

# Exploring functional limitations in people with traumatic and nontraumatic neck pain

## Citation for published version (APA):

Stenneberg, M. (2021). *Exploring functional limitations in people with traumatic and nontraumatic neck pain*. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.20211123ms>

## Document status and date:

Published: 01/01/2021

## DOI:

[10.26481/dis.20211123ms](https://doi.org/10.26481/dis.20211123ms)

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Addendum

---

SUMMARY IN ENGLISH



## **Neck pain**

Most people will develop some degree of neck pain (NP) during their lifetime. Acute NP mostly resolves within days or weeks. A substantial proportion of people, however, report persistent problems, and recurrence rates are high. NP may cause considerable personal problems due to pain, disability, reduced quality of life and decreased ability to work and as such constitutes a social economic burden. NP is the most commonly presenting musculoskeletal disorder in primary care physiotherapy in The Netherlands.

Traumatic NP, often referred to as Whiplash-associated Disorders, is regarded as a subgroup of nonspecific neck pain. However, evidence as to whether this subgroup is actually different in terms of type and severity of impairments in physical or mental functions and disability, is lacking. If we know whether, and to what extent, these differ from each other, it provides us an indication whether a different approach in clinical practice and research is needed for nontraumatic NP and traumatic NP.

Both, nontraumatic and traumatic NP, are considered to be complex biopsychosocial disorders with physical and psychological symptoms. As a consequence, the assessment of neck pain requires an appreciation of the interrelationship between biological factors, impairments in physical and mental functions, and disability. In order to consider these aspects, physiotherapists must select appropriate measurement instruments. However, appropriate instruments are not always clinically applicable, or the clinimetric properties of commonly used instruments are insufficient.

The general aims of this thesis were to describe the clinical characteristics of two types of neck pain presenting in primary physiotherapy care, namely nontraumatic neck pain and traumatic neck pain, and to develop and evaluate clinically applicable measurement instruments for assessing impairments and limitations in people with nontraumatic neck pain and traumatic neck pain. Therefore, in this thesis, two new measurement instruments were developed and evaluated. Subsequently, the clinical characteristics, in terms of type and severity of pain, impairments in physical or mental functions and disability, and the complexity of these types of neck pain are presented and discussed, contributing to a more thorough understanding of differences between subgroups of neck pain, the impact of neck pain on the daily functioning of people, and the use of accurate diagnostic instruments in primary care physiotherapy.

## Summary of main findings

Evidence shows that reduced cervical mobility is associated with disability in case of neck pain, and can be considered a negative prognostic factor in the recovery of patients with neck pain. The systematic review and meta-analysis presented in **chapter 2**, yielded 6257 hits, and quantified differences in active cervical range of motion (aCROM) between people with neck pain and those without neck pain, in people with nontraumatic NP and traumatic NP, and in people with acute complaints versus those with chronic complaints. The review contained twenty-seven articles, including 2366 participants.

The neck pain group showed significant less aCROM in all movement directions compared with persons without neck pain. Flexion-extension (MD= -28.51°; 95% CI, -40.92° to -16.11°), total rotation (MD= -29.49°; 95% CI, -39.81° to -19.16°), and extension (MD=-17.48°; 95% CI, -20.95° to -14.01°) showed the largest differences. People with traumatic NP had less aCROM than those with nontraumatic NP. Furthermore, the meta-analysis showed that no conclusive differences in aCROM were found between people with acute and people with chronic complaints.

Based on the good-quality evidence of this systematic review, we believe that people with neck pain have significant, clinically relevant decreased aCROM, and a traumatic origin of complaints seems to have a negative influence on aCROM. The duration of symptoms, however, is not an important factor for aCROM.

