

# Samenvatting proefschrift

## Prevention of flight-related neck pain in military aircrew

Marieke H.A.H. van den Oord<sup>1,2</sup>

Nekpijn is een veelvoorkomende klacht aan het bewegingsapparaat. Zowel in de algemene bevolking als in de beroepsbevolking komen nekklachten regelmatig voor. Deze klachten zijn werkgerelateerd wanneer factoren in het werk substantieel bijdragen aan het ontstaan, verergeren of het in stand houden ervan. Nekklachten, al dan niet ontstaan door het werk, kunnen invloed hebben op de uitoefening van het werk. Ze kunnen onder meer leiden tot mindere prestaties en tot uitval door ziekte.

Militaire luchtvaarders die in de cockpit werken (vliegers) en luchtvaarders die achter in de helikopter werken worden bij het uitoefenen van hun beroep blootgesteld aan specifieke factoren met mogelijk een verhoogd risico op het krijgen van nekpijn. Naast de consequenties van nekpijn voor de gezondheid van de militaire luchtvaarders, zijn de consequenties voor de vliegveiligheid een punt van zorg voor de militaire luchtvaart. Militaire vliegers hebben in eerder onderzoek laten weten dat hun nekpijn invloed heeft op hun vliegprestaties en dat ze vanwege nekpijn vluchten soms eerder afbreken, omdat ze het niet verantwoord vinden om verder te vliegen. Het is dus zowel voor de gezondheid van de militaire luchtvaarders als voor het behouden van de vliegveiligheid van belang om nekpijn te voorkomen. Om maatregelen te kunnen treffen om nekpijn te voorkomen, is eerst inzicht nodig in de relatie tussen het krijgen en onderhouden van nekpijn en het militaire vliegen. Verschillende factoren binnen het militaire vliegen kunnen hierin een rol spelen, zoals blootstaan aan G-krachten, trillingen, ongunstige werkhoudingen en het dragen van de helm met daaraan bevestigde uitrusting zoals nachtkijkers. Vanwege operationele eisen en regelgeving waarmee de militaire luchtvaart te maken heeft, is het niet eenvoudig om de blootstelling aan risicovolle factoren voor het ontwikkelen van nekpijn te verminderen. Omdat vliegers en luchtvaarders die achter in de helikopter werken hun vaardigheden moeten onderhouden, is een vermindering van vliegers niet wenselijk. De ergonomie van een cockpit of cabine wordt bij de ontwikkeling van het luchtvaartuig vastgelegd en hierin kan na aanschaf weinig worden veranderd. Maatregelen om vliegerrelateerde nekpijn te voorkomen of te verminderen zijn daarom vooral gericht op de individuele luchtvaarder. Sommige militaire luchtvaarders krijgen nekpijn en anderen niet. Het is belangrijk om te achterhalen of er verschillen bestaan tussen militaire luchtvaarders met nekpijn vergeleken met hun collega's die geen nekpijn krijgen. Hebben militaire luchtvaarders zonder nekpijn bijvoorbeeld meer spierkracht in hun nek?

Dan zou een trainingsprogramma gericht op het verbeteren van de spierkracht mogelijk nekpijn kunnen voorkomen. Een andere mogelijkheid voor het voorkomen van nekpijn zijn aanpassingen aan de helm, die met alle toebehoren een belasting voor de nek vormt.

Het doel van de onderzoeken in dit proefschrift is kennis te verkrijgen over nekpijn bij de militaire luchtvaarders. De volgende onderzoeksvragen zijn onderzocht:

1. Hoe vaak komt nekpijn voor bij militaire luchtvaarders?
2. Welke eigenschappen van militaire luchtvaarders en welke factoren in hun werk houden verband met nekpijn?
3. Kan het optimaliseren van de pasvorm van de vliegerhelm de nekbelasting en nekpijn tijdens de helikoptervlucht verminderen?

In dit proefschrift zijn drie groepen luchtvaarders onderzocht, te weten: de F-16 vliegers, de helikopter vliegers, en de luchtvaarders die achter in de helikopters werken. Voor de F-16 vliegers is antwoord gegeven op de eerste twee onderzoeksvragen en hiervoor is samengewerkt met de Belgische Luchtmacht. Voor de helikopter vliegers en luchtvaarders die achter in de helikopter werken komen alle drie de onderzoeksvragen aan bod in dit proefschrift.

