för att greppa styr- och stigspak emedan båda fötterna hanterar rodret. Att kontrollera helikoptern kräver således ett precisionsarbete från både armar och ben under flygning. Dessutom, i takt med den snabba flygteknologiska utvecklingen, har piloter – särskilt helikopterpiloter – under det senaste decennium alltmer börjat flyga med en hjälmmonterad ljusförstärkare, s.k. 'night-vision-goggles' (NVG – se Figur 1).

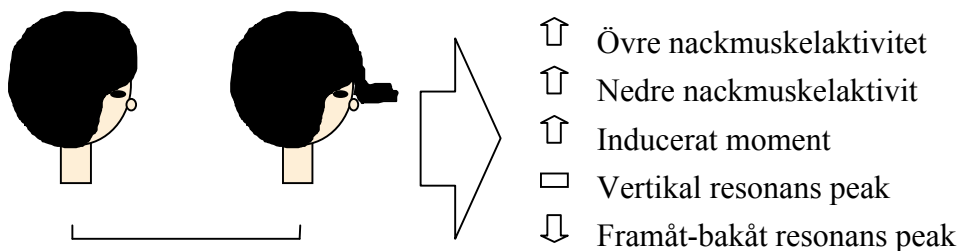


**Figur 1.** Illustration av en helikopterpilot bärande hjälm med hjälmmonterad 'night-vision goggles', NVG. Notera: för att reducera det framåtböjande (flekterande) vridmomentet inducerat av NVG, så bär piloterna ofta en motvikt (fastsatt på baksidan av hjälmen).

NVG utrustningen möjliggör/underlättar mörkerflygning, eller flygning med dålig sikt. Belastningsergonomiskt bidrar dock utrustningen till ökad belastning för nacken/nackregionen dels genom den ökade vikten men även genom en förändrad tyngdpunkt för huvud-hjälm-NVG (Harms-Ringdahl et al., 1999), vilket tenderar att öka nackmuskelaktiviteten (Thureson et al., 2003). Faktorer som inverkar på halsryggens belastning finns sammanfattade i Figur 2 och 3.



**Figur 2.** Schematic presentation av förändringar i uppmätta variabler när huvudets position förändras från en neutral nackposition till 20° framåtböjd nackposition. Uppåtpekande pilar indikerar en ökning och neråtpekande indikerar en minskning av resp variable (från Thureson 2005).



**Figur 3.** Schematisk presentation över förändringar i uppmätta variabler när NVG introduceras på hjälmen (från Thureson 2005).

### 2.1.1 Syfte

Syftet var att studera prevalens nackbesvär och associerade riskfaktorer hos helikopterpiloter. Parallellt har experimentella studier särskilt studerat nackmuskelstyrka och muskeltrötthet, samt neuromotorisk funktion och rörelserädsla vid olika progressioner av nackbesvär, vilket upptar delar av diskussionen. Parallellt har även studerats (och fortfarande) effekten av ett specifikt träningsprogram för nacke/skuldra, med betoning på progressiv motorisk kontroll, på förekomst av nacksmärtor, samt effekt på motorisk kontroll och rörelserädsla.

## 2.2 Metod

### 2.2.1 Försökspersoner

Ett frågeformulär administrerades konsekutivt till helikopterpiloter som inkom till Flygmedicinskt centrum, Stockholm. Av 136 piloter i aktiv flygtjänst svarade 127 piloter (93 % svarsfrekvens). Piloter exkluderades om de inte varit i flygtjänst de senaste tre månaderna eller om de flög både jetflygplan och helikopter. Medel (SD) för ålder, vikt, längd och fysisk träning var: 37 (8.1) år, 81 (7.9) kg, 1.81 (0.05) m, och 5.1 (2,8) tim/vecka. Total flygtid och flygtid per månad, de tre senaste månaderna var: 2523 (1524) och 13 (6.3). Försökspersonerna fick skriftlig information om studiens syfte, att deltagandet var frivilligt samt att all data behandlades konfidentiellt. Studien (samtliga studier) var godkänd av forskningsetik kommitté. Detaljer kring frågeformuläret finns beskrivet i publicerad artikel (Äng och Harms-Ringdahl, 2006).