In the assessment of people with traumatic NP, there are several condition-specific questionnaires available to assess activity limitations and participation restrictions. These questionnaires, however, partially lack adequate content and construct validity because they do not address the specific limitations of these patients and do not measure the constructs purely, while not simultaneously measuring other theoretical constructs. **Chapter 3** describes the development of a new condition-specific and clinically relevant instrument for people with traumatic NP that measures activity limitations and participation restrictions, as defined by the ICF framework. Item generation consisted of (1) a semi-structured interview based on the use of the McMaster-Toronto Arthritis Patient Preference Disability Questionnaire (MACTAR), which was conducted among 69 people with traumatic NP; (2) a Delphi study involving 13 health professionals experienced in the assessment of people with traumatic NP; (3) a literature search for items from self-assessment questionnaires for neck pain. As a result, the 35-item Whiplash Activity and Participation List (WAL) was developed which purely measures

clinically relevant activity limitations and participation restrictions according to the ICF, and is based on patients' opinions and expert opinions.

**Chapter 4** describes the validation process of the WAL. A total of 73 people with traumatic NP grade I or II were recruited from physical therapy practices and rehabilitation centres. At baseline, participants completed the WAL, the Short Form-36 and the Sickness Impact Profile. Further, the global level of activity limitation and participation restriction were both assessed on a 5-point scale, and pain severity was scored on a 6-point scale. After a time interval of 1-2 months, the participants were reassessed, and in addition, they rated their neck complaints on a 5-point transition scale.

First, a quantitative item reduction was performed after baseline administration. Subsequently, dimensionality was examined by internal consistency analysis (Cronbach's alpha) and factor analysis. Test-retest reliability was estimated by intraclass correlations and measurement error was calculated by the minimal detectable change (MDC) scores. Construct validity was investigated by testing predefined hypotheses on correlations of the WAL scores with generic health measures and by using the known group method. Responsiveness was expressed as the minimal clinically important change (MCIC) score.

Cronbach's alpha was high (0.95) and unidimensionality was plausible because factor analysis showed 40.3% variance explained by one dominant factor, which was more than 4.5 times larger than the second largest factor. Test-retest reliability was excellent (0.92, 95%CI 0.87-0.95). Construct validity was supported by confirmed hypotheses and the WAL showed statistically significant differences between known groups. MDC was 16 points while the MCIC was 18 points. We therefore consider the WAL as a valid and reliable questionnaire to assess activity limitations and participation restrictions.

There is a lack of valid, reliable, and applicable instruments for measuring planar aCROM and associated 3D coupling motions in people with neck pain. Modern smartphones have advanced sensors and appear to be suitable for these measurements. **Chapter 5** describes the concurrent validity and interrater reliability of the developed iPhone application '3D range of motion' for assessing planar aCROM and associated 3-dimensional coupling motions in people with neck pain. An electromagnetic tracking device (Polhemus Liberty) was used as a reference test. First, preliminary validation tests were carried out on a wooden

phantom (frame) to investigate to which extent the iPhone displays the same angle as the reference test. Mean differences between the reference test and the iPhone were found to be very small, ranging from  $0.02^\circ$  (95%CI  $-0.15^\circ$ – $-0.19^\circ$ ) for flexion-extension to  $0.75^\circ$  (95%CI  $0.56^\circ$ – $0.94^\circ$ ) for rotation. Subsequently, two samples of people with neck pain were recruited; 30 people for the validity study and 26 people for the reliability study. Intraclass correlation coefficients for concurrent validity and interrater reliability were high, ranging from 0.90 to 0.99. However, 95% limits of agreement (LoA) between the measurement devices were wide, ranging from about  $5^\circ$  for right lateral bending to  $11^\circ$  for total rotation, implying relatively large absolute measurement error between the two raters. Cervical 3-dimensional coupling motions were analysed by calculating the cross-correlation coefficients and ratio between the main motions and coupled motions for both instruments. No significant differences were found between both devices for associated coupling motion analysis. We considered the iPhone application to be a useful discriminative tool for the measurement of planar aCROM and associated coupling motions in people with neck pain. It fulfils the need for a valid, reliable, and feasible instrument in clinical practice and research. Therapists and researchers should, however, consider measurement error when interpreting scores in individual patients.