Voor het beantwoorden van de eerste twee onderzoeksvragen is een vragenlijstonderzoek uitgevoerd en is het functioneren van de nek gemeten. De vragenlijst bestond uit vragen over individuele eigenschappen, gezondheidsgerelateerde factoren en werkgerelateerde factoren, zoals onder andere het aantal geregistreerde vliegers. Het functioneren van de nek is gemeten door het bepalen van:

- 1) de maximale bewegingsuitslag van de nek tijdens voor- en achterover buigen (flexie-extensie), draaien (links-rechts rotatie) en zijwaarts bewegen van de nek (links-rechts lateroflexie);
- 2) de maximale isometrische kracht van de nekspieren verantwoordelijk voor het buigen, strekken en zijwaarts bewegen van de nek (kracht van de flexoren, extensoren en lateroflexoren van de nek);
- 3) de positiezin van de nek (proprioceptie), dit is het vermogen om de positie van het eigen hoofd op de nek waar te nemen en werd gemeten door het verschil in positie te meten na een submaximale draai- en buigbeweging van de nek. Het onderzoeksteam heeft alle F-16 squadrons van de Nederlandse en Belgische luchtmacht en alle helikopter

<sup>1</sup>Promotie instituut: Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, Academisch Medisch Centrum, Universiteit van Amsterdam; promotiedatum: 11 december 2012

<sup>2</sup>Centrum voor Mens en Luchtvaart, Koninklijke Luchtmacht. email: mhab.vd.oord@mindef.nl

squadrons van het Defensie Helikopter Commando<sup>3</sup> bezocht en de vragenlijsten en functionele testen afgenomen. Hiermee werd 70% tot 80% van de populatie F-16 vliegers, helikopter vliegers en luchtvaarders die achter in de helikopter werken bereikt en bijna 100% van hen die aanwezig waren hebben deelgenomen aan dit onderzoek. Dit waren in totaal 90 F-16 vliegers, 113 helikopter vliegers en 61 luchtvaarders die achter in de helikopter werken.

## Hoe vaak komt nekpijn voor bij militaire luchtvaarders?

Van de F-16 vliegers geeft 42% aan ten minste een keer nekpijn te hebben gehad in het afgelopen jaar. In totaal geeft 19% van de F-16 vliegers aan het afgelopen jaar meer dan tweemaal nekpijn te hebben gehad waarbij de pijn ten minste een dag aanhield. Van deze laatste groep geeft 77% aan dat hun pijnklachten zijn ontstaan door het vliegen met de F-16 (**hoofdstuk 2**).

Bij de helikopter luchtvaarders geeft 43% van de vliegers (**hoofdstuk 4**) en 62% van de luchtvaarders die achter in de helikopter werken (**hoofdstuk 5**) aan het afgelopen jaar last te hebben gehad van hun nek. Van de vliegers geeft 20% aan het afgelopen jaar regelmatig of aanhoudende nekpijn te hebben gehad en bij de luchtvaarders die achter in de helikopter werken is dit 28%. Meer dan 90% van de vliegers en de luchtvaarders die achter in de helikopter werken en die regelmatig of aanhoudende pijnklachten hebben relateren hun klachten aan het vliegen.

## Welke eigenschappen van militaire luchtvaarders en welke factoren in hun werk houden verband met nekpijn?

De F-16 vliegers (**hoofdstuk 2**) met meer dan tweemaal nekpijn in het afgelopen jaar (nekpijn groep) worden vergeleken met hun collega's zonder deze klachten (referentie groep). De nekpijn groep geeft vaker aan dat het werk hen veel kracht kost, dat zij hun nek in een voorovergebogen houding moeten houden en dat ze gedurende lange periodes moeten zitten. Ook geven de vliegers van de nekpijn groep aan meer tijd achter de computer door te brengen voor hun werk. Het totale aantal vliegers en de vliegers die de vliegers met nachtkijkers hebben gevolgen, verschillen niet tussen de nekpijn groep en de referentie groep. De groep met nekpijn geeft vaker aan fysiek en mentaal moe te zijn aan het einde van een werkdag dan de referentie groep. Ook geven de vliegers met nekpijn vaker aan geïrriteerd te zijn door hun collega's dan de vliegers zonder nekpijn.

In **hoofdstuk 3** wordt gekeken naar de functionaliteit van de nek en ook hier worden de uitkomsten vergeleken van de groep F-16 vliegers met nekpijn en de vliegers van de referentie groep. Zowel ten aanzien van maximale spierkracht als van de positiezin is geen verschil gevonden. Wel hadden

de vliegers van de nekpijn groep zowel bij het voor- en achterover buigen van hun nek als bij het draaien van hun nek een kleinere bewegingsuitslag dan de vliegers van de referentie groep.

