

Aandacht & balans

Een studie naar de rol van aandacht bij de balanshandhaving

Vrije Universiteit
Faculteit der Gedrags- & Bewegingswetenschappen
Bacheloronderzoeksproject
Auteur: Floor Jeukens & Myron von Gerhardt
Begeleider: John Stins
06 Juli 2017

Vrije Universiteit
Faculty of Behavioural and Movement Sciences
Bachelor research project
Author: Floor Jeukens & Myron von Gerhardt
Supervisor: John Stins
20 July 2017

Inhoud

Samenvatting.....	1
Inleiding	2
Methode.....	5
Resultaten	9
Discussie	10
Conclusie	12
Literatuurlijst	13
Bibliography.....	13
Appendix 1 - Informed Consent	14
Appendix 2 - MATLABscript.....	15
Appendix 3 - Resultaten Neutraal	18
Appendix 4 - Resultaten Schuimkussen	19

Samenvatting

De balanshandhaving is een alledaagse taak waar men zich niet bewust van is. Voor velen is het een automatische taak en kost het geen aandacht. Dit geldt niet voor elk moment. Om hier meer inzicht in te krijgen, is gekeken of de balanshandhaving op bepaalde momenten aandacht kost. Dit is gedaan door middel van het toepassen van het dubbeltaakparadigma. De primaire taak was rechtop stilstaan en dus de balans te handhaven, de secundaire taak was om op een knop te drukken zodra er een geluid te horen is. Van deze responses zijn de reactietijden gemeten van 21 gezonde deelnemers tussen de 19 en 28 jaar. Dit is gedaan onder 2 verschillende condities. Wanneer er gestaan werd op een balansplaat met neutrale ondergrond en wanneer de deelnemer op een schuimkussen stond. Het COP werd bepaald met een samplefrequentie van 1000Hz. Tijdens de analyse werd de bewegingsuitslag van het COP in twee bins verdeeld. Bin 1 was de 50% die het dichtst bij het equilibrium lag en bin 2 de 50% hier meer perifeer van. Wanneer het COP zich in bin 2 begeeft is de balansverstoring groter. De reactietijden die bepaald zijn voor beide bins zijn met elkaar vergeleken in twee verschillende vlakken; de anterior-posterior richting en de mediale-laterale richting. Ook zijn de twee condities met elkaar vergeleken. Bij deze studie is geen significant verschil gevonden tussen de verschillende reactietijden voor beide bins alsmede voor beide condities. Om een conclusie te kunnen trekken over of de aansturing van balans aandacht kost, zou er een vervolgstudie gedaan moeten worden.

Inleiding

Introductie

Op elk moment van de dag is men bezig met het handhaven van balans. Elke taak die wordt verricht, kan alleen worden uitgevoerd wanneer er sprake is van een goede balanshandhaving. Men staat er niet bij stil, omdat het voor velen een automatisch sensomotorisch proces is en men daarbij geen bewuste aandacht voor nodig heeft. Dit geldt echter niet voor iedereen. De motorische en sensorische systemen die betrokken zijn bij balanshandhaving hebben, bij ouderen en mensen met een neuromusculaire ziekte, een verstoorde werking en verminderde samenwerking (Fujimotoa, Egami, Demura, & Yamasobaa, 2015). Tijdens deze studie zal de rol van aandacht bij de balanshandhaving onderzocht worden. Hierbij zal gekeken worden naar de positie van het centre of pressure (COP) wanneer er geprobeerd wordt deze rond het equilibrium te houden. Met het beantwoorden van de vraag welke rol aandacht speelt binnen de balanshandhaving wordt de volgende stap gezet richting het kunnen verhelpen van problemen rondom de balanshandhaving. Binnen deze studie zal er antwoord worden gegeven op de volgende hoofdvraag: "Is de aandachtsturing, bij het handhaven van je balans, afhankelijk van de positie van het COP?"