Estimates of aCROM are influenced by variables such as biologic variation within individuals, the complexity of cervical kinematics, initial head and body position, presence of pain, and psychological state. As several of these factors can vary over the course of the day as well as between days, it is assumed that aCROM may vary accordingly. However, information concerning to which extent aCROM normally varies between measurement sessions, and whether there is a systematic change over the day, is lacking. **Chapter 6** describes the intraday and interday variability, and systematic change over the day of aCROM measurements in asymptomatic people using a clinically applicable iPhone application, in order to better interpret aCROM measurements in clinical practice and research. A prospective observational study was performed, including sixteen adults without neck pain. aCROM was estimated using the iPhone application '3D range of motion'. Measurements were performed 3 times a day, on 7 days, spread over a period of 3 weeks. Mean values of aCROM were calculated and intraday and interday variability was estimated by calculating LoA. The results showed substantial intraday and interday variability of aCROM measurements, with LoA for intraday

variability ranging from  $\pm 12.1^\circ$  for left rotation to  $\pm 15.5^\circ$  for total rotation. For interday variability the LoA ranged from  $\pm 14.2^\circ$  for right rotation to  $\pm 20.1^\circ$  for total rotation. No trend towards an increased or decreased aCROM was observed throughout the course of the day. When interpreting aCROM values, clinicians should consider the degree of variation in aCROM measurements over time.

Evidence regarding to what extent people with nontraumatic NP, those with traumatic NP, and pain-free individuals differ regarding type and severity of impairments, disability, and psychological factors, is lacking. In **Chapter 7** we compared the clinical characteristics between people with nontraumatic NP, those having traumatic NP, and pain-free individuals in primary care physiotherapy. In addition, we assessed the differences in these characteristics between people with acute nontraumatic NP versus acute traumatic NP and between people with chronic nontraumatic NP versus chronic traumatic NP. A cross-sectional study was performed including 168 people with traumatic NP, 336 matched patients with nontraumatic NP, and 336 pain-free individuals. Patients with traumatic NP scored significantly worse on pain intensity ( $p < 0.01$ ), had a wider distribution of their neck pain ( $p = 0.02$ ), more restricted cervical flexion-extension ( $-11.9^\circ$ ) and rotation ( $-12.4^\circ$ ), less muscle endurance ( $-25.0$  seconds), and more disability ( $+14.0\%$ ), compared to patients with nontraumatic NP. More patients with traumatic NP reported low back pain ( $+9.5\%$ ) and headache ( $+12.2\%$ ) as musculoskeletal comorbidities. As for anxiety, depression, and stress, no differences between the groups were observed ( $p > 0.05$ ). Both patient groups scored significantly worse than pain-free individuals on all characteristics. Patients with nontraumatic NP and traumatic NP experienced different types of activity limitations and participation restrictions.

We concluded that traumatic NP is a more severe condition than nontraumatic NP and should be considered a separate subgroup of neck pain. A different approach in clinical practice and research is required for nontraumatic NP and traumatic NP and synthesis of results in systematic reviews.

Explaining differences in levels of disability between nontraumatic NP and traumatic NP based on single associations between clinical characteristics and disability is likely to be an oversimplification. Complexity between nontraumatic NP and traumatic NP is supposed to differ as several characteristics may interact and affect disability. In **Chapter 8** we therefore compared the associations



between pain, and physical and psychological impairments on the one hand and disability on the other, in people with nontraumatic NP versus those with traumatic NP, and explored interactions between these variables contributing to disability. In a cross-sectional study, we included 2653 people with nontraumatic NP and 249 people with traumatic NP. Multivariable linear regression analyses were performed to explore which characteristics contributed to disability in both patient groups. To assess whether interactions between characteristics differed between groups, three-way interactions were tested. For nontraumatic NP, multivariable analyses revealed that sex ( $B=-0.784$ ), pain intensity ( $B=-1.154$ ), aCROM ( $B=-0.030$ ), neck flexor endurance ( $B=-0.019$ ), anxiety ( $B=2.371$ ), depression ( $B=4.137$ ), and comorbid headache ( $B=2.515$ ) were associated with disability, whereas comorbid low back pain was not. For traumatic NP, pain intensity ( $B=1.441$ ), aCROM ( $B=-0.081$ ), depression ( $B=6.228$ ), comorbid headache ( $B=1.923$ ), and comorbid low back pain ( $B=1.809$ ) were related to disability, while sex, neck flexor endurance, and anxiety were not. Three-way interaction testing revealed that pain, sex, aCROM, and comorbid headache interacted with disability in traumatic NP but not in nontraumatic NP.