In **hoofdstuk 4** worden de helikoptervliegers onderzocht waarbij de groep met nekpijn wordt vergeleken met de groep zonder klachten. De vliegers met regelmatig of aanhoudende nekpijn (nekpijn groep) hebben in totaal meer vliegers gemaakt dan hun collega's zonder deze klachten (referentie groep). Ook hebben zij in het afgelopen jaar meer gevlogen. Voor helikoptervliegers van het Defensie Helikopter Commando bestaan er drie type vliegerhelmen en het type helikopter waarin men vliegt, bepaalt welke vliegerhelm wordt gedragen. Het hebben van nekklachten kwam vaker voor bij de vliegers die vliegen met het ene type helm dan bij de vliegers die vliegen met de andere types helm. Verder komt regelmatige of aanhoudende nekpijn vaker voor bij vrouwen dan bij mannen en ook vaker bij de hogere leeftijdsgroep. Bij de vliegers in de nekpijn groep is vergeleken met hun collega's in de referentie groep een hogere frequentie van eerdere episodes van nekpijn gemeld en komt pijn in de schouders en de bovenrug vaker voor. Ook geven de vliegers in de nekpijn groep vaker aan fysiek vermoeid te zijn aan het einde van de werkdag.

In het onderzoek beschreven in **hoofdstuk 6** wordt onderzocht of helikoptervliegers en luchtvaarders die achter in de helikopter werken met en zonder regelmatig of aanhoudende nekpijn verschillende scores op de verschillende functionele testen van de nek. Omdat helikoptervliegers en luchtvaarders die achter in de helikopter werken, aan verschillende fysiek belastende factoren worden blootgesteld tijdens hun werk (**hoofdstuk 5**) is ook gekeken of er verschillen waren tussen de hele groep vliegers (zowel met als zonder klachten) en de hele groep luchtvaarders die achter in de helikopter werken (zowel met als zonder klachten). De helikopter vliegers en luchtvaarders die achter in de helikopter werken met regelmatig en aanhoudende nekpijn scores niet verschillend op maximale kracht en maximale bewegingsuitslag vergeleken met hun collega's zonder nekpijn. Ook ten aanzien van positiezin zijn geen verschillen gevonden. Tussen de hele groep vlieger en de hele groep luchtvaarders die achter in de helikopter werken zijn ook geen verschillen gevonden.

## Op weg naar preventie van nekpijn

In **hoofdstuk 5** worden de fysiek belastende factoren vergeleken tussen de vliegers en de luchtvaarders die achter in de helikopter werken. Luchtvaarders die achter in de helikopter werken, worden vaker aan de diverse fysiek belastende factoren blootgesteld dan de vliegers, maar er zijn ook overeenkomsten tussen de beide groepen. Zowel de vliegers als de luchtvaarders die achter in de helikopter

<sup>3</sup>Alle helikopters van defensie zijn ingedeeld bij het Defensie Helikopter Commando (DHC). Dit betreffen de gevechtshelikopters, de transport helikopters, de maritieme helikopters en de search- & rescue helikopters. Het DHC valt onder de Koninklijke Luchtmacht.

werken, geven aan vaak hoofdbewegingen tijdens hun werk te moeten maken. Tevens dragen zij beiden een helm met daaraan additionele uitrusting gekoppeld, zoals nachtkijkers bij nachtvluchten. Op zoek naar mogelijke preventieve maatregelen voor vlieggerelateerde nekpijn, is dan ook gekozen om naar mogelijkheden te kijken die zowel voor vliegers als luchtvaardenden die achter in de helikopter werken effectief kunnen zijn.

In **hoofdstuk 7** staat het onderzoek beschreven dat gebruik heeft gemaakt van de ervaringen van de vliegers en de luchtvaardenden die achter in een helikopter werken om de factoren te identificeren die verband houden met het gebruik van hun vliegerhelm en de relatie tot hun ervaren nekbelasting. Uit de resultaten blijkt dat het type vlucht, het gewicht en de gewichtsverdeling van de helm en de aangekoppelde uitrusting, direct worden gerelateerd aan de ervaren nekbelasting tijdens het vliegen. Maar ook de stabiliteit van de helm, de pasvorm van de helm en het comfort van de helm zijn factoren die indirect te maken kunnen hebben met de ervaren nekbelasting. Zo blijkt dat een stabiele helm van belang voor een gunstiger nekbelasting, omdat bij een onstabiele helm de gewichtsverdeling van de helm continue verandert. Het blijkt in de praktijk echter moeilijk om de helm zowel stabiel als comfortabel te maken. Op basis van de resultaten van hoofdstuk 7 is wel een procedure ontwikkeld om het passend maken van de vliegerhelm te verbeteren. Dit heeft een nieuw protocol opgeleverd voor het pas maken van de vliegerhelm waarbij gebruik wordt gemaakt van een ander binnenwerk.