### 2.2.2 Risk indikatorer

Elva risk/friskfaktorer analyserades med regressionsanalys, vilka inkluderades på basis av våra hypoteser och tidigare evidens. Flygrelaterade indikatorer var (se Äng and Harms-Ringdahl, 2006 för detaljer kring 'cut-off'/kategorier):

- Helikoptertyp
- Användning av NVG
- Total flygtid
- Flygtid senaste året
- Flygtid per månad, senaste tre månader

Individrelaterade indikatorer var:

- Kroppslängd
- BMI
- Konditionsträning
- Styrketräning (helkroppsträning)
- Tidigare nackbesvär
- Besvär i skuldra, bröstrygg, ländrygg

### 2.2.3 Utfallsvariabel och statistik

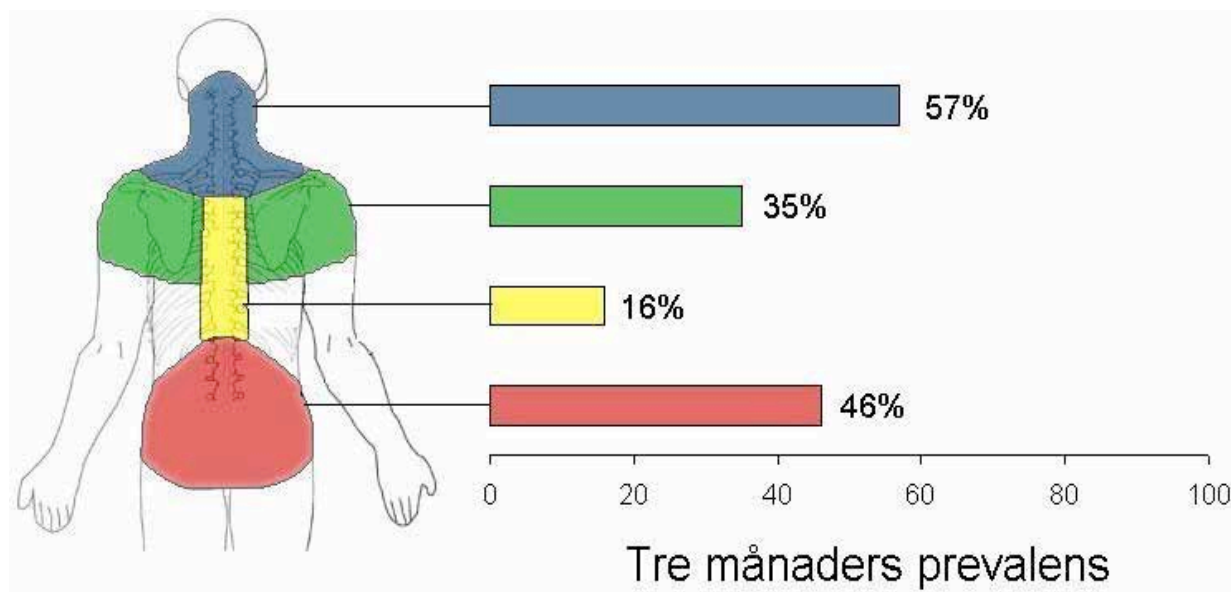
Nackbesvär definierades som rapporterade besvär (smärta, ont, obehag) under de senaste tre månaderna. Nack- skulder- bröstrygg och ländryggsregion är definierade i Figur 4. Cox regression, med konstant tidsvariabel (Thomson et al., 1998; Barros and Hirakata, 2003), användes för att analysera associerade indikatorer. Relativ risk (RR) och 95% konfidens intervall (95 % CI), justerat för ålder och rökning, presenterades för relevanta indikatorer. En signifikansnivå på  $P \leq 0,05$  ansågs som signifikant.