We concluded that clinical characteristics were differently associated with disability in people with nontraumatic NP compared to people with traumatic NP. Traumatic NP is a more complex condition as more characteristics interact, and the contribution of individual characteristics to disability is less straightforward. Clinicians and researchers should be aware of complexity in neck pain and avoid reductionist clinical reasoning and research approaches.

# Addendum

---

SAMENVATTING IN HET NEDERLANDS



## Nekpijn

Ongeveer 70% van de volwassenen zal ooit in zijn leven een episode van nekpijn doormaken. Acute nekpijn verdwijnt meestal binnen enkele dagen of weken en gaat in de meeste gevallen niet of nauwelijks gepaard met beperkingen in dagelijks functioneren. Een aanzienlijk deel van de mensen ervaart echter aanhoudende klachten en 50 tot 85% van de mensen met nekpijn heeft na een jaar nog steeds of opnieuw nekpijn. Nekpijn kan aanzienlijke persoonlijke problemen met zich meebrengen zoals pijn en bewegingsbeperkingen, beperkingen in functioneren, verminderde kwaliteit van leven en een verminderd vermogen om te werken. Het vormt daardoor ook een substantieel sociaal- economisch probleem. Nekpijn is na lage rugpijn de meest voorkomende musculoskeletale aandoening die gezien wordt in de eerstelijns fysiotherapie in Nederland.

Traumagerelateerde nekpijn, vaak aangeduid als 'whiplash associated disorder', wordt beschouwd als een subgroep van specifieke nekpijn. Er ontbreekt echter wetenschappelijk bewijs of deze subgroep daadwerkelijk verschilt wat betreft ernst van pijn, fysieke of mentale functiebeperkingen en de impact op het functioneren in het dagelijks leven. Als we weten of, en in welke mate, traumagerelateerde nekpijn afwijkt van niet-traumagerelateerde nekpijn, geeft dit ons een indicatie of er een verschillende aanpak nodig is in de klinische praktijk en bij de opzet en interpretatie van wetenschappelijk onderzoek.

Zowel traumagerelateerde als niet-traumagerelateerde nekpijn worden beschouwd als complexe aandoeningen waarbij interacterende biologische, psychologische en sociale factoren een belangrijke rol spelen bij het ontstaan en voortbestaan van de klachten. Daarom vereist het diagnostisch proces bij mensen met nekpijn een analyse van de interactie tussen deze factoren. Om met deze factoren rekening te kunnen houden en op waarde te kunnen schatten, moeten fysiotherapeuten geschikte meetinstrumenten gebruiken. Deze meetinstrumenten zijn echter niet altijd klinisch toepasbaar en ook de klinimetrische eigenschappen van deze meetinstrumenten zijn vaak onvoldoende.

Het algemene doel van dit proefschrift is het beschrijven van de klinische impact die traumagerelateerde nekpijn en niet-traumagerelateerde nekpijn hebben op het functioneren in het dagelijks leven. Daarvoor worden in dit proefschrift twee nieuwe meetinstrumenten ontwikkeld en geëvalueerd. Vervolgens worden de klinische kenmerken, in termen van ernst van de pijn, fysieke en mentale functiebeperkingen, de impact op het functioneren, en de complexiteit van beide

subgroepen van nekpijn gepresenteerd en besproken. Dit draagt bij aan een beter begrip van verschillen tussen deze subgroepen, de impact van nekpijn op het dagelijks functioneren, en het gebruik van adequate diagnostische meetinstrumenten in de eerstelijns fysiotherapie.