### **Kan het optimaliseren van de pasvorm van de vliegerhelm de nekbelasting en nekpijn tijdens de vlucht verminderen?**

In **hoofdstuk 8** is onderzocht of het optimaliseren van de pasvorm van de vliegerhelm invloed heeft op de ervaren nekbelasting, nekpijn, stabiliteit, drukpunten, irritatie/afleiding en comfort van de helm tijdens het vliegen. In totaal deden 18 vliegers en luchtvaardenden die achter in de helikopter werken mee aan dit onderzoek met herhaalde metingen. Daaruit blijkt dat een geoptimaliseerde pasvorm van de helm resulteert in een vermindering van de ervaren nekbelasting tijdens de vlucht, in een stabielere helm, in een vermindering van de drukpunten op het hoofd ten gevolge van de helm en in een comfortabelere pasvorm van de helm. Tijdens het onderzoek bleek dat de ervaren nekbelasting tijdens de vlucht sterk gecorreleerd is aan de ervaren nekpijn (hoe lager de ervaren nekbelasting, hoe lager de ervaren pijn) en dat de mate van comfort sterk gecorreleerd is aan de mate van irritatie/afleiding ten gevolge van de helm (hoe hoger het comfort gevoel, hoe minder geïrriteerd of afgeleid tijdens de vlucht door de helm).

### **Conclusies en aanbevelingen**

De belangrijkste conclusies en aanbevelingen op basis van de resultaten van dit proefschrift zijn:

- Gezien de percentages militaire luchtvaardenden die aangeven nekpijn te hebben en dit te relateren aan het vliegen, kan nekpijn in deze werkende populatie worden beschouwd als een werkgerelateerde klacht. Het wordt de Koninklijke Luchtmacht aanbevolen om maatregelen te nemen om nekpijn in deze populatie te voorkomen.
- Een verminderde mobiliteit van de nek speelt bij F-16 vliegers mogelijk een rol in het krijgen van nekpijn. Een functioneel trainingsprogramma waarbij onder andere aandacht wordt besteed aan het behouden van de mobiliteit kan mogelijk bijdragen aan het verminderen van het aantal vliegers met nekpijn.
- De kracht, mobiliteit en positiezin van de nek zoals gemeten in dit onderzoek lijken bij de helikopter vliegers en de luchtvaardenden die achter in de helikopter werken geen rol te spelen bij het krijgen van nekklachten. Andere functionaliteiten van de nek die in dit onderzoek niet zijn bepaald, kunnen mogelijk een rol spelen, zoals het uithoudingsvermogen van de nekspieren. Vluchten van 6 tot 8 uur zijn immers geen uitzondering in de militaire luchtvaart. Het wordt aanbevolen om onderzoek te doen naar de hoofdhoudingen en bewegingen tijdens het vliegen en deze in kaart te brengen met betrekking tot frequentie, amplitude en duur. Hierbij dient rekening te worden gehouden met verschillende type vluchten waarin deze houdingen en bewegingen met name voor de luchtvaardenden die achterin werken verschillend kunnen zijn. Op basis van de resultaten kan vervolgens worden bepaald welke fysieke vaardigheden en eigenschappen van de nek het meest bepalend lijken voor het uitvoeren van de werkzaamheden van vliegers en luchtvaardenden die achter in de helikopter werken. Op basis hiervan kunnen functionele trainingsprogramma's worden ontwikkeld en de effectiviteit van deze trainingsprogramma's in het voorkomen van nekpijn dient vervolgens te worden onderzocht.
- Uit de evaluatie van de geoptimaliseerde pasvorm van de helm mag worden geconcludeerd dat dit resulteert in een vermindering van de ervaren nekbelasting tijdens de vlucht. Uit verder onderzoek zal moeten blijken of een geoptimaliseerde pasvorm van de helm ook op lange termijn leidt tot een vermindering van nekpijn. Het wordt aanbevolen om alle militaire luchtvaardenden te voorzien van een geoptimaliseerde pasvorm van de helm. Het technische vliegeruitrusting personeel dat verantwoordelijk is voor het pas maken van de helm, zal hiervoor opgeleid moeten worden. Ook wordt aanbevolen om militaire luchtvaardenden te informeren over het belang van een geoptimaliseerde pasvorm van de helm en welke factoren hierin bepalend zijn, zodat zij op tijd hun helm opnieuw kunnen laten aanpassen.
- Een geoptimaliseerde pasvorm van de helm is belangrijk. Niet alleen de ervaren nekbelasting wordt minder, maar luchtvaardenden geven ook aan minder geïrriteerd of afgeleid te zijn tijdens de vlucht. Dit impliceert dat een geoptimaliseerde pasvorm positief kan bijdragen aan de vliegveiligheid. Het wordt de industrie aanbevolen om de pasvorm van de helm verder te optimaliseren door bijvoorbeeld het ontwikkelen van "custom made" vliegerhelmen.