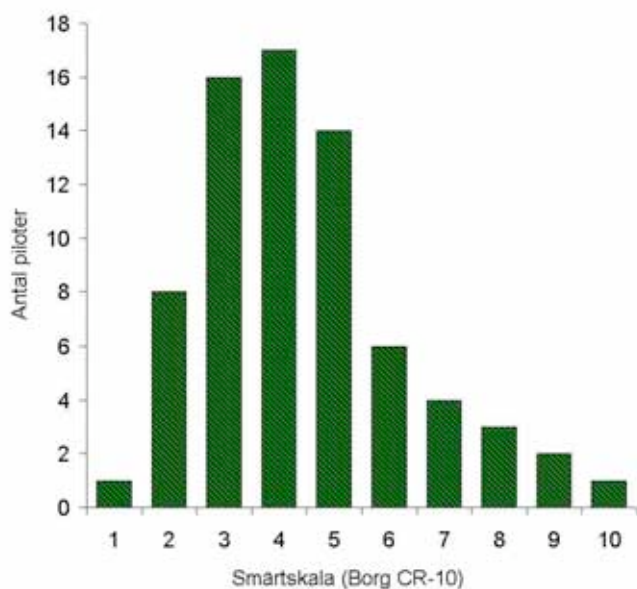
## 2.3 Resultat

### 2.3.1 Besvärsinventering (Äng and Harms-Ringdahl, 2006)

Figur 4 visar prevalenstal för nackbesvär, skulderbesvär, bröstryggsbesvär och ländryggsbesvär. Tre månaders prevalens för nackbesvär var 57 % (72/127), inkluderat 32 % (41/127) som rapporterade frekventa nackbesvär (> episod/månad de 3 senaste månaderna). Bland de 72 som rapporterade nackbesvär så var mediansmärtintensiteten under en episod 4 (medel 4,4; SD 1,90) (Figur 5). Tre månaders prevalens för skulderbesvär, bröstryggsbesvär och ländryggsbesvär var 35 % (45/127), 16 % (20/127) och 46 % (58/127).



**Figur 4.** Definierade kroppsregioner samt tre månaders besvärsprevalens för respektive kroppsregion (infogat skelett var inte synlig vid tiden för smärtskattning).



**Figur 5.** Rapporterad smärtintensitet för nackregionen (Borg CR 0-10 skalan).

Sex variabler var relaterade till nackbesvär på univariat nivå ( $p \leq 0,25$ ): NVG, tidigare nackbesvär, skulder-, brösttrygg- och ländryggsbesvär samt styrketräning, den senare relaterad till minskad risk. Efter reducering för oberoende exponering var två indikatorer signifikanta vid multivariat regression: tidigare nackbesvär, RR = 1.8 (95 % CI = 1.18 – 2.66) och skulderbesvär, RR = 1.6 (96 % CI = 1.05 – 2.39),  $p < 0,05$ , och var således klassificerade som risk faktorer i finala modellen. Användning av NVG nådde inte riktigt signifikansnivån 0,05 men bedömdes som viktig riskfaktor vid kalkylering av den tillskrivna andelen, AP = 22 % ('attributable proportion'), ett effektvärde som visar hur stor andel av besvären som hade förhindrats om NVG inte använts. Styrketräning, vilken tenderade vara en preventiv faktor, RR = 0,6 (95 % CI = 0,36 – 1,02) stod dock för en ringa andel, AP = 7 %.

Femtioåtta procent (42/72) av dem som angav att de erfarit nackbesvär rapporterade att det påverkade deras flygning (kortade ner flyguppdrag, undvek vissa flyguppdrag, koncentration etc.) emedan 55 % (40/72) angav att det påverkade deras fritidsaktiviteter. Endast tjugofem procent angav dock att man hade varit sjukskriven någon gång på grund av sina nackbesvär.

## 2.4 Diskussion

En relativt stor del av helikopterpiloter anger att de har rygg/skulderbesvär, särskilt nackbesvär. Nackbesvär var associerade med tidigare nackbesvär samt skulderbesvär. Flygning med NVG förklarade en betydande del av besvären emedan generell styrketräning visade en icke-signifikant trend som preventiv effekt. Besvären påverkade deras flygning och fritidsaktiviteter men få sjukskrev sig på grund av nackbesvär.

Det innevarande samplet representerade alla helikoptersqadroner i Sverige och ansågs vara ett representativt sampel. En begränsning med denna studie är att piloterna tillfrågas vid ett tillfälle. Det är dock osäkert vad en longitudinell studie design hade tillfört när det gäller associerade indikatorer eftersom dessa faktorer kan ha olika betydelser vid olika tidpunkter vid studier av episodiska besvärsfenomen.

Prevalens nackbesvär var högt, med en tredjedel som rapporterade frekventa besvär. Prevalensen var likaså hög för närliggande regioner. Våra resultat visade hög prevalens i jämförelse med normala populationen (jmf. Croft et al., 2001; Leclerc et al., 1999) vilket är i linje med vad som tidigare visats i den engelska helikopterflottiljen (Bridger et al., 2002). I flertalet studier (tex Thomae et al., 1998; Bridger et al., 2002), liksom i våra resultat, uppger piloter själva att deras nack/rygg besvär vanligtvis uppkommer vid flygning, och det finns anledningar att tro att den höga förekomsten av uppkomna/triggade besvär kan till stor del tillskrivas externa faktorer som piloterna exponeras för under flygning. Dessa inkluderar dålig sittställning under precisionsarbete samt en tilltagande användning av NVG under mörkerflygning.