### **Samenvatting van de belangrijkste bevindingen**

Literatuur suggereert dat verminderde cervicale mobiliteit geassocieerd is met beperkingen in het dagelijks functioneren bij mensen met nekpijn, en beschouwd kan worden als een negatieve prognostische factor in het herstel van mensen met nekpijn. De systematische review en meta-analyse, gepresenteerd in **hoofdstuk 2**, kwantificeerde de verschillen in actieve cervicale range of motion (aCROM) tussen mensen met nekpijn en mensen zonder nekpijn, tussen mensen met traumagerelateerde nekpijn en niet-traumagerelateerde nekpijn, en tussen mensen met acute klachten versus mensen met chronische klachten. De literatuurstudie leverde 6257 hits op en bevatte 27 artikelen, met in totaal 2366 deelnemers. De nekpijngroep vertoonde significant minder aCROM in alle bewegingsrichtingen vergeleken met mensen zonder nekpijn. Flexie-extensie (MD=  $-28.51^\circ$ ; 95%CI,  $-40.92^\circ$  tot  $-16.11^\circ$ ), totale rotatie (MD=  $-29.49^\circ$ ; 95%CI,  $-39.81^\circ$  tot  $-19.16^\circ$ ), en extensie (MD=  $-17.48^\circ$ ; 95%CI,  $-20.95^\circ$  tot  $-14.01^\circ$ ) vertoonden de grootste verschillen. Mensen met traumagerelateerde nekpijn hadden minder aCROM dan mensen met niet-traumagerelateerde nekpijn. Verder bleek uit de meta-analyse dat er geen klinisch relevante verschillen in aCROM zijn tussen mensen met acute klachten en mensen met chronische klachten. Geconcludeerd kan worden dat mensen met nekpijn een significant en klinisch relevant verminderde aCROM hebben ten opzichte van mensen zonder nekpijn, en dat een traumatische oorsprong van de klachten een negatieve invloed lijkt te hebben op aCROM. De duur van de klachten bleek geen belangrijke factor voor aCROM.

Voor het diagnostisch proces bij mensen met traumagerelateerde nekpijn zijn er verschillende aandoeningspecifieke vragenlijsten beschikbaar om beperkingen in dagelijkse activiteiten en participatieproblemen in kaart te brengen. Deze vragenlijsten missen echter deels adequate inhouds- en constructvaliditeit omdat ze niet ingaan op de specifieke beperkingen van deze patiëntgroep en constructen niet zuiver meten omdat ze ook items bevatten die andere theoretische constructen meten. **Hoofdstuk 3** beschrijft de ontwikkeling van een nieuwe

aandoeningsspecifieke en klinisch relevante vragenlijst voor mensen met traumagerelateerde nekpijn die beperkingen in dagelijkse activiteiten en participatieproblemen meet, volgens de definities van The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Het genereren van items bestond uit (1) een semigestructureerd interview gebaseerd op het gebruik van de McMaster-Toronto Arthritis Patient Preference Disability Questionnaire (MACTAR), dat werd afgenomen bij 69 mensen met traumagerelateerde nekpijn; (2) een Delphi-studie waar 13 zorgprofessionals bij betrokken waren die expertise hadden op het gebied van traumagerelateerde nekpijn; (3) een literatuuronderzoek naar items uit bestaande vragenlijsten voor nekpijn. Als resultaat werd de 35-item Whiplash Activiteit- en Participatielijst (WAL) ontwikkeld (score range 0–140), die louter klinisch relevante beperkingen in dagelijkse activiteiten en participatieproblemen meet volgens de ICF, en gebaseerd is op de meningen van patiënten en meningen van deskundigen.