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zullen eerst de begrippen aandacht en balans gedefinieerd dienen te worden. Tevens zal het begrip COP nader verklaard worden en zal er beschreven worden hoe de mate van aandacht meetbaar is.

Definitie Aandacht

De psycholoog William James zei in 1890 dat iedereen weet wat aandacht is. Hij definieerde het als volgt:

"Attention is the taking possession by the mind in clear and vivid form, of one out of what seem several simultaneously possible objects or trains of thought. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others" (James, 1880).

Binnen deze studie zal de focus liggen bij de aandacht die de hersenen gebruiken om sensorische en motorische informatie te verwerken. Aandacht wordt gedefinieerd als de capaciteit die de hersenen gebruiken om informatie te verwerken. Hierbij geldt dat ieder persoon een eigen maximale capaciteit heeft. Hoeveel aandacht een taak kost en hoeveel capaciteit er dus gebruikt wordt, is gedefinieerd als de verwerkingscapaciteit van een bepaalde taak.

Zowel extrinsiek als intrinsiek krijgt men veel verschillende prikkels op hetzelfde moment te verwerken. De hersenen hebben echter een beperkte verwerkingscapaciteit, de hersenen hebben dus een maximaal aantal prikkels dat ze tegelijk kunnen verwerken. Wanneer er meer ruimte wordt ingenomen dan de maximale capaciteit, zal dit betekenen dat de prestatie op de individuele taken zal afnemen (Woollacott & Shumway-Cook, 2002). Het brein is in staat om de aandacht te verdelen en bepaalde prikkels te selecteren. De prikkels die niet relevant zijn voor de taak worden eruit gefilterd om zo het werkgeheugen minder te belasten. Dit begrip staat bekend als selectieve aandacht. Een voorbeeld van selectieve aandacht is de studie van Verghese, et al., (2007). Uit deze studie bleek dat voor ouderen de handhaving van balans tijdens het lopen zoveel aandacht kost, dat ze een tweede taak als praten niet tegelijk konden uitvoeren. Er moest een selectie gemaakt worden naar welke van de twee taken de aandacht toe ging. Om toch te kunnen praten kozen de ouderen ervoor om met een lagere snelheid te lopen.

Om erachter te komen of een taak aandacht kost kan er gebruik gemaakt worden van het feit dat er een maximale verwerkingscapaciteit is en dat wanneer deze overschreden wordt de taak slechter zal worden uitgevoerd. Hoe moeilijker een primaire taak is, hoe meer verwerkingscapaciteit er nodig is om deze taak goed uit te kunnen voeren (Huxhold, Li, Schmiedek, & Lindenberger, 2006). Er is dan minder verwerkingscapaciteit over om een secundaire taak goed uit te voeren.

Definitie Balans

Zoals staat beschreven in de eerste wet van Newton, is een object in balans wanneer de som van de momenten rond het draaipunt van dit object gelijk is aan nul. Wanneer de mens als mechanisch object wordt gezien betekent dit dat de som van de momenten rond het draaipunt (het massamiddelpunt) nul zou moeten zijn. De mens kan echter door verschillende bi-articulaire spieren nooit volledig stil staan. Stil staan en in balans blijven is een complexe perceptuo-motorische taak. Er is namelijk een continue beweging en er zijn altijd invloeden van binnen- en buitenaf die de balans willen verstoren. Ondanks de continue bewegingen en bijstellingen, blijft het lichaam in balans en valt men niet om. (Pollock, Durward, Roew, & Paul, 2000).