Vår regressionsanalys visar att tidigare nackbesvär och skulderbesvär var signifikanta riskfaktorer, emedan typ av helikopter och flygtid hade liten inverkan. En Australisk studie med liknande analysangrepp visade liknande resultat för ländryggsbesvär bland helikopterpiloter (Thomae et al., 1998). Studier som använder regressionsanalyser i större studiesampel i den normala populationen har, liksom här, visat att tidigare nackbesvär predicerar nya besvär med nackbesvär (Leclerc et al., 1999; Croft et al., 2001; Makela et al., 1991; Smedley et al., 2003). Intressant är att avvikande electromyografiska mönster kan påvisas vid såväl trötthetsinducerade kontraktioner (Äng et al., 2005) såväl som vid specifika test för nackmuskulaturen (Äng, 2006a) hos personer med

rapporterade besvär. Dessa fynd är även signifikanta hos piloter under smärtfria intervall, dvs mellan besvärsepisoder hos piloter som erfar återkommande besvär, vilket kan vara ett tecken på att avvikande neuromuskulära mönster vid besvär inte per automatik återgår till det normala/smärtfria tillståndet efter en episod. Avvikande neuromuskulärt aktiveringsstrategier kan således vara predicerande för nya episoder. Detta kan studeras vidare genom specifik träning riktat mot just neuromuskulär kontroll för nacke/skuldra, vilket för närvarande pågår (Äng et al., 2006b).

Trots att generell styrketräning tenderar att vara en preventiv faktor så, i motsats till stridspiloter, verkar det tydligt att just hög nackstyrka inte är av betydelse för om man erfar nackbesvär eller inte bland helikopterpiloter (Äng et al., 2005). Förklarande kan vara att nackens anatomiska struktur är särskilt komplext. Den omfattar mer än 20 muskler (Kamibayashi and Richmond, 1998), mer än 30 separata leder, ett stort antal proprioceptiva organ och kräver en omfattande neuromuskulär kontroll för att vidmakthålla stabilitet vid huvud och kroppsrörelser (Panjabi 1992). Trots att den exakta etiologin ofta är okänd vid olika typer av nacksmärta så har senare forskning – i linje med våra studier (Äng et al., 2005; Äng, 2006a) – visat på avvikande muskulärt aktiveringsmönster (Nederhand et al., 2002; Sterling et al., 2003), förändrad myoelektrisk frekvensfall vid submaximala belastningar (Lundblad et al., 1998; Kallenberg et al., 2006) och motorisk kontroll (Falla et al., 2004). Vidare, nack- och ryggsmärta tenderar också att påverka rörelserädsla s.k. 'pain-related fear' (Waddell et al., 1993; Nederhand et al., 2006), vilket i sig kan påverka det muskulära aktivitetsmönstret (Vlaeyen et al., 1999), och en sådan beteendeförändring kan vara en viktig faktor vid utvecklandet av kronsiska besvär (Buer and Linton, 2002). Sådant rörelsebeteende har i våra studier uppkommit, likaså, som en trolig komponent vid mätning av nackmuskelfunktion (Äng et al., 2005), vilket senare bekräftats med subjektiva skattningar bland helikopterpiloter med pågående nackbesvär (Äng, 2006a).

Som behandling/åtgärd är fysisk träning ofta rekommenderad vid olika typer av nack och ryggproblematik, trots att befintlig evidens för träning som behandling är skral (Linton, 2001; Sarig-Bahat, 2003; Kay et al., 2005), särskilt när det gäller specifika undergrupper med nackbesvär. Vad gäller stridspiloter och tidig prevention har dock ett fåtal studier har förslagit styrketräning för nackmuskulaturen (Alricsson et al., 2004), samt hoppa studsatta (Sovelius et al., 2006). Ingen av dessa studier tillämpar dock randomiserad kontrollerad design, och ingen studie med träning som behandling/prevention vänder sig till helikopterpiloter.

Trots att användning av NVG inte var signifikant i finala modellen så var NVG förknippad med en hög 'attributable proportion' (22 %), vilket reflekterar att flygpass med NVG är relativt vanligt Svenska helikopterflottiljen. Biomekaniska beräkningar (Thuresson et al., 2005) liksom laboratoriska electromyografiska mätningar (Thuresson et al., 2003) visar att NVG ökar belastningen något på nacken/halsryggen. Det finns dock anledning att tro att NVG under reell flygning orsakar adderande typer av belastningar till de strikt mekaniska som kan registreras experimentellt, och bör studeras vidare (vilket är planerat).

