

2016•2017
FACULTEIT GENEESKUNDE EN LEVENSWETENSCHAPPEN
*master in de revalidatiewetenschappen en de
kinesitherapie*

Masterproef

Het effect van belasting provocatie op de drukpijn gevoeligheid bij
hoofdpijnpatiënten vs. gezonde controlepatiënten

Promotor :
Prof. dr. Marita GRANITZER

Copromotor :
Mevrouw Sarah MINGELS

Robbe Pauwels

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen
en de kinesitherapie*

2016•2017
FACULTEIT GENEESKUNDE EN
LEVENSWETENSCHAPPEN
*master in de revalidatiewetenschappen en de
kinesitherapie*

Masterproef

Het effect van belasting provocatie op de drukpijn
gevoeligheid bij hoofdpijnpatiënten vs. gezonde
controlepatiënten

Promotor :
Prof. dr. Marita GRANITZER

Copromotor :
Mevrouw Sarah MINGELS

Robbe Pauwels

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen
en de kinesitherapie*

Woord vooraf

Deze masterproef deel 2 kadert binnen het opleidingspakket '2^{de} master in de Revalidatiewetenschappen en Kinesithherapie', aangeboden aan de Universiteit Hasselt in het academiejaar 2016-2017 als vervolg op Masterproef deel 1: 'Drukpijn metingen bij spanningshoofdpijn en cervicogene hoofdpijn'. De problematiek zelf kadert zowel binnen de neurologische als de musculoskeletale revalidatie.

Deze mono-thesis is gerelateerd aan het doctoraatsonderzoek van Dra. Sarah Mingels o.l.v. Prof. Dr. M. Granitzer met als titel 'Houding gerelateerde hoofdpijn: profielanalyse en interventie'. Dit doctoraatsproject is een studie naar nieuwe benaderingen om hoofdpijnpatiënten beter te diagnosticeren en bijgevolg meer succesvol te behandelen.

Hoofdpijn beperkt het dagelijkse functioneren. Ondanks het grote aantal hoofdpijnpatiënten is er omtrent diagnose en behandeling, bij enkele kinesitherapeutisch behandelbare hoofdpijnen zoals 'Tension-Type Headache (TTH)' en 'Cervicogenic Headache (CeH)' weinig consensus. Een meting die recentelijk aan populariteit toeneemt om o.a. diagnosestelling te optimaliseren, het proces van perifere en/of centrale sensitiviteit te onderscheiden en follow-up van het effect van behandelingen na te gaan, is druk algometrie. Via druk algometrie wordt de 'Pressure Pain Threshold (PPT)' bepaald, i.e. de overgang van druk naar pijn. De meting kan uitgevoerd worden op verschillende weefselstructuren en wordt uitgedrukt in kPa.

Deze masterthesis heeft als doel om de PPT bij participanten met hoofdpijn te vergelijken met deze van een leeftijds- en geslacht overeenkomende controlegroep. Meer informatie over de PPT bij patiënten met hoofdpijn blijkt noodzakelijk vanwege nog te veel tegenstrijdige resultaten. De PPT tussen beide groepen werd vergeleken voor en na belasting provocatie.

Graag zou ik nog een woord van dank richten aan mijn promotor, Prof. Dr. M. Granitzer, en copromotor, Dra. Sarah Mingels, voor de uitstekende begeleiding en ondersteuning tijdens het uitvoeren van de twee Masterproefdelen. Daarnaast wil ik ook de participanten die deelgenomen hebben aan deze studie bedanken voor de tijd die ze vrijgemaakt hebben.

Situering

Patiënten met hoofdpijn vormen een aanzienlijke en heterogene populatie. Vandaar de nood aan een correcte diagnose om zo de behandeling specifiek te kunnen richten. Druk algometrie kan hierbij een hulpmiddel zijn. Via druk algometrie wordt de 'Pressure Pain Threshold (PPT)' bepaald i.e. de overgang van druk naar pijn. Hierbij kunnen processen zoals perifere en centrale sensitatie beter in kaart gebracht worden. Momenteel focussen talrijke drukpijnonderzoeken zich voornamelijk op migraine. Binnen het gebied van TTH en CeH zijn de PPT-resultaten vaak tegenstrijdig waardoor het gericht diagnosticeren en behandelen van deze problematiek moeilijk wordt. De noodzaak aan verbeterde diagnosestelling, behandelingen en follow-up van patiënten met hoofdpijn is dus zeker maatschappelijk relevant en is een aanleiding geweest voor deze masterproef.

Bij het uitvoeren van de datacollectie (november – december 2016) werd samengewerkt met twee andere masterproefstudenten (Marit Wevers en Chloë Geebelen). Dezelfde onderzoekspopulatie werd gedeeld voor het afnemen van verschillende metingen. Marit Wevers heeft de cervicale range of motion doormiddel van de CROM gemeten en Chloë Geebelen onderzocht 1) de uithouding van de cervicale flexoren en extensoren a.d.h.v. een uithoudingstest en 2) de invloed van hoofdpijn op het dagelijkse leven d.m.v. vragenlijsten. De rekrutering van de patiënten samen met het opzetten van de studie, het aanpassen van de screeningsvragenlijsten en het 'informed consent' alsook het verwerken van de hoofdpijndagboeken werd uitgevoerd in samenwerking met deze andere masterproefstudenten. De metingen werden twee dagen voor de start van het onderzoek ingeoeffend met de copromotor. De promotor en de copromotor ondersteunden het onderzoek en begeleiden waar nodig.

Na het uitvoeren van de eerder vermelde testen werd de masterproef individueel voortgezet. Het opstellen van het onderzoeksdesign, het verwerken van de metingen, de statistische analyse alsook het academische schrijven werd door de onderzoeker uitgevoerd onder begeleiding van zowel promotor als copromotor.

Abstract

Achtergrond

Spanningshoofdpijn en cervicogene hoofdpijn zijn twee prominente hoofdpijnen in de hedendaagse maatschappij. Drukpijnmetingen bij dergelijke patiënten zijn tegenstrijdig en de invloed van een belasting provocatie op de drukpijndrempel werd nog nooit onderzocht. In deze studie wordt nagegaan of patiënten met hoofdpijn verschillen in drukpijn vooraf aan alsook na een belasting provocatie versus een gematchte controlegroep.

Participanten

Achttien vrouwelijke participanten met cervicogene of spanningshoofdpijn tussen 20 en 28 jaar werden geïncludeerd na screening. Deze werden gematched op leeftijd en geslacht met 18 asymptomatische participanten.

Metingen

De belasting provocatie wordt uitgelokt door het invullen van een vragenlijst. Om de overgang van druk naar pijn te meten, werd gebruik gemaakt van de 'Pressure pain threshold (PPT). Deze werden gemeten met de Somedic Algometer op volgende cephalische testplaatsen: m. Temporalis anterior, Suboccipitale inserties en m. Trapezius descendens. Ook werd de PPT gemeten op één extracephalisch meetpunt nl. de m. Tibialis anterior. De participanten met hoofdpijn hielden een hoofdpijndagboek bij. Hieruit werd gekeken of de PPT correleert met duur, intensiteit en frequentie van de hoofdpijnen.