Om ervoor te zorgen dat de balans behouden blijft en men niet omvalt, moet er continu geanticipeerd worden op de verstoringen; met name de zwaartekracht is van grote invloed op de balanshandhaving. Meerdere componenten van het centrale zenuwstelsel spelen hierbij een rol. De somatosensorische cortex, het evenwichtsorgaan en de visuele feedback werken samen om de balans te waarborgen. Deze componenten zorgen ervoor dat de neerwaartse projectie van centre of mass (COM), het massamiddelpunt van het lichaam, binnen de base of support (BoS) blijft. Deze neerwaartse projectie is tijdens stilstand het centre of pressure (COP). De BoS wordt ook wel het steunvlak genoemd en is bij de mens het gebied dat beschreven wordt door één lijn rond beide voeten te trekken in rechtopstaande positie. Wanneer het COP buiten het steunvlak dreigt te komen, moet deze worden bijgestuurd. Het stabiliserend moment wordt met een kleine vertraging gecreëerd, omdat het tijd kost voordat de informatie verwerkt is en de spieren aangestuurd zijn. Wanneer dit niet of te laat gebeurt en het COP buiten het steunvlak treedt, zal men omvallen. In deze studie zal het handhaven van balans dan ook worden gedefinieerd als het vermogen om het centre of pressure binnen de grenzen van de base of support te houden, tijdens rechtop stilstaan.

Er zijn verschillende extrinsieke factoren die van invloed zijn op het handhaven van de balans. Zoals eerder genoemd speelt visuele feedback een rol bij de balanshandhaving. Als de visuele feedback ontbreekt, of vertekend werkt, wordt de balans taak moeilijker. Men zal grotere uitwijkingen van het COP laten zien. Daarnaast is de ondergrond waar men op staat van invloed op de uitwijking van het COP. Verschillende ondergronden zorgen voor verschillende versnellingen van het COP. Hoe groter de versnelling van het COP hoe groter de uitwijking en hiermee de kans om uit balans te raken. Stambolieva & Angov, (2010) toonden dit aan door het COP te meten tijdens staan op een schuimkussen en op een neutrale ondergrond. Wanneer de deelnemers op schuimkussen stonden, waren de snelheden van het COP groter. Binnen deze studie zal er van dit principe gebruik gemaakt worden om te onderzoeken of er grotere effecten gevonden worden bij het staan op een schuimkussen in vergelijking met staan op een neutrale ondergrond.

Koppeling Aandacht en Balans

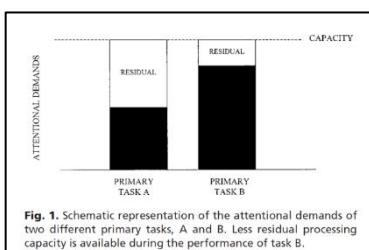
In deze studie wordt onderzocht wat de precieze link is tussen aandacht en het handhaven van balans. Voor het uitvoeren van motorische taken, zoals de balanshandhaving, maakt het lichaam gebruik van verschillende processen. Een daarvan is het cognitieve proces en voorbeelden hiervan zijn geheugen, arousal, motivatie en aandacht (Huang & Stemmons Mercer, 2010). Op dit laatste cognitieve proces ligt de focus bij deze studie. Het lijkt zo te zijn dat de aansturing van balans niet alleen een automatische (reflexmatige) taak is, maar ook een cognitieve taak.

Woollacott & Shumway-Cook, (2002) vonden in hun review studie dat wanneer de primaire taak het handhaven van balans tijdens stilstand was en als secundaire taak een cognitieve taak werd toegevoegd, deze primaire taak verstoord werd door de secundaire taak. Dit duidt erop dat de balanshandhaving naast motorische processen ook een beroep doet op cognitieve processen.

