

## ABSTRACT

Neck pain is a medical problem in modern military aviation. While neck exercises are recommended, clinical trials of neck motor function have been less investigated. The aims of the work presented in this thesis were to estimate potential flight-related and individual factors involved in helicopter pilots' neck pain, to explore neck motor function in fighter pilots and helicopter pilots with different progression of neck pain and to evaluate the effect of an early neck/shoulder exercise intervention for neck pain in helicopter pilots.

The subjects were volunteers recruited consecutively as the pilots reported to the Swedish Armed Forces Aeromedical Center for regular medical examinations (*papers I and II*) and from two operational air force helicopter bases in Sweden (*papers III and IV*). A survey estimated the prevalence of, and potential flight-related and individual risk indicators for, neck pain in helicopter pilots (*paper I, N = 127*). Experimental measures of neck motor function included neck extensor and flexor muscle strength, and electromyography (EMG) frequency parameters in extensors and sternocleidomastoid (SCM) muscles with the subject seated during sustained contraction against stipulated loads representing 50% of maximal strength (*paper II, N = 60*). EMG frequency parameters were also obtained for SCM in supine position against the weight of the head. Further, EMG activity in SCM during staged active craniocervical flexion when supine, as well as neck range of motion when seated, were assessed. Fear-avoidance beliefs about physical activity were rated (*paper III, N = 72*). A controlled trial evaluated a six-week, supervised, neck/shoulder exercise intervention. Intervention members and untreated controls were followed regarding the number of neck pain cases (defined as reported neck pain during the previous three months), SCM activity and rated fear-avoidance beliefs (*paper IV, N = 68*).

The results showed the three-month prevalence of neck pain to be 57%. Previous neck pain and shoulder pain were associated risk factors, while use of helmet-mounted night-vision goggles indicated a risk. About half the neck pain cases reported that their pain occasionally interfered with flying duty and leisure, while only 25% had ever been on sick-leave related to neck pain. Experimental findings showed that fighter pilots with frequent pain had lower neck extensor strength than their pain-free controls, while no such differences were found for helicopter pilots. In seated position, EMG frequency shifts were less in SCM for helicopter pilots with frequent pain, while no significant effect emerged for helicopter pilots in supine. Helicopter pilots with *acute* ongoing pain as well as *subacute* pain had higher SCM activity during active craniocervical flexion than pain-free controls did, while the *acute* group, solely, had less range of motion and rated higher fear-avoidance beliefs than controls. A logistic regression entering EMG variables, range of motion and fear-avoidance suggested that SCM activity was the strongest predictor of neck pain. In the clinical trial, SCM activity at the highest contraction level of active craniocervical flexion was reduced in intervention members post-intervention while no between-group effect emerged for fear-avoidance beliefs. At a 12-month follow-up, the results indicated a reduction in number of neck pain cases among subjects allocated to the intervention.

In conclusion, neck pain is common in air force helicopter pilots, and preventive action aiming to reduce the risk of a first neck pain episode seems important. In air force pilots, screenings of neck extensor strength and surface neck flexor activity appeared to be relevant measures of neck motor function for clinical understanding of pilots' neck pain, but should be understood in the context of pilots' specific exposure. A supervised neck/shoulder exercise intervention improved neck motor function to some extent and had a positive early preventive effect over a 12-month period in reducing the occurrence of neck pain in air force pilots.

**Keywords:** *biomechanics, cervical pain, electromyography, military pilots, movement quality, muscle fatigue, muscle strength, neuromuscular, physiotherapy, range of motion*

## SAMMANFATTNING

Nackbesvär är ett kliniskt problem i modernt militärt flyg. Emedan nackträning har rekommenderats så är kliniska studier som utreder och följer nackmuskelfunktion relativt ovanliga. Syftet med denna avhandling var att identifiera potentiella flygrelaterade såväl som individrelaterade faktorer som kan vara involverade i helikopterpiloters nackbesvär och att undersöka aspekter av nackmuskelfunktion bland strids- och helikopterpiloter i olika faser av deras nackbesvär. Syftet var även att utvärdera effekten av en tidig träningsintervention som involverar nacke/skuldra bland helikopterpiloter.