Resultaten

Geen significant verschil werd gevonden tussen de pre PPT metingen van de participanten met en zonder hoofdpijn. Na belasting provocatie waren de PPT significant lager bij de hoofdpijnpatiënten op de volgende testplaatsen: m. Temporalis anterior links (p: 0.0192), m. Temporalis anterior rechts (p: 0.0051), Suboccipitale inserties links (p: 0.0462), Suboccipitale inserties rechts (p: 0.0290) en Trapezius descendens rechts (p: 0.0155). De verandering in PPT (post PPT minus pre) na belasting provocatie verschilden significant tussen beide groepen voor volgende cephalische meetpunten: m. Temporalis anterior links (p: 0.0290), m. Temporalis anterior rechts (p: 0.0051) en Trapezius descendens rechts (p: 0.0237). Geen significante correlatie werd gevonden tussen de PPT-premetingen en duur, intensiteit en frequentie van hoofdpijnen.

Conclusie

Participanten met hoofdpijn verschillen van asymptomatische participanten doordat zij op belasting provocatie reageren met een toename in drukpijngevoeligheid. Deze toename in drukpijngevoeligheid situeert zich enkel op de cephalische testplaatsen.

Inleiding

Hoofdpijn is de meest voorkomende neurologische aandoening (Aamodt et al., 2007, geciteerd in Fernandez-de-las-Penas et al., 2010). Hoofdpijnen waarbij kinesitherapie geïndiceerd is, zijn 'Tension-Type Headache (TTH)' en 'Cervicogenic Headache (CeH)'. TTH wordt vaak onderverdeeld in Chronisch en Episodisch. Chronische TTH (CTTH) heeft een prevalentie van 2.2 %, Episodische TTH (ETTH) 38.3%. De algemene prevalentie bij CeH is 4.1% (Schwartz et al., 1998, geciteerd in Fernandez-de-las-Penas et al., 2007, Lord et al., 1994, Evers et al., 2008 en Sjaastad et al., 2008, geciteerd in Chua et al., 2011). Buchgreitz et al., (2008) observeerde binnen een 12 jarige follow-up studie dat 58 % van de participanten die na 12 jaar CTTH vertoonden in het begin van de studie reeds gediagnosticeerd werden als ETTH. Vandaar dat het belangrijk is om de factoren die chronificatie in de hand werken in kaart te brengen. Verhoogde drukgevoeligheid is een dergelijke factor.

Een frequent toegepaste meettechniek om drukgevoeligheid op te volgen bij patiënten met hoofdpijn is het gebruik van 'Pressure Pain Thresholds (PPT)' door middel van een algometer. Deze meting is snel, niet-invasief en betrouwbaar (Andersen et al., 2015). Ylinen et al., 2007 (geciteerd in Andersen et al., 2015) definiëren de PPT als pijn die opkomt bij een minimale hoeveelheid druk die loodrecht uitgeoefend wordt op een bepaalde weefselstructuur. Een PPT meting kan zinvol zijn binnen de diagnosestelling, begrijpen van mechanismen die aan de basis liggen van perifere en centrale sensitatie, uittekenen en opvolgen van de effectiviteit van behandelingen bij de doelpopulatie. Voorbij studies omtrent PPT bij hoofdpijnpatiënten leveren nochtans tegenstrijdige resultaten op. Zo vindt o.a. Fernandez-de-las-Penas et al., (2007) dat de PPT waarden bij CTTH lager zijn dan bij gezonde participanten. In dezelfde richting wijzen ook de resultaten van Abboud et al. (2013) voor PPT's bij CTTH en ETTH op de m.Temporalis, m. Trapezius en m.Frontalis. Daartegenover vinden Drummond et al., (2011), Peddireddy et al., (2009) (geciteerd in Abboud et al., (2013)) echter geen verlaagde PPT bij TTH t.o.v. een controlegroep op de m. Temporalis, m. Frontalis, m. Masseter en m. Splenius Capitis. Bij CeH participanten met zygapophysiale gewrichtspijnen beschreef Chua et al., (2011) dat de PPT significant lager zijn op cephalische meetplaatsen t.o.v. hoofdpijnvrije participanten met zygapophysiale gewrichtspijnen. Een daling in PPT bij hoofdpijnpatiënten zou het gevolg kunnen zijn van

langdurige blootstelling aan nociceptieve input. Bendtson et al. (2000) (geciteerd in Buchgreitz et al., (2007)) citeren 'Prolonged nociceptive input from the periphery may sensitize the central nervous system and, thereby, lead to increased pain sensitivity and a change from ETTH to CTTH.'

Ook op extracephalische testplaatsen zijn de PPT resultaten tegenstrijdig. Ashina et al.,(2005) vinden geen verschil in PPT op de m.Tibialis anterior bij CTTH vergeleken met een controlegroep. Cathcart et al., (2008) daartegen vinden wel een significante reductie in PPT bij CTTH op het dorsum van de eerste phalanx. Chua et al., (2011) rapporteren hogere PPT waarden bij CeH ter hoogte van de dij vgl. met gezonde participanten uit een databank.

Daarnaast variëren ook de resultaten m.b.t. de correlaties tussen PPT en de hoofdpijnparameters zoals duur, intensiteit en frequentie. Fernandez-de-las-Penas et al., (2007) vinden geen correlatie tussen de PPT van de m. Temporalis anterior en m. Trapezius descendens en de intensiteit, duur en frequentie van de hoofdpijnaanvallen. Abboud et al.,(2013) melden wel een negatieve correlatie tussen de hierboven vermelde testplaatsen en de duur en frequentie van de hoofdpijnaanvallen. In de literatuur werd geen studie gevonden omtrent de correlatie tussen PPT en duur, intensiteit en frequentie van hoofdpijnaanvallen bij CeH.

Tot op heden is er dus geen consensus wat betreft PPT bij TTH. Ook voor CeH kan er omwille van te schaarse info geen besluit getrokken worden. Een mogelijke verklaring kan liggen in de beperkingen van het huidige classificatiesysteem ('International Classification of Headache Disorders')¹ waarbinnen de patiëntenpopulatie nog te heterogeen blijft. Daarnaast is er ook niets geweten wat nu de invloed van een cervicale posturale belasting op de evolutie van de PPT is. Dergelijke posturale belasting kan geprovoceerd worden door: 1) een cervicale uithoudingstest, 2) langdurende zithouding, of een 3) werk gerelateerde belasting zoals langdurig laptopwerk, Aangezien een stijging van de cervicale belasting de drukpijngevoeligheid kan beïnvloeden, en bijgevolg kan leiden tot chronificatie (Ashina et al., 2005), is dit een belangrijk onderwerp om te onderzoeken

¹ Headache Classification Committee of the International Headache, S. (2013). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). Cephalalgia, 33(9), 629-808. doi:10.1177/0333102413485658

De objectieven van deze studie zijn bijgevolg: 1) vergelijken van de PPT waarden bij hoofdpijnparticipanten t.o.v. gezonde participanten vooraf aan en na een belastingprovocatie en 2) nagaan van een mogelijke correlatie tussen PPT premeting waarden en duur, intensiteit en frequentie van de hoofdpijnen.