Om te onderzoeken of de handhaving van balans aandacht kost, kan er gebruikt gemaakt worden van hetzelfde principe als Woollacott & Shumway-Cook, (2002) gebruikt hebben, het dubbeltaakparadigma. Wanneer als primaire taak de balanshandhaving in stilstand is, zal dit een deel van de verwerkingscapaciteit gebruiken en op deze manier aandacht kosten. Als er gelijktijdig een secundaire taak moet worden uitgevoerd die een beroep doet op hetzelfde gedeelte van het verwerkingscapaciteit, kan dit als maat genomen worden voor de aandacht die de primaire taak kost. Als de primaire taak bijvoorbeeld veel verwerkingscapaciteit nodig heeft, is er minder over om aan de secundaire taak te besteden. Deze zal hierdoor slechter worden uitgevoerd. Teasdale, et al., (1993) gebruikten als secundaire taak het indrukken van een knop na het horen van een geluid. Deze taak is meetbaar in de vorm van reactietijden en werd slechter uitgevoerd wanneer de primaire balanstak moeilijker gemaakt werd, zoals gemeten bij oudere proefpersonen. Er was dus meer aandacht nodig om de balans te handhaven waardoor de aandacht minder gebruikt kon worden voor de secundaire taak. Dus om de rol van aandacht meetbaar te maken bij de balanshandhaving kunnen de reactietijden genomen worden als indicatie voor de prestatie op een secundaire taak, zoals het indrukken van een knop bij het horen van een geluid.

Verwerking van het COP

Er zijn verschillende studies geweest waarbij er gekeken is naar het handhaven van balans in combinatie met een dubbeltaak. Binnen deze studies zijn er significante effecten gevonden tussen ouderen en jongeren bij de rol van aandacht tijdens het handhaven van balans (Fujimotoa, Egami, Demura, & Yamasobaa, 2015). In deze studie ligt de focus op de rol van aandacht tijdens verschillende moment gedurende stilstand. In de literatuur is de theorie van intermittent control te vinden. Deze theorie is gebaseerd op de aanname dat er geen continue aandacht sturing plaatsvindt bij het handhaven van de balans, maar dat deze op verschillende momenten wel of niet gebruikt wordt. Ook wordt er op sommige momenten gebruik gemaakt van intrinsieke feedback en feed forward aansturing. Dit is een verklaring voor de eerdergenoemde vertraging van de aansturing na een balansverstoring. De bijsturing vindt alleen plaats wanneer er een balansverstoring dreigt. Dit is bijvoorbeeld op de momenten waarop het COP zich aan de buitenste randen het van steunvlak bevindt en de grens van stabiel staan overschreden dreigt te worden (Pollock, Durward, Roew, & Paul, 2000) en (Peter Gawthrop, 2011). Het COP is continu in beweging en is dus ook steeds in een ander deel van het steunvlak. Er wordt dan ook een continue fluctuatie verwacht in de mate van aandacht die nodig is.



Figuur 1: Pollock et al (2000)

Wanneer het meer aandacht kost om in balans te blijven wanneer het COP in de buitenste helft is van het steunvlak, zal er minder verwerkingscapaciteit overblijven om een tweede taak te volbrengen. In figuur 1 uit de studie van Pollock, Durward, Roew, & Paul, (2000) is schematisch weergegeven hoe dat eruit zal zien wanneer task A in balans blijven is wanneer het COP in de binnenste helft van het steunvlak is en task B in de buitenste helft. Zoals te zien kost task A minder aandacht dan task B. Om te kijken of deze theorie klopt kan er gebruikt gemaakt worden van het dubbeltaakparadigma en kan er zo een antwoord gevonden worden op de vraag: "Is er een verschil in reactietijd tijdens het handhaven van balans in stilstand wanneer het COP zich in het equilibrium bevindt of hier meer perifeer van en is er een groter effect bij balanshandhaving op schuimrubber?"

Methode

Deelnemers

Bij deze studie zijn er 21 deelnemers tussen de 19 en 28 jaar (gem leeftijd: 22) geselecteerd. Allen hebben geen last van blessures of ziekten die van invloed kunnen zijn op balanshandhaving. Onder de 21 deelnemers bevonden zich 6 vrouwen en 15 mannen.

Onderzoeksopzet

Door middel van een dubbeltaak wordt onderzocht of het aandacht kost om in balans te blijven. De primaire taak die de deelnemer krijgt, is om rechtop stil te staan. De secundaire taak is zo snel mogelijk een knop indrukken wanneer er een geluid te horen is.