**Hoofdstuk 4** beschrijft het validatieproces van de WAL. In totaal werden 73 mensen met traumagerelateerde nekpijn graad I of II gerekruteerd uit eerstelijns fysiotherapiepraktijken en revalidatiecentra. Op baseline vulden de deelnemers de WAL en de generieke gezondheidsvragenlijsten Short Form-36 en Sickness Impact Profile in. Verder werden het ervaren niveau van beperkingen in dagelijkse activiteiten en participatieproblemen beoordeeld op een 5-puntsschaal, en werd de ernst van de pijn gescoord op een 6-puntsschaal. Na een tijdsinterval van 1–2 maanden werden de deelnemers opnieuw bevraagd, en aanvullend beoordeelden ze de eventuele verandering van hun nekpijn op een 5-punts transitie-schaal. Eerst werd een kwantitatieve itemreductie uitgevoerd na de baseline meting. Vervolgens werd de dimensionaliteit van de lijst onderzocht met een interne consistentieanalyse (Cronbach's alpha) en een factoranalyse. De test-hertest betrouwbaarheid werd geschat door intraclass correlatie coëfficiënt, en de meetfout werd berekend door de minimaal detecteerbare verandering (MDC). De constructvaliditeit werd onderzocht door het testen van vooraf opgestelde hypothesen over correlaties van de WAL-scores met generieke gezondheidsvragenlijsten en door het gebruik van de 'know-group' methode. De responsiviteit werd uitgedrukt als de minimaal klinisch relevante veranderscore (MCIC).

Cronbach's alpha was hoog (0,95) en unidimensionaliteit was plausibel omdat uit de factoranalyse bleek dat 40,3% van de variantie verklaard werd door één dominante factor, die meer dan 4,5 keer groter was dan de op één na grootste

factor. De test-hertest betrouwbaarheid was uitstekend (0,92, 95%CI 0,87 tot 0,95). De constructvaliditeit werd ondersteund door de bevestigde hypothesen en de WAL toonde statistisch significante verschillen tussen groepen die klinisch relevant verschillen in de mate van beperkingen in activiteiten en participatieproblemen. De MDC was 16 punten terwijl de MCIC 18 punten was. Wij beschouwen de WAL daarom als een valide en betrouwbare vragenlijst om beperkingen in dagelijkse activiteiten en participatieproblemen te meten.

Er is een gebrek aan valide, betrouwbare en klinisch toepasbare meetinstrumenten voor het meten van unidimensionele en 3-dimensionele cervicale bewegingen bij mensen met nekpijn. Moderne smartphones hebben geavanceerde sensoren die geschikt lijken te zijn voor deze metingen.

**Hoofdstuk 5** beschrijft de concurrente validiteit en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de zelf ontwikkelde iPhone applicatie '3D range of motion' voor het meten van cervicale bewegingen en de koppeling tussen de 3 bewegingscomponenten, te weten flexie- extensie, axiale rotatie en lateroflexie bij mensen met nekpijn. Elektromagnetische registratieapparatuur (Polhemus Liberty) werd gebruikt als referentietest. Eerst werden, ter kalibratie, validatietests uitgevoerd op een houten frame om te onderzoeken in hoeverre de iPhone dezelfde hoek weergeeft als de referentietest. De gemiddelde verschillen tussen de referentietest en de iPhone bleken zeer klein te zijn, variërend van  $0,02^\circ$  (95%CI  $-0,15^\circ$  tot  $0,19^\circ$ ) voor flexie-extensie tot  $0,75^\circ$  (95%CI  $0,56^\circ$  tot  $0,94^\circ$ ) voor axiale rotatie. Vervolgens werden twee steekproeven van mensen met nekpijn gerekruteerd; 30 mensen voor de validiteitsstudie en 26 mensen voor de betrouwbaarheidsstudie. Intraclass correlatie coëfficiënten voor concurrente validiteit en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid waren hoog, variërend van 0,90 tot 0,99. De 95% limits of agreement (LoA) tussen de meetinstrumenten bleken echter breed, variërend van ongeveer  $5^\circ$  voor rechts lateroflexie tot  $11^\circ$  voor totale axiale rotatie, wat een relatief grote absolute meetfout tussen de twee beoordelaars impliceert. Cervicale 3-dimensionele gekoppelde bewegingen werden geanalyseerd door berekening van de kruiscorrelatiecoëfficiënten en de verhouding tussen de hoofdbewegingen en de gekoppelde bewegingen voor beide instrumenten. Er werden geen significante verschillen gevonden tussen beide apparaten voor de analyse van deze gekoppelde bewegingen.