Methodie

Participanten

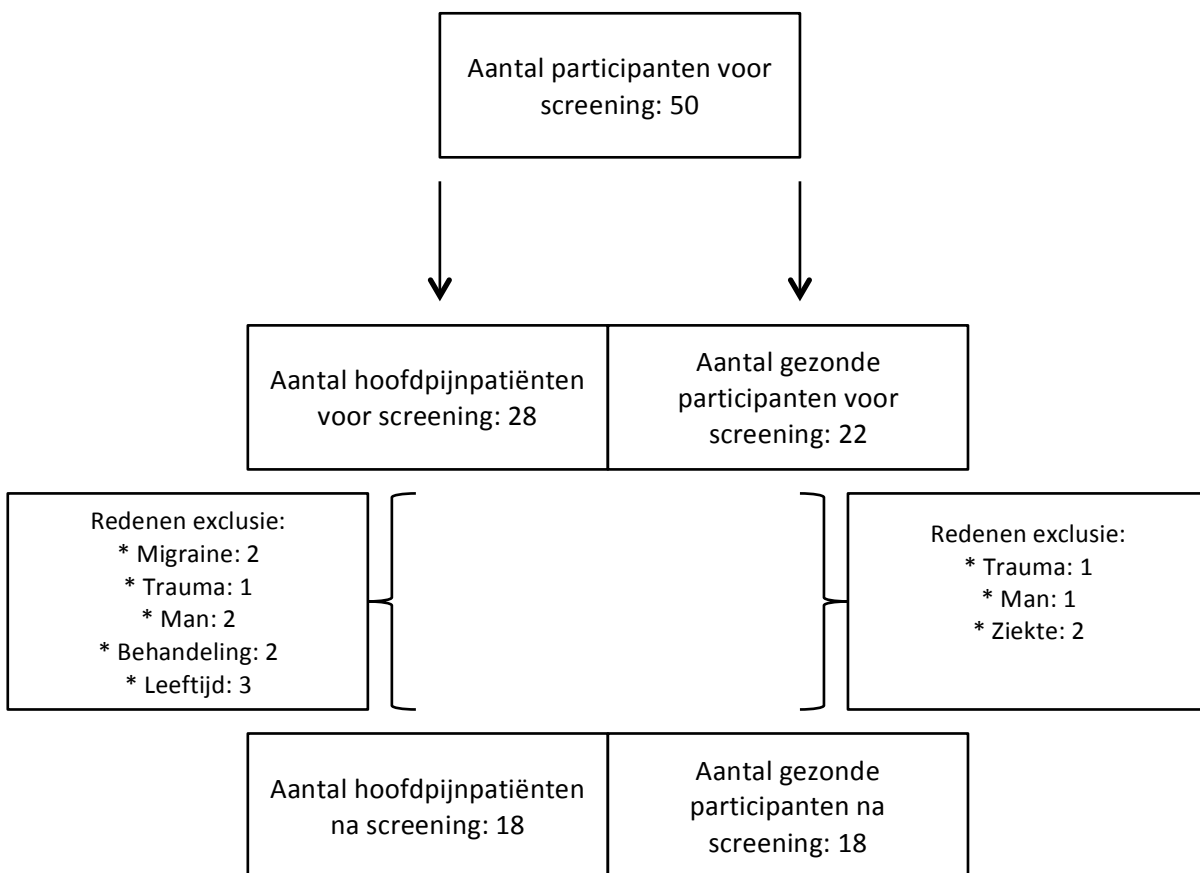
Een algemene oproep om deel te nemen aan het onderzoek gebeurde via sociale media (Facebook), flyers, mails en rechtstreekse aanspreking. Bij deelname werden de participanten gescreend aan de hand van een screeningsvragenlijst (Bijlage 1). De inclusiecriteria voor de hoofdpijngroep waren: hoofdpijn (TTH of CeH), tussen 18 en 30 jaar en Nederlands spreken en begrijpen. De exclusiecriteria voor de hoofdpijnpatiënten waren: migraine, zwangerschap, ernstige cardiovasculaire / neurologische / musculoskeletale / endocriene / psychiatrische aandoeningen, fibromyalgie, middelenslaving o.a. alcohol, recent trauma (<12 maanden), frequente inname van zware medicatie (> 1x per week of >1000 mg aspirine, paracetamol /dag in laatste 3 maanden) en therapie voor hoofd- en /of nek gerelateerde klachten <6 maanden voor de start van de studie. De inclusiecriteria voor de controlegroep waren: asymptomatische/ klachtenvrij, overeenkomstige demografische kenmerken met de hoofdpijngroep (leeftijd en geslacht) en het spreken en begrijpen van de Nederlandse taal. Exclusiecriteria waren: zwangerschap, middelengebruik en recent trauma (<12 maanden).

Achtentwintig patiënten met hoofdpijn en 22 gezonde participanten werden gescreend m.b.v. de screeningsvragenlijst (Bijlage 1). Uiteindelijk werden 18 patiënten met hoofdpijn en 18 gezonde participanten geïncludeerd. Door de grote overeenkomst van symptomen en de moeilijk te differentiëren diagnose wordt geopteerd om de verschillende hoofdpijnvormen te beschouwen als één onderzoeksgroep. Door de grote opkomst van vrouwelijke participanten werden enkel vrouwen toegelaten in de studie, mannen werden geëxcludeerd. De flowchart samen met de redenen voor exclusie zijn weergegeven in Figuur 1. Na afloop van de testing hebben 15 hoofdpijnpatiënten het hoofdpijndagboek ingevuld en teruggestuurd.

Na inclusie werden volgende richtlijnen gegeven: geen inname van analgetica 24 uur voor het onderzoek en geen consumptie van alcohol of cafeïne houdende dranken de dag van het

onderzoek. Bij hoofdpijn op de dag van het onderzoek (>4/10 VAS) werd de testdatum verplaatst.

Na afloop werd gevraagd om gedurende 4 weken een hoofdpijndagboek in te vullen. Hierdoor werd informatie verkregen over de frequentie, duur en ernst van de hoofdpijn en de invloed hiervan op het dagelijkse leven. Deze studie werd goedgekeurd door de Commissie Medische Ethiek van de Universiteit Hasselt, het Ziekenhuis Oost-Limburg en het JESSA Ziekenhuis (B371201423025).



Figuur 1: Flowchart rekrutering participanten

Uitkomstmaten, metingen en instrumenten

De primaire uitkomstmaat is de PPT. Deze werd gemeten met de Somedic Algometer (Somedic Productions, Zweden). Voor elke meting werd de Algometer gekalibreerd. In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een richtingscoëfficiënt van 30 kPa/s en een probe van 1cm² (Andersen et al., 2015). De algometer werd loodrecht gepositioneerd op het meetpunt. Elk punt werd 2 maal gemeten met een pauze van 15 seconden, om spatiale en temporale summatie te voorkomen (Fernandez-de-las-Penas et al., 2010)

Test procedure 'Pressure Pain Threshold' metingen

De PPT werd vooraf (premeting) en na (postmeting) het invullen van een vragenlijst gemeten. Met waxpotlood werden bilateraal de volgende meetpunten aangeduid:

- M. Temporalis anterior: 1,5 cm craniaal en 1 cm anterior van het oor (Fernandez-de-las-Penas et al., 2008). Dit punt werd eerst gemeten. De andere punten werden gerandomiseerd. Dit punt werd gemeten in langzit.
- Suboccipitale spierinserties: palperen van fossa onder occiput en boven axis (C2). Vanaf dit punt 1,5 cm lateraal gemeten. (Fernandez-de-las-Penas et al., 2010). Deze meting werd zittend uitgevoerd aan de rand van de tafel zonder voetensteun.
- M. Trapezius Descendens: $\frac{1}{2}$ van de lengte tussen processus Spinosus C7 en Acromion (Fernandez-de-las-Penas et al., 2010). Deze meting werd zittend uitgevoerd aan de rand van de tafel zonder voetensteun.
- M. Tibialis Anterior: 5 cm distaal en 2,5 cm lateraal vetrekkende van tuberositas tibia (Walton et al., 2011). Dit punt werd gemeten in langzit met de knieën ondersteund in 70- 80° flexie.