Ungefär hälften av helikopterpiloterna som angav nackbesvär rapporterade att besvären påverkade deras flygning och fritidsaktiviteter, hursomhelst, endast en fjärdedel angav att de varit sjukskriven någon gång på grund av nackbesvär. Resultaten överrensstämmer med vad som tidigare visats i andra studier som studerar ryggbesvär och dess konsekvenser för flygning (Thomae et al., 1998; Bridger et al., 2002), och sjukskrivning (Bridger et al., 2002). Resultaten understryker relevansen av att studera detta fenomen vidare med betoning på tidig prevention med piloter i aktiv tjänst som målgrupp.

## 2.5 Konklusion

Muskulo-skelettala besvär, särskilt nackbesvär, är ett vanligt medicinskt problem bland helikopterpiloter. Tidigare nackbesvär och besvär i skulderregionen är oberoende riskfaktorer för nackbesvär. Relevanta screeningprogram i ljuset av ny forskning bör formateras och implementeras för att åstadkomma relevant preventivt och strategiskt arbete mot fortsatta besvär. Emedan generell styrketräning tenderade vara en preventiv faktor visar nyare studier tydligt att mer specifik nackträning bör betonas och implementeras i Svenska flygflottiljer. Sådan träning kan förläggas/planeras särskilt inför NVG-övningar eller längre flygpass med NVG. Resultaten visar att implementering av befintlig kunskap liksom sökandet efter ny/kompletterande kunskap behövs där målgrupper andra än de som söker vård bör inkluderas.

## 2.6 Referenser

Albano JJ, Stanford JB. Prevention of minor neck injuries in F-16 pilots. *Aviat Space Environ Med* 1998; 69:1193–9.

Alricsson M, Harms-Ringdahl K, Larsson B, Linder J, Werner S. Neck muscle strength and endurance in fighter pilots: effects of a supervised training program. *Aviat Space Environ Med*. 2004;75:23-8.

**Ang B, Harms-Ringdahl K.** Neck pain and related disability in helicopter pilots: a survey of prevalence and risk factors. *Aviat Space Environ Med* 2006;77:713-9.

**Ang B, Linder J, Harms-Ringdahl K.** Neck strength and myoelectric fatigue in fighter and helicopter pilots with a history of neck pain. *Aviat Space Environ Med* 2005; 76:375–80.

**Ang B.** Impaired neck motor function and pronounced pain-related fear in helicopter pilots with neck pain – a clinical approach. Submitted for publication, oktober 2006.

**Ang B, Monnier A, Harms-Ringdahl K.** A progressive neck/shoulder exercise regime is effective in reducing episodes of neck pain in Air Force pilots – a randomized controlled trial. Draft, nov 2006.

Aydog ST, Turbedar E, Demirel AH, et al. Cervical and lumbar spinal changes diagnosed in four-view radiographs of 732 military pilots. *Aviat Space Environ Med* 2004; 75:154–7.

Barros AJ, Hirakata VN. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. *BMC Med Res Methodol* 2003; 3:21.

Bridger RS, Groom MR, Jones H, et al. Task and postural factors are related to back pain in helicopter pilots. *Aviat Space Environ Med* 2002; 73:805–11.

Buer N, Linton SJ. Fear-avoidance beliefs and catastrophizing: occurrence and risk factor in back pain and ADL in the general population. *Pain* 2002;99:485-91.