Op basis van deze resultaten beschouwden wij de iPhone applicatie als een geschikt instrument voor de meting van aCROM met de bijbehorende gekoppelde bewegingen bij mensen met nekpijn. Het voorziet in de behoefte aan een valide,

betrouwbaar en klinisch toepasbaar meetinstrument in de dagelijkse praktijk en in wetenschappelijk onderzoek. Therapeuten en onderzoekers moeten echter wel rekening houden met de meetfout wanneer zij de scores interpreteren voor individuele patiënten.

Metingen van aCROM worden beïnvloed door variabelen zoals biologische variatie binnen individuen, de complexiteit van de cervicale kinematica, de hoofd- en lichaamspositie, de aanwezigheid van pijn, en de psychosociale situatie. Aangezien verschillende van deze factoren in de loop van de dag en van dag tot dag kunnen variëren, wordt aangenomen dat aCROM eveneens kan variëren. Het ontbreekt echter aan informatie over de mate waarin aCROM van nature varieert tussen meetsessies en of er sprake is van een systematische verandering in de loop van de dag. **Hoofdstuk 6** beschrijft de mate van variabiliteit van aCROM binnen en tussen dagen, alsook de systematische verandering over de dag. Hiervoor werd een prospectieve observationele studie met zestien volwassenen zonder nekklachten uitgevoerd. ACROM werd geregistreerd met behulp van de iPhone applicatie '3D range of motion'. Metingen werden 3 keer per dag uitgevoerd, op 7 verschillende dagen, verspreid over een periode van 3 weken. De gemiddelde waarden van aCROM werden berekend, en de variabiliteit binnen en tussen dagen werd bepaald door de LoA te berekenen. De resultaten toonden aanzienlijke variabiliteit binnen en tussen dagen, met LoA's voor variabiliteit binnen dagen variërend van  $\pm 12.1^\circ$  voor links rotatie tot  $\pm 15.5^\circ$  voor de totale rotatie. Voor variabiliteit tussen dagen varieerde de LoA van  $\pm 14.2^\circ$  voor rechts rotatie tot  $\pm 20.1^\circ$  voor totale rotatie. In het verloop van de dag werden geen trends naar een toename of afname van aCROM waargenomen. Clinici wordt aanbevolen om bij de interpretatie van aCROM-waarden rekening te houden met de mate van variatie in aCROM-metingen in de loop van de tijd.

Evidentie over de mate waarin mensen met traumagerelateerde nekpijn verschillen van mensen met niet-traumagerelateerde nekpijn op het gebied van pijnintensiteit, functiestoornissen, beperkingen in functioneren en psychologische factoren, ontbreekt. In **hoofdstuk 7** vergeleken we daarom de klinische kenmerken tussen mensen met traumagerelateerde nekpijn, mensen met niet-traumagerelateerde nekpijn, en mensen zonder nekpijn in de eerstelijns fysiotherapie praktijk. Daarnaast hebben we de verschillen in klinische kenmerken onderzocht tussen mensen met acute traumagerelateerde nekpijn ten opzichte van mensen met acute niet-traumagerelateerde nekpijn en tussen mensen met



chronische traumagerelateerde nekpijn ten opzichte van mensen met chronische niet-traumagerelateerde nekpijn. Hiervoor werd een cross-sectionele studie uitgevoerd met 168 mensen met traumagerelateerde nekpijn, 336 gematchte personen met niet-traumagerelateerde nekpijn, en 336 pijnvrije personen. Personen met traumagerelateerde nekpijn scoorden significant hoger op pijnintensiteit ( $p < 0,01$ ), hadden meer wijdverspreide pijn ( $p = 0,02$ ), meer beperkte cervicale flexie-extensie ( $-11,9^\circ$ ) en rotatie ( $-12,4^\circ$ ), minder spieruithoudingsvermogen ( $-25,0$  seconden), en meer beperkingen in functioneren ( $+14,0\%$ ), vergeleken met patiënten met niet-traumagerelateerde nekpijn. Meer personen met traumagerelateerde nekpijn rapporteerden lage rugpijn ( $+9,5\%$ ) en hoofdpijn ( $+12,2\%$ ) als comorbiditeit. Er werden geen verschillen tussen de groepen waargenomen ( $p > 0,05$ ) voor angst, depressie en stress. Beide patiëntengroepen scoorden significant slechter dan pijnvrije mensen op alle kenmerken. Beide patiëntengroepen bleken bovendien van elkaar te verschillen in type beperkingen in dagelijkse activiteiten en participatieproblemen. Wij concludeerden dat de gevolgen voor het fysiek functioneren ernstiger zijn voor personen met traumagerelateerde nekpijn dan voor personen met niet-traumagerelateerde nekpijn en dat hier sprake is van klinisch verschillende subgroepen van aspecifieke nekpijn. Op basis hiervan is het aan te bevelen om een specifiek klinisch redeneerproces te hanteren in de klinische praktijk, bij de opzet van onderzoek en bij de synthese van resultaten in systematische reviews.