Randomisatie met betrekking tot lichaamshelft en meetpuntvolgorde werd bij elke participant uitgevoerd voor de start van elke meting. Er werd medegedeeld dat er gezocht werd naar het overgangspunt van druk naar pijn. De patiënt kan de druk stopzetten via een afdrukknoop. Een testmeting werd uitgevoerd op de thenar.

Statistische-analyse

Vooraf aan de statistische testing werden normaliteit, homoscedasticiteit en onafhankelijkheid van de metingen nagegaan. Normaliteit werd getest a.d.h.v. Shapiro- Wilk W test, homoscedasticiteit a.d.h.v. O'Brien test. De onafhankelijkheid van de gegevens werd nagegaan o.b.v. het opzet van de metingen. Een parametrische T-toets of een non-parametrische Wilcoxon test werd toegepast om verschillen in de PPT- waarden binnen (post minus pre waarden) en tussen (prewaarden, postwaarden, post minus pre waarden) de twee groepen te onderzoeken. De resultaten van elke testplaats en lichaamszijde werden afzonderlijk getest. De correlatie tussen de PPT en de duur, intensiteit en frequentie van de hoofdpijnen werd nagegaan met de 'Pearson Correlation Test' of de 'Spearman's Rho test'.

Er werd gebruik gemaakt van een p-waarde <0.05 (CI 95%) als richtlijn voor statistische significantie.

Resultaten

Participanten

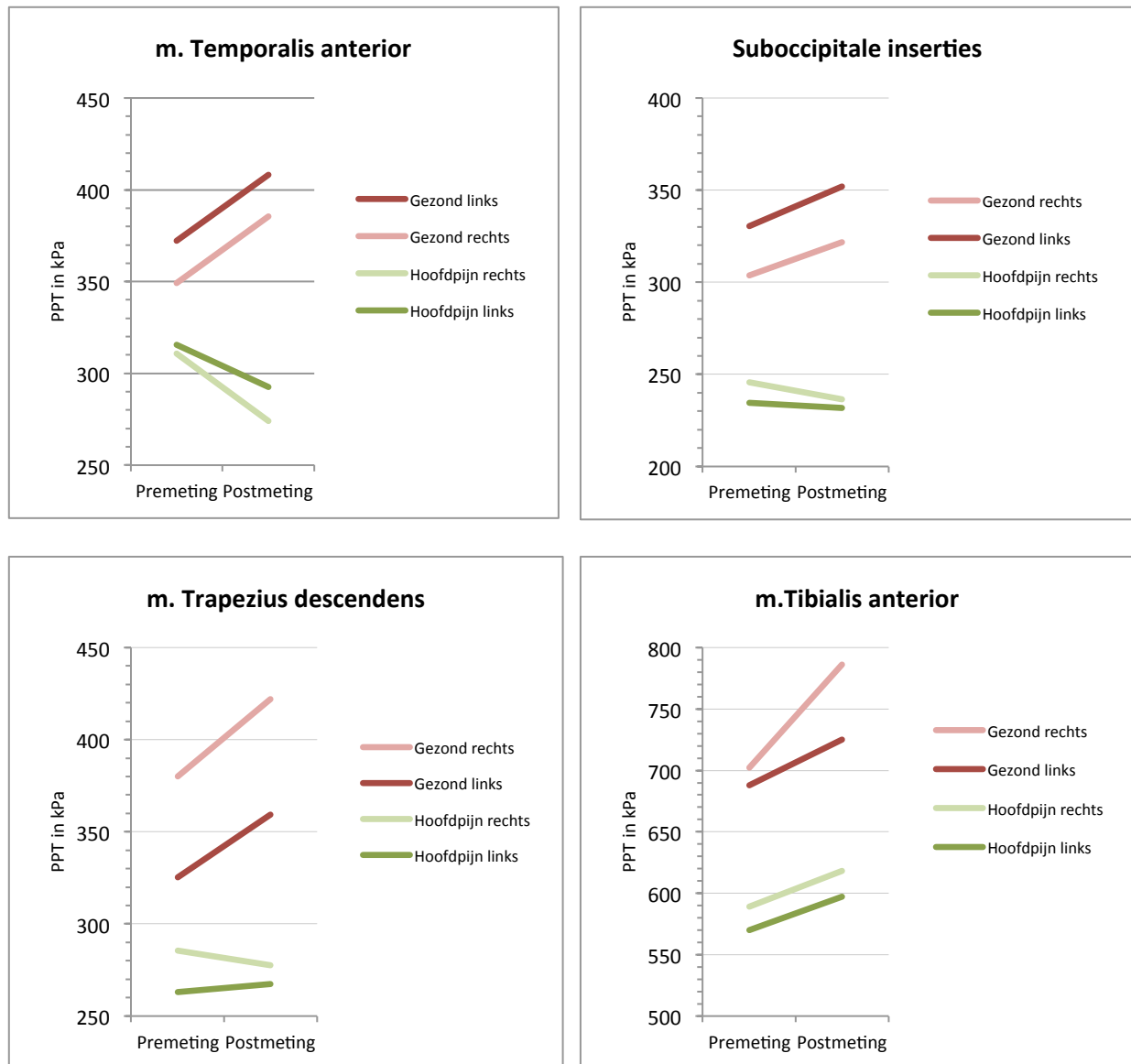
De karakteristieken van de participanten zijn weergegeven in Tabel 1. De leeftijd van de participanten schommelde tussen 20 jaar en 28 jaar met een gemiddelde leeftijd van 23.17 jaar (SD: 1.79) voor de hoofdpijnpatiënten en 23.61 jaar (SD: 2.23) voor de gezonde participanten. De gemiddelde maandelijkse hoofdpijnfrequentie bedroeg 7.67 (SD: 5.68), de gemiddelde hoofdpijnduur per hoofdpijnaanval bedroeg 5.59 uur (SD: 3.86) en de gemiddelde intensiteit per hoofdpijnaanval 4.51 (SD: 1.56). Op weekbasis deden de gezonde proefpersonen gemiddeld 44.85 minuten meer aan sport (niet significant verschillend) en zaten ze gemiddeld 3.49 uur minder voor de laptop (niet significant verschillend).

Tabel 1: overzicht karakteristieken participanten (M=man, V=vrouw, SD= standaarddeviatie, p-waarde < 0.05, *= significant verschil)

	Hoofdpijn	Gezond	p-waarden
Aantal	18	18	
Leeftijd (range)	23.17 jaar (20-27, SD:1.79)	23.61 jaar (20-28, SD: 2.23)	p: 0.5139
Geslacht (M/V)	V	V	
Aantal hoofdpijnepisodes (gem./maand)	7.67 (SD: 5.68)	N/A	
Gemiddelde duur hoofdpijn (uur)	5.59 (SD: 3.86)	N/A	
Gemiddelde ernst per hoofdpijn (VAS)	4.80 (SD: 1.56)	N/A	
Gemiddelde gebruik pijnstiller/maand	3.66 (SD: 4.97)	N/A	
Voorkeurshand (% Rechtshandig)	94.44%	88.89%	
Tijd voor laptop (gem. uur/week)	32.71 (SD:13.03)	29.22 (SD: 17.41)	p: 0.5061
Fysieke activiteit (gem. min./week)	197.65 (SD: 177.50)	242.50 (SD:137.31)	p:0.1950

PPT

Figuur 2 geeft een overzicht van de gemiddelde PPT-waarden vooraf aan en na de belasting provocatie op de cephalische en extracephalische testplaatsen. Daarnaast geeft het ook een beeld van de verandering van de PPT-waarden na belastingprovocatie.