Samtliga deltagande försökspersoner var frivilliga och rekryterades dels konsekutivt i samband med regelbundna medicinska undersökningar vid Försvarmaktens Flygmedicentrum (*studie I och II*) samt från två Svenska militärt operativa helikopterbaser (*studie III och IV*). Ett frågeformulär gav prevalens samt underlag för potentiella flyg- och individrelaterade faktorer associerade med nackbesvär (*studie I, N = 127*). Experimentella mätningar av nackmuskelfunktion inkluderade muskelstyrka i nackextensorer och flexorer (bakåträckare och framåträckare), men även elektromyografiska (EMG) frekvensvariabler i extensorer samt i sternocleidomastoideus (SCM) i sittande position mot ett stipulerat motstånd representerande 50% av deras medelstyrka (*studie II, N = 60*). EMG frekvensvariabler insamlades även för SCM i ryggliggande position med huvudets vikt som motstånd. EMG aktivitet i SCM under stegvis aktiv craniocervical flexion i ryggliggande samt aktiv nackrörlighet i sittande registrerades. Rörelserädsla ('fear-avoidance beliefs about physical activity') skattades i frågeformulär (*studie III, N = 72*). En kontrollerad studie utvärderade en sex veckor lång handledd träningsintervention för nacke/skuldra. Interventionsgrupp såväl som obehandlad kontrollgrupp följdes prospektivt angående antal piloter som rapporterade besvär (de tre senaste månaderna), EMG aktivitet i SCM och skattad rörelserädsla (*studie IV, N = 68*).

Resultatet visade att tre månaders prevalens för nackbesvär var 57%. Tidigare nackbesvär samt skulderbesvär var associerade riskfaktorer, emedan flygning med hjälmmonterad 'night-vision-goggles' indikerade en risk. Hälften av de piloter som angav nackbesvär rapporterade att deras besvär vid något tillfälle påverkade deras flygtjänst och fritidsaktiviteter, emedan endast en fjärdedel angav att de vid något tillfälle varit sjukskrivna i samband med sina besvär. Experimentella resultat visade att stridspiloter med frekventa nackbesvär hade lägre styrka i nackextensorer jämfört med besvärslösa. Det förelåg dock inga sådana styrkeskillnader mellan helikopterpiloter med och utan frekventa nackbesvär. EMG frekvensfall var signifikant mindre bland helikopterpiloter med frekventa besvär i sittande position, emedan inga sådana signifikanta skillnader förelåg vid ryggliggande. Helikopterpiloter med akut pågående likväl som subakuta besvär hade högre yttlig SCM aktivitet vid aktiv craniocervical flexion i jämförelse med besvärslösa kontroller, emedan den akuta gruppen, ensamt, hade lägre nackrörlighet och angav högre grad av rörelserädsla. En logistisk regression där EMG variabler, nackrörlighet, rörelserädsla inkluderades visade att SCM aktivitet under craniocervical flexion var den tydligaste prediktorn för nackbesvär. En första uppföljning av interventionen visade att SCM aktiviteten vid den högsta kontraktionsnivån var reducerad för interventionsgruppen, men ingen effekt uppkom för rörelserädsla. Vid 12-månadersuppföljningen hade interventionsgruppen ett signifikant antal lägre antal piloter med nackbesvär.

Nackbesvär är vanligt bland flygvapnets helikopterpiloter. Preventiva åtgärder som syftar till att undvika initiala besvär är betonad. Screening tester av nackens extensorstyrka och yttlig nackflexor aktivitet var viktiga mätningar av nackmuskelfunktion, men resultatet bör tolkas i ljuset av piloternas särskilda flyginducerande exponeringar de facto. En handledd träningsintervention för nacke/skuldra kunde till viss del förbättra nackmuskelfunktionen och kan användas som tidig prevention för helikopterpiloter.

**Nyckelord:** biomekanik, cervical smärta, elektromyografi, militära piloter, motorisk kontroll, muskelstyrka, muskeltrötthet, neuromuskulär, rörlighet, sjukgymnastik