Het verklaren van verschillen in niveaus van dagelijks functioneren tussen traumagerelateerde nekpijn en niet-traumagerelateerde nekpijn op basis van enkelvoudige associaties tussen klinische kenmerken en beperkingen in dagelijks functioneren is waarschijnlijk een simplificatie van de werkelijkheid. Er wordt verondersteld dat traumagerelateerde nekpijn en niet-traumagerelateerde nekpijn verschillen in complexiteit, omdat verschillende klinische kenmerken anders met elkaar interacteren en daarmee de beperkingen in functioneren op verschillende wijze kunnen beïnvloeden. In **hoofdstuk 8** vergeleken we daarom voor beide patiëntengroepen de associaties tussen pijn en lichamelijke en psychische symptomen enerzijds en beperkingen in functioneren anderzijds, en onderzochten we interacties tussen deze variabelen in de bijdrage aan beperkingen in functioneren. In een cross-sectionele studie includeerden wij 2653 mensen met niet-traumagerelateerde nekpijn en 249 mensen met traumagerelateerde nekpijn.

Er zijn multivariabele lineaire regressieanalyses uitgevoerd om te onderzoeken welke kenmerken bijdragen aan de beperkingen in functioneren van beide patiëntgroepen. Om te beoordelen of interacties tussen kenmerken verschillen tussen de groepen, werden drieweg interactie-analyses uitgevoerd. Voor niet-traumagerelateerde nekpijn toonden multivariabele analyses aan dat geslacht ( $B=-0,784$ ), pijnintensiteit ( $B=-1,154$ ), aCROM ( $B=-0,030$ ), uithoudingsvermogen van de nekflexoren ( $B=-0,019$ ), angst ( $B=2,371$ ), depressie ( $B=4,137$ ), en comorbiditeit hoofdpijn ( $B=2,515$ ) geassocieerd zijn met beperkingen in functioneren, terwijl comorbiditeit lage rugpijn dat niet is. Voor traumagerelateerde nekpijn bleken pijnintensiteit ( $B=1,441$ ), aCROM ( $B=-0,081$ ), depressie ( $B=6,228$ ), comorbiditeit hoofdpijn ( $B=1,923$ ), en comorbiditeit lage rugpijn ( $B=1,809$ ) geassocieerd met beperkingen in functioneren, terwijl geslacht, uithoudingsvermogen van de nekflexoren en angst, dat niet zijn. Drieweg interactie-effecten lieten zien dat pijn, geslacht, aCROM, en comorbiditeit hoofdpijn samenhangen met beperkingen in functioneren bij traumagerelateerde nekpijn maar juist niet bij niet-traumagerelateerde nekpijn.

Wij concludeerden dat klinische kenmerken anders geassocieerd zijn met beperkingen in functioneren bij mensen met traumagerelateerde nekpijn in vergelijking met mensen met niet-traumagerelateerde nekpijn. Traumagerelateerde nekpijn lijkt een complexere aandoening omdat er meer kenmerken op elkaar inwerken, en de bijdrage van individuele kenmerken aan beperkingen in functioneren minder eenduidig is. Clinici en onderzoekers moeten zich bewust zijn van de complexiteit van nekpijn, en reductionistische klinisch redeneerprocessen in de praktijk en bij de opzet van de methodologie van onderzoek vermijden.