Figuur 2: Evolutie gemiddelde PPT waarden in kPa na belasting provocatie bij gezonde participanten en patiënten met hoofdpijn

Evolutie van PPT binnen elke groep

Er werd geen significant verschil gevonden in PPT tussen de pre- en postmeting binnen de hoofdpijngroep op de verschillende testlocaties (Tabel 2). Ook binnen de controle groep was er geen significante verandering tussen de pre- en postmeting gevonden.

Vergelijking van premetingen tussen de groepen

De PPT tussen de hoofdpijn- en controlegroep verschilt niet significant in de premeting op alle gemeten testplaatsen (Tabel 2).

Vergelijking van postmetingen tussen de groepen

Wel werd een significant verschil gevonden in PPT tussen de hoofdpijn -en controlegroep voor de postmeting op de m. Temporalis anterior links (p: 0.0192), m. Temporalis anterior rechts (p: 0.0051), Suboccipitale inserties links (p: 0.0462), Suboccipitale inserties rechts (p: 0.0290) en Trapezius descendens rechts (p: 0.0155). De PPT-waarden bij de hoofdpijngroep liggen significant lager dan de PPT-waarden voor de controlegroep op de hierboven vermelde testplaatsen.

Er werd geen significant verschil gevonden in PPT tussen beide lichaamskanten binnen eenzelfde onderzoeksgroep zowel bij pre- als postmeting.

Vergelijking van de verandering (post minus pre) van de post versus de premeting tussen de groepen

Vergelijking van het gemiddelde verschil (post-pre) tussen de hoofdpijn- en controle groep toont een significant verschil voor de volgende locaties: 1) m. Temporalis anterior links (p: 0.0290) en 2) m. Temporalis anterior rechts (p: 0.0051) en 3) m. Trapezius descendens rechts (p: 0.0237) (Figuur 2, Tabel 3).

Correlaties

Er werd geen correlatie gevonden tussen de PPT-waarden van de premeting en de frequentie, intensiteit en duur van de hoofdpijn.

Tabel 2 : Vergelijking van de gemiddelde PPT-waarden binnen en tussen de hoofdpijn- en controlegroep op de verschillende testplaatsen uitgedrukt in kPa (SD=Standaard deviatie, p-waarde < 0.05, *= significant verschil)

	Gezond		Hoofdpijn		p-waarde Hoofdpijn vs Gezond
	PPT waarde (SD)	p-waarde	PPT waarde (SD)	p-waarde	
m. Temporalis anterior					
Links					
Pre	372.222 (148.410)	p: 0.4477	315.528 (102.741)	p: 0.6808	p: 0.2417
Post	408.306 (160.453)		292.556 (87.999)		p: 0.0192 *
Rechts					
Pre	349.194 (119.344)	p: 0.1639	310.694 (118.011)	p: 0.5907	p: 0.4571
Post	385.472 (131.255)		273.944 (74.222)		p: 0.0051 *
Suboccipitale insertie					
Links					
Pre	330.472 (173.279)	p: 0.5907	234.639 (80.506)	p: 0.8868	p: 0.1370
Post	351.917 (199.568)		231.778 (61.500)		p: 0.0462 *
Rechts					
Pre	303.722 (141.470)	p: 0.4668	245.750 (102.024)	p: 0.7517	p: 0.2750
Post	321.833 (133.212)		236.444 (86.516)		p: 0.0290 *
m. Trapezius descendens					
Links					
Pre	325.306 (130.857)	p: 0.7637	263.028 (77.307)	p: 0.8124	p: 0.2057
Post	359.333 (206.785)		267.472 (74.357)		p: 0.1455
Rechts					
Pre	380.083 (174.851)	p: 0.5269	285.417 (88.460)	p: 0.6808	p: 0.1173
Post	421.944 (219.352)		277.583 (92.727)		p: 0.0155 *
m. Tibialis anterior					
Links					
Pre	687.889 (224.121)	p: 0.7758	569.861 (192.777)	p: 0.3757	p: 0.0665
Post	725.083 (217.238)		596.944 (176.183)		p: 0.0665
Rechts					
Pre	702.222 (237.127)	p: 0.4290	589.083 (180.444)	p: 0.6351	p: 0.1171
Post	786.000 (297.530)		618.389 (185.902)		p: 0.1211

Tabel 3: Vergelijking van de gemiddelde verandering (Post-Pre) in PPT na belasting provocatie tussen de hoofdpijn- en controle groep uitgedrukt in kPa. (SD=Standaard deviatie, p-waarde <0.05, *= significant verschil)

	Gezond	Hoofdpijn	P-waarde
m. Temporalis anterior			
Links	36.083 (70.712)	-22.972 (83.244)	p: 0.0290 *
Rechts	36.278 (69.496)	-36.750 (76.703)	p: 0.0051 *
Suboccipitale insertie			
Links	21.444 (80.529)	-2.861 (65.528)	p: 0.3279
Rechts	18.111 (83.450)	-9.306 (67.629)	p: 0.2867
m.Trapezius descendens			
Links	34.028 (110.165)	4.444 (59.541)	p: 0.4107
Rechts	41.861 (97.184)	-7.833 (42.198)	p: 0.0237 *
m. Tibialis anterior			
Links	37.194 (112.387)	27.083 (84.311)	p: 0.7621
Rechts	83.778 (141.834)	29.306 (94.775)	p: 0.1857

Discussie

De belangrijkste bevinding uit dit onderzoek is dat de hoofdpijngroep zich pas na belasting provocatie significant anders gedraagt in PPT-waarden op m. Temporalis anterior links & rechts en m. Trapezius descendens rechts vergeleken met de asymptotische groep. Vooraf aan de belasting verschilt de hoofdpijngroep niet significant in PPT van de controle groep in alle gemeten testplaatsen.

Geen verschil in PPT premeting tussen de hoofdpijngroep en de controle groep in onze studie stemt overeen met Buchtgreitz et al., (2008). Deze stelde vast dat gezonde participanten die na 12 jaar follow-up ETTH ontwikkelen geen daling van de PPT vertonen op m. Temporalis anterior. Ook Drummond et al., (2011) en Peddireddy et al., (2009), geciteerd in Abboud et al., (2013), vonden geen verschil in PPT-waarde op m. Temporalis tussen TTH- en controle participanten. Anders zijn de resultaten van Fernandez-de-las-Penas et al., (2007), (2008), (2010) die wel een significant verminderde PPT-waarde bij CTTH op de m. Temporalis en m. Trapezius aangeven. De reden waarom de resultaten tegenstrijdig zijn t.o.v. de huidige studie kan te maken hebben met de chroniciteit van de hoofdpijnklacht in Fernandez-de-las-Penas et al.,(2007), (2008), (2010). De ontwikkeling van chronische symptomen zoals frequentie, intensiteit en duur van de hoofdpijn, is geassocieerd met veranderingen in musculoskeletale uitkomstmaten zoals de PPT. In de huidige studie werd gebruik gemaakt van een episodische hoofdpijngroep. De mogelijkheid bestaat dat na

chronificatie de baseline PPT wel kan verschillen tussen de hoofdpijngroep en de asymptomatische groep.