- Croft PR, Lewis M, Papageorgiou AC, et al. Risk factors for neck pain: a longitudinal study in the general population. *Pain* 2001; 93:317–25.
- Falla DL, Jull GA, Hodges PW. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine* 2004;29:2108-14.
- Fejer R, Kyvik KO, Hartvigsen J. The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *Eur Spine J* 2006;15:834-48. Epub 2005 Jul 6.
- Greeves JP, Coyles VR, Myers SM, Lee VM. Personal protection: Bio-mechanical issues and associated physio-pathological risks. Paper 17. Koblenz, Germany: NATO Research and Technology Organization; 2004. RTO-MP-AVT-097 2004.
- Hansen OB, Wagstaff AS. Low back pain in Norwegian helicopter aircrew. *Aviat Space Environ Med* 2001; 72:161–4.
- Harms-Ringdahl K, Linder J, Spångberg C, Burton RR. Cervical spinal injury from repeated exposures to sustained acceleration. Chapter 12. Neuilly-sur-Seine, France: NATO Research and Technology Organization; 1999. RTO-TR-4 1999.
- Kallenberg LA, Schulte E, Disselhorst-Klug C, Hermens HJ. Myoelectric manifestations of fatigue at low contraction levels in subjects with and without chronic pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2006 Jun 19; [Epub ahead of print]
- Kamibayashi LK, Richmond FJ. Morphometry of human neck muscles. *Spine* 1998;23:1314-23.
- Kay TM, Gross A, Goldsmith C, Santaguida PL, Hoving J, Bronfort G; Cervical Overview Group. Exercises for mechanical neck disorders. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005 Jul 20;(3):CD004250.
- Korhonen T, Ketola R, Toivonen R, et al. Work related and individual predictors for incident neck pain among office employees working with video display units. *Occup Environ Med* 2003; 60:475–82.
- Leclerc A, Niedhammer I, Landre MF, et al. One-year predictive factors for various aspects of neck disorders. *Spine* 1999; 24:1455–62.
- Linton SJ, van Tulder MW. Preventive interventions for back and neck pain problems: what is the evidence? *Spine* 2001;26:778-87.
- Lundblad I, Elert J, Gerdle B. Worsening of neck and shoulder complaints in humans are correlated with frequency parameters of electromyogram recorded 1-year earlier. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;79:7-16.
- Makela M, Heliovaara M, Sievers K, et al. Prevalence, determinants, and consequences of chronic neck pain in Finland. *Am J Epidemiol* 1991; 134:1356–67.
- Nederhand MJ, Hermens HJ, IJzerman MJ, Turk DC, Zilvold G. Cervical muscle dysfunction in chronic whiplash-associated disorder grade 2: the relevance of the trauma. *Spine* 2002;27:1056-61.

- Nederhand MJ, Hermens HJ, Ijzerman MJ, Groothuis KG, Turk DC. The effect of fear of movement on muscle activation in posttraumatic neck pain disability. *Clin J Pain* 2006;22:519-25.
- Newman DG. +Gz-induced neck injuries in Royal Australian Air Force fighter pilots. *Aviat Space Environ Med* 1997; 68:520-4.
- Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord* 1992;5:390-6.
- Sarig-Bahat H. Evidence for exercise therapy in mechanical neck disorders. *Man Ther* 2003;8:10-20.
- Smedley J, Inskip H, Trevelyan F, et al. Risk factors for incident neck and shoulder pain in hospital nurses. *Occup Environ Med* 2003; 60:864-9.
- Sovellius R, Oksa J, Rintala H, Huhtala H, Ylinen J, Siitonen S. Trampoline exercise vs. strength training to reduce neck strain in fighter pilots. *Aviat Space Environ Med*. 2006;77:20-5.
- Sterling M, Jull G, Vicenzino B, Kenardy J, Darnell R. Development of motor system dysfunction following whiplash injury. *Pain* 2003;103:65-73.
- Thompson ML, Myers JE, Kriebel D. Prevalence odds ratio or prevalence ratio in the analysis of cross sectional data: what is to be done? *Occup Environ Med* 1998; 55:272-7.
- Thuresson M, Ang B, Linder J, Harms-Ringdahl K.** Neck muscle activity in helicopter pilots: effect of position and helmet-mounted equipment. *Aviat Space Environ Med* 2003; 74:527-32.
- Thuresson M, Ang B, Linder J, Harms-Ringdahl K.** Mechanical load and EMG activity in the neck induced by different head-worn equipment and neck postures. *Int J Ind Ergon* 2005;35:13-8.
- Thuresson M.** On Neck Load Among Helicopter Pilots. Effects of head worn equipment, whole body vibration and neck position. PhD Thesis, Karolinska Institutet, Stockholm 2005.
- Thomae MK, Porteous JE, Brock JR, et al. Back pain in Australian military helicopter pilots: a preliminary study. *Aviat Space Environ Med* 1998; 69:468-73.
- Vanderbeek RD. Period prevalence of acute neck injury in U.S. Air Force pilots exposed to high G forces. *Aviat Space Environ Med* 1988; 59:1176-80.
- Waddell G, Newton M, Henderson I, Somerville D, Main CJ. A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain* 1993;52:157-68.
- Vlaeyen JW, Seelen HA, Peters M, de Jong P, Aretz E, Beisiegel E, Weber WE. Fear of movement/(re)injury and muscular reactivity in chronic low back pain patients: an experimental investigation. *Pain* 1999;82:297-304.