In ons onderzoek werden wel significante verschillen in de verandering van PPT tussen de twee groepen gevonden na belasting provocatie op volgende cephalische testplaatsen: m. Temporalis anterior en m. Trapezius. De vastgestelde perifere sensitiviteitsstijging zou de ontwikkeling van hoofdpijnaanvallen bij patiënten met hoofdpijn kunnen triggeren. Buchgreitz et al., (2007) suggereert dat frequente nociceptieve input van de cephalische spieren bij ETTH kunnen zorgen voor het sensitiseren van sensorische afferente en 2^{de} order neuronen in de trigeminale nucleus caudalis en de dorsale hoorn van het cervicale ruggenmerg. Wanneer dit sensitisatieproces niet gestopt wordt, kan het leiden tot sensitisatie van de 3^{de} order neuronen in de thalamus en neuronen in de somatosensorische cortex wat eventueel kan leiden tot chronische hoofdpijn en gegeneraliseerde hyperalgesie. De review van Abboud et al., (2013) beschrijft een grotere 'Forward Head Posture' bij patiënten met CTTH en ETTH vergeleken met gezonde participanten. Deze houding vergroot de belasting op cervicale structuren en kan op termijn leiden tot sensitisatie. We raden aan om deze positie in toekomstig onderzoek zeker na te gaan. Ook het frequente gebruik van computers in de maatschappij zorgt voor een stijging van de musculoskeletale belasting door de lang aanhoudende, monotone houdingen en spieractiviteit hetgeen kan leiden tot een voortdurend sensitisatieproces (Straker et al., 2009).

Op de extracephalische testplaatsen zijn de PPT premeting resultaten in de huidige studie overeenkomstig met de resultaten van Ashina et al., (2005) die geen significant verschil vonden op m. Tibialis anterior tussen de hoofdpijn- en controle groep. Cathcart et al., (2008) vond wel een significante vermindering op het dorsum van de eerste phalanx. Beide studies werden uitgevoerd op participanten met CTTH terwijl in de huidige studie enkel episodische hoofdpijn werd geïnccludeerd. Het ontbreken van extracephalische significante verschillen tussen de hoofdpijn -en asymptomatische groep impliceert een minder uitgesproken aanwezigheid van centrale sensitisatie.

In de huidige studie werden geen correlaties gevonden tussen de PPT-waarden van de premeting en de duur, intensiteit en frequentie van de hoofdpijnaanvallen. Deze resultaten wijzen in dezelfde richting als deze van Fernandez-de-las-Penas et al.,(2007). Abboud et al.,(2013) daarentegen vonden wel een negatieve correlatie tussen PPT en de duur en frequentie van hoofdpijn op bovenstaande testlocaties bij patiënten met CTTH. Palacios-

Cena et al., (2017) stelt dat de frequentie van hoofdpijnen bij CTTH geassocieerd is met sensitiviteit. In onze studie werd een episodische hoofdpijngroep geïncorporeerd. Zoals blijkt uit de resultaten is sensitiviteit eerder beperkt en dus ook de associatie met de hoofdpijnfrequentie.

Het onderzoek naar het verschil in verandering in PPT na belasting provocatie tussen een hoofdpijn- en controle groep is uniek. Een hypothese dat statische houdingen of cervicale belasting zoals bij schrijftaken en frequent computergebruik (Straker et al., 2009) kunnen leiden tot een stijging van de drukpijnsensitiviteit in de cephalische regio en bijgevolg tot de ontwikkeling van hoofdpijnen of cervicale klachten hebben nood aan meer bewijskracht.

Een bijkomende interessante observatie in dit onderzoek is het verschil in spreiding van PPT bij hoofdpijnpatiënten t.o.v. gezonde participanten. Hoofdpijnpatiënten vertonen een kleinere spreiding in PPT na belastingprovocatie terwijl een hogere spreiding vastgesteld werd bij gezonde participanten. Dit kan het gevolg zijn van een trainingseffect en verminderde angst m.b.t. de meting. Zo bereiken gezonde participanten hogere PPT-waarden na belasting provocatie. De verminderde spreiding bij patiënten met hoofdpijn na belasting provocatie kan te wijten zijn aan een stijging van de drukgevoeligheid. De PPT-waarden komen hierdoor lager te liggen en bijgevolg in een kleiner meetinterval. De resultaten m.b.t. de spreiding zijn niet statistisch getest maar zouden in de toekomst verder onderzocht moeten worden.

Eén van de sterktes in deze studie is de homogeniteit van de participantengroepen. De studie werd uitgevoerd bij vrouwelijke participanten tussen de 20 en 28 jaar. Daarnaast werden de metingen uitgevoerd door één onderzoeker en met een betrouwbaar en valide onderzoeksinstrument. Het opzet van de studie is uniek.

Het gebrek aan een voorafgaand testmoment zodat de participanten gewend konden worden aan de procedure is een zwak punt. Er werd slechts eenmalig een proeftest uitgevoerd op de thenar. Ook de testduur en intensiteit van het onderzoek nl. 1 uur 30 minuten waarin zeven items getest werden, werd door de hoofdpijnpatiënten als te lang ervaren. Tot slot was de meting op de suboccipitale inserties in zit vaak moeilijk door het wegglijden van de probe. In nieuwe onderzoeken adviseren we om deze meting in buiklig uit te voeren.

Conclusie

Uit deze studie blijkt dat vrouwelijke patiënten met hoofdpijn tussen de 20 en 28 jaar in PPT cross-sectioneel niet verschillen van gezonde participanten op zowel cephalische als extracephalische testplaatsen. Na belasting provocatie is er wel een significant verschil in verandering van PPT o.a. in de cephalische testplaatsen (m. Temporalis anterior, m. Trapezius re) t.o.v. de asymptomatische groep. De resultaten tonen aan dat de drukgevoeligheid van patiënten met hoofdpijn na een langdurige houding of na een cervicale uithoudingstaak verhoogd is. Er is geen significant verschil gevonden op de extracephalische testlocaties na belasting provocatie. Er is zeker nood aan nieuwe en aanvullende onderzoeken om bovenstaande uitspraken te bevestigen.

Referentielijst

1. Abboud, J., Marchand, A. A., Sorra, K., & Descarreaux, M. (2013). Musculoskeletal physical outcome measures in individuals with tension-type headache: a scoping review. *Cephalalgia*, 33(16), 1319-1336. Doi:10.1177/0333102413492913
2. Andersen, S., Petersen, M. W., Svendsen, A. S., & Gazerani, P. (2015). Pressure pain thresholds assessed over temporalis, masseter, and frontalis muscles in healthy individuals, patients with tension-type headache, and those with migraine-a systematic review. *Pain*, 156(8), 1409-1423. Doi:10.1097/j.pain.0000000000000219
3. Ashina, S., Babenko, L., Jensen, R., Ashina, M., Magerl, W., & Bendtsen, L. (2005). Increased muscular and cutaneous pain sensitivity in cephalic region in patients with chronic tension-type headache. *Eur J Neurol*, 12(7), 543-549. Doi:10.1111/j.1468-1331.2005.01023.x
4. Bendtsen, L., & Fernandez-de-la-Penas, C. (2011). The role of muscles in tension-type headache. *Curr Pain Headache Rep*, 15(6), 451-458. Doi:10.1007/s11916-011-0216-0
5. Buchgreitz, L., Lyngberg, A. C., Bendtsen, L., & Jensen, R. (2007). Increased prevalence of tension-type headache over a 12-year period is related to increased pain sensitivity. A population study. *Cephalalgia*, 27(2), 145-152. Doi:10.1111/j.1468-2982.2006.01248.x
6. Buchgreitz, L., Lyngberg, A. C., Bendtsen, L., & Jensen, R. (2008). Increased pain sensitivity is not a risk factor but a consequence of frequent headache: a population-based follow-up study. *Pain*, 137(3), 623-630. Doi:10.1016/j.pain.2007.10.023
7. Cathcart, S., Petkov, J., Winefield, A. H., Lushington, K., & Rolan, P. (2010). Central mechanisms of stress-induced headache. *Cephalalgia*, 30(3), 285-295. Doi:10.1111/j.1468-2982.2009.01917.x
8. Cathcart, S., & Pritchard, D. (2008). Daily stress and pain sensitivity in chronic tension-type headache sufferers. *Stress and Health*, 24(2), 123-127. Doi:10.1002/smi.1167
9. Chua, N. H., van Suijlekom, H. A., Vissers, K. C., Arendt-Nielsen, L., & Wilder-Smith, O. H. (2011). Differences in sensory processing between chronic cervical zygapophysial joint pain patients with and without cervicogenic headache. *Cephalalgia*, 31(8), 953-963. Doi:10.1177/0333102411408358
10. Fernandez-de-las-Penas, C., Cuadrado, M. L., Arendt-Nielsen, L., Ge, H. Y., & Pareja, J. A. (2007). Increased pericranial tenderness, decreased pressure pain threshold, and headache clinical parameters in chronic tension-type headache patients. *Clinical Journal of Pain*, 23(4), 346-352. Doi:10.1097/AJP.0b013e31803b3770
11. Fernandez-de-las-Penas, C., Ge, H. Y., Cuadrado, M. L., Madeleine, P., Pareja, J. A., & Arendt-Nielsen, L. (2008). Bilateral pressure pain sensitivity mapping of the temporalis muscle in chronic tension-type headache. *Headache*, 48(7), 1067-1075. Doi:10.1111/j.1526-4610.2007.01005.x
12. Fernandez-de-las-Penas, C., Madeleine, P., Caminero, A. B., Cuadrado, M. L., Arendt-Nielsen, L., & Pareja, J. A. (2010). Generalized neck-shoulder hyperalgesia in chronic tension-type headache and unilateral migraine assessed by pressure pain sensitivity topographical maps of the trapezius muscle. *Cephalalgia*, 30(1), 77-86. Doi:10.1111/j.1468-2982.2009.01901.x
13. Palacios-Cena, M., Fernandez-Munoz, J. J., Castaldo, M., Wang, K., Guerrero-Peral, A., Arendt-Nielsen, L., & Fernandez-de-Las-Penas, C. (2017). The association of headache frequency with pain interference and the burden of disease is mediated by depression and sleep quality, but not anxiety, in chronic tension type headache. *J Headache Pain*, 18(1), 19. doi:10.1186/s10194-017-0730-5
14. Peddireddy, A., Wang, K., Svensson, P., & Arendt-Nielsen, L. (2009). Stretch reflex and pressure pain thresholds in chronic tension-type headache patients and healthy controls. *Cephalalgia*, 29(5), 556-565. Doi:10.1111/j.1468-2982.2008.01772.x
15. Straker, L., Maslen, B., Burgess-Limerick, R., & Pollock, C. (2009). Children have less variable postures and muscle activities when using new electronic information technology compared with old paper-based information technology. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(2), e132-143. doi:10.1016/j.jelekin.2007.11.011
16. Walton, D. M., Macdermid, J. C., Nielson, W., Teasell, R. W., Chiasson, M., & Brown, L. (2011). Reliability, standard error, and minimum detectable change of clinical pressure pain threshold testing in people with and without acute neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 41(9), 644-650. doi:10.2519/jospt.2011.3666

Bijlage 1



Beste,

Hartelijk bedankt voor uw interesse in ons onderzoek naar de houdingsrelatie tussen bepaalde testparameters en hoofdpijn. Alvorens u kan deelnemen aan de klinische studie zouden wij u willen vragen de vragenlijst onderaan in te vullen. Deze kan detecteren of u een geschikte kandidaat bent. Indien u liever een schriftelijke versie hebt, gelieve dit zo snel mogelijk te laten weten zodat een van de onderzoekers u deze papieren versie kan bezorgen.

Korte samenvatting studie:

Het doel van de studie betreft een beeld te krijgen van de houdingsverandering na een lange schrijftaak t.o.v. de normale houding van een persoon. Deze houdingsverandering gaan we vergelijken met 3 verschillende testparameters: enerzijds de mobiliteit van de cervicale wervelkolom, anderzijds de drukpijngevoeligheid en vervolgens de uithouding van de diepe nekbuigers.

In totaliteit zal de testing ongeveer 1,5 uur in beslag nemen. Deze zal uitgevoerd worden te Hasselt (verdere info volgt bij inclusie) in de maanden november en december.

Wanneer u de vragenlijst hebt ingevuld, wordt zo snel mogelijk contact met u opgenomen. Zouden wij voor een efficiënt verloop van de planning van de testdagen mogen vragen deze vragenlijst zo snel mogelijk terug door te sturen?

1

Alvast bedankt voor uw medewerking.

Met Vriendelijke Groet,

Chloë Geebelen

Robbe Pauwels

Marit Wevers



Vragenlijst – screening geschikte deelnemers

Deze gegevens worden strikt vertrouwelijk behandeld en zullen niet ter beschikking gesteld worden aan derden. De gegevens worden enkel gebruikt in het kader van deze studie. Uw gegevens zullen niet herkenbaar gemaakt worden.

A. PERSONALIA

Naam + voornaam:..... M / V (omcirkel het antwoord dat van toepassing is)

Adres:

Postcode & woonplaats:

Telefoonnummer:

Email:.....

Geboortedatum (dd/mm/jjjj):

Linkshandig / Rechtshandig (omcirkel het antwoord dat van toepassing is)

Bent u beroepsactief? Nee / Ja, namelijk.....(omcirkel het antwoord dat van toepassing is)

2

Hoeveel tijd brengt u per week door met de laptop / computer / tablet?

-uren/week
-uren/week voor het werk
-uren/week vrije tijd

Lijdt u aan een aandoening die uw gezondheid schaadt (vb. depressie, suikerziekte, emfyseem, alcohol- of drugsverslaving, MS, ziekte van Crohn, Parkinson,.....) of bent u de afgelopen 12 maanden geconfronteerd geweest met een trauma? (vb. whiplash,...)

- Neen
- Ja, namelijk.....

Bent u, buiten het huishouden en werk, fysiek actief? (vb. sport)

- Neen
- Ja, namelijk.....
-uren/week



Graag op iedere vraag antwoorden. Kruis bij elk onderdeel het vakje aan dat voor u van toepassing is.

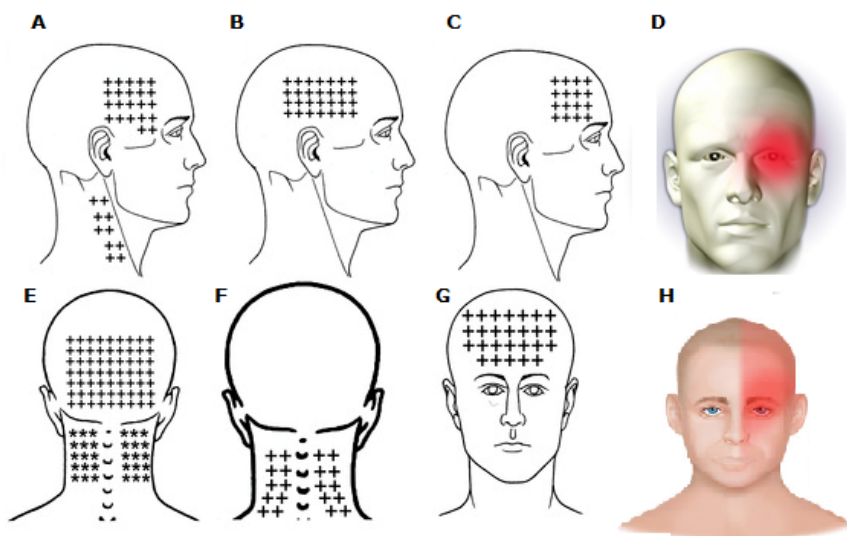
1. Heeft u last van hoofdpijnklachten?

- Nee → einde vragenlijst, gelieve onder de vragenlijst af te tekenen
- Ja → Gelieve onderstaande vragenlijst in te vullen

B. KARAKTERISTIEKEN

1. Waar situeert uw hoofdpijn zich? Gelieve de voorkeurszijde aan te geven door 'Links', 'Rechts', 'Afwisselend' of 'Centraal' te omcirkelen en aan te duiden op onderstaande tekening.

- A Rechts / Links / Afwisselend/ Centraal
- B Rechts / Links / Afwisselend/ Centraal
- C Rechts / Links / Afwisselend/ Centraal
- D Rechts / Links / Afwisselend
- E
- F
- G Rechts / Links / Afwisselend/ Centraal
- H Rechts / Links / Afwisselend
- Geen van bovenstaande opties



2. Hoe voelt de hoofdpijn aan ?

- Kloppend / bonzend / pulserend
- Klemmend / zeurend
- Stekend / priemend
- Drukkend / spannend

3.

A. Hoe lang heeft u al hoofdpijnklachten?

- < 3 maanden
- 3 maanden
- 1 jaar
- 5 jaar
- Exacte periode:

B. Geef een schatting van het gemiddelde aantal hoofdpijnen per maand:

Ik heb gemiddeld hoofdpijnen per maand

4. Treedt de hoofdpijn op in aanvallen ?

- Nee
- Ja

Hoe lang duurt de hoofdpijnaanval gemiddeld?

- o duur:.....

Hoe vaak heeft u dan een hoofdpijnaanval? (aantal keer/week, aantal keer/maand,)

- o aantal:.....

5

5. Hoe zou u de ernst van uw hoofdpijn omschrijven ? Duid de ernst van uw hoofdpijn aan op onderstaande lijn. 0 = geen pijn, 10 = de ergst mogelijke pijn



6. Neemt uw hoofdpijn toe bij fysieke activiteit (b.v. bij traplopen) ?

- Nee
- Ja

7. Heeft de hoofdpijn uw dagelijkse activiteiten ten minste een dag beperkt in de laatste drie maanden?

- Nee
- Ja

8. Omcirkel het antwoord dat voor u van toepassing is: /2

- Heeft u last van het licht als je hoofdpijn hebt? Ja/Neen
- Bent u misselijk of heeft u maaglast wanneer u hoofdpijn heeft? Ja/Neen



9. Wordt de hoofdpijn uitgelokt of erger door aanhoudende posities en/of langdurige zithoudingen (b.v. auto rijden, computergebruik, tablet,...)?

Nee

Ja namelijk:

- Aanhoudende nekposities Welke?
- Langdurige zithouding Welke?
- Andere:.....

10. Wat doet u om de hoofdpijn te verlichten (vb. bedrust, houding veranderen,...)?

.....

.....

C.EXCLUSIECRITERIA

11. Bent u zwanger ?

- Nee
 Ja
 Niet van toepassing

12. Is uw hoofdpijnaanval gekoppeld aan uw menstruatie-periode ?

- Ja
 Nee
 Niet van toepassing

13. Heeft u een chronische (langdurende) aandoening (b.v. fibromyalgie, chronisch vermoeidheidssyndroom, ...)?

- Nee
 Ja, namelijk.....

14. Heeft u een hoge bloeddruk of neemt u specifieke medicatie hiertegen?

- Nee
 Ja, namelijk.....

7

15. Heeft u een operatie in de nek ondergaan?

- Nee
 Ja, namelijk.....

16. Heeft u een nek- of hoofdtrauma opgelopen in een vorige periode (b.v. whiplash)?

- Nee
 Ja, namelijk.....jaartal:.....

17. Heeft u in de laatste 6 maanden kinesitherapie of osteopathie gevolgd voor uw hoofdpijnlucht?

- Nee
 Ja, namelijk.....

18. Gebruikt u pijnstillers tegen uw hoofdpijn en hoelang doet u dit al ?

Nee

Ja, **ik doe dit reeds**.....**weken/maanden** (invullen + schrappen indien niet van toepassing)

Specifiek:

- < 1 per maand
- > 15 per maand
- 1 – 3 per maand
- 1 – 2 per week
- 3 – 5 per week
- 1 per dag
- 1 – 2 per dag
- 3 of meer per dag
- per aanval
 - aantal keer per maand:.....

19. Welke pijnstillers gebruikt u momenteel tegen uw hoofdpijn ?

.....
.....

8

20. Heeft u last van uw kaakgewricht? (tandenknarsen, pijn, klemmen, beetplaat,...)?

Nee

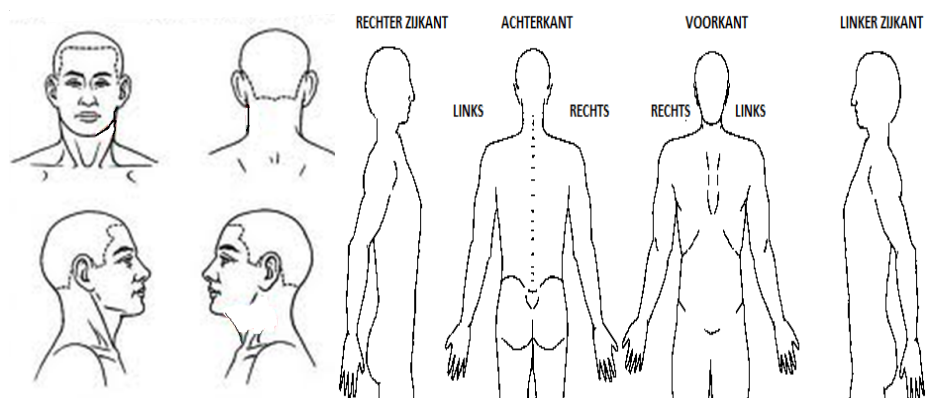
Ja

- Pijnlijke kaak/kaken
- Tandknarsen
- 'Klikkende' kaak bij het openen/sluiten van de mond
- Klemmen (u bijt op uw tanden)
- Andere:.....

D. RELATIE CERVICAAL

21. Heeft u last van nekpijn?

- Nee
 Ja → *Gelieve uw nekpijn op de figuren aan te duiden.*



9

22. Heeft u last van nekstijfheid?

- Nee
 Ja
- Vooral bij bewegingen zoals (verder aanvullen).....
 - Vooral in rust
 - De stijfheid is altijd aanwezig

23. Komt uw hoofdpijn samen voor met de nekpijn?

- Nee
 Ja
- Steeds samen
 - Soms samen
 - Zeer zelden samen
 - Eerst nekpijn, dan hoofdpijn
 - Eerst hoofdpijn, dan nekpijn



Bedankt voor uw medewerking,

De vragenlijst zal verwerkt worden door de onderzoekers waarna spoedig contact met u opgenomen zal worden.

Handtekening (via mail: naam en datum)

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:
Het effect van belasting provocatie op de drukpijn gevoeligheid bij hoofdpijnpatiënten vs. gezonde controlepatiënten

Richting: **master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie-revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij kinderen**
Jaar: **2017**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Pauwels, Robbe

Datum: **5/06/2017**