Er zullen twee condities gemeten worden. Er wordt gemeten wanneer de deelnemer op een neutrale ondergrond staat en wanneer deze op een schuimkussen staat. De condities worden respectievelijk neutraal en schuim genoemd. Elke afzonderlijke meting duurt 3 minuten. De volgorde waarin de condities worden afgenomen bij alle deelnemers is; neutraal, schuim, neutraal, schuim. In totaal duurde een meting voor een deelnemer dus 12 minuten.

Experimentele opstelling

Om het COP te meten wordt er gebruik gemaakt van een balansplaat waar de deelnemer gedurende de metingen op staat. De balansplaat bestaat uit 8 sensoren die de kracht meten in drie verschillende vlakken. Voor deze studie zijn het X- en Y-vlak van belang. Daarnaast is er een versterker nodig die de data van de balansplaat, de data van de drukknop en de data van het geluidssignaal binnen krijgt. De deelnemer staat met het gezicht naar de muur om niet afgeleid te worden. Het COP wordt gemeten met een samplefrequentie van 1000 Hertz (Hz). Het geluid (een kort pieptoontje met een toonhoogte van 8000 Hz) wordt met een wisselend interval tussen de 2 en 6 seconden afgespeeld.

Procedure

De deelnemer wordt geïnstrueerd de schoenen uit te doen, zodat het schoeisel geen invloed kan uitoefenen op de balanshandhaving. De deelnemer wordt geïnstrueerd stil te blijven staan en dus in balans te blijven. De tweede taak die de deelnemer krijgt is de drukknop (vastgehouden in de rechterhand) zo snel mogelijk indrukken na het horen van een geluid. De ogen moeten openblijven en er mag niet gesproken worden tijdens de meting om de balans niet te beïnvloeden en de aandacht alleen te gebruiken voor de twee taken. Om de minuut wordt aangegeven hoe lang de meting nog duurt, zodat de proefpersoon niet verveeld raakt en geconcentreerd kan blijven. Om de drie minuten wordt de conditie veranderd in de volgorde; neutraal, schuim, neutraal, schuim. In Figuur 2 is te zien hoe de meetopstelling eruitziet bij de neutrale meting. In Figuur 3 is dit te zien voor de metingen wanneer de deelnemer op schuimrubber staat. De metingen worden meteen achter elkaar uitgevoerd.



Figuur 2: Opstelling Neutraal



Figuur 3: Opstelling Schuim

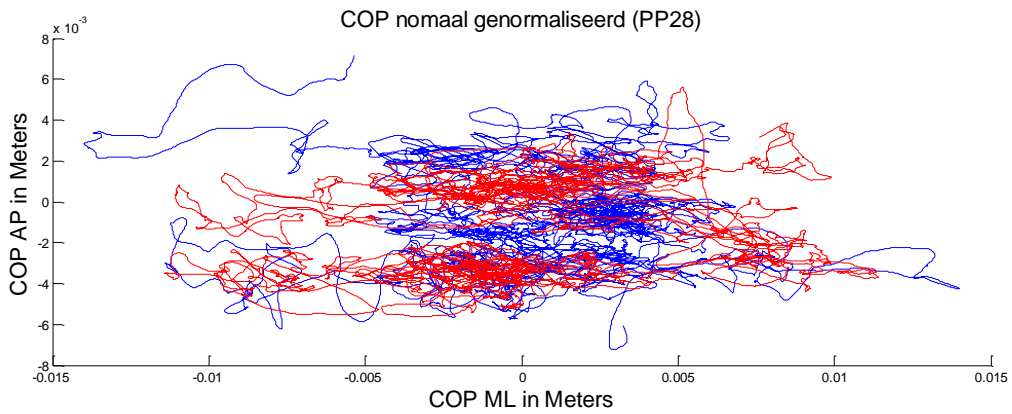
COP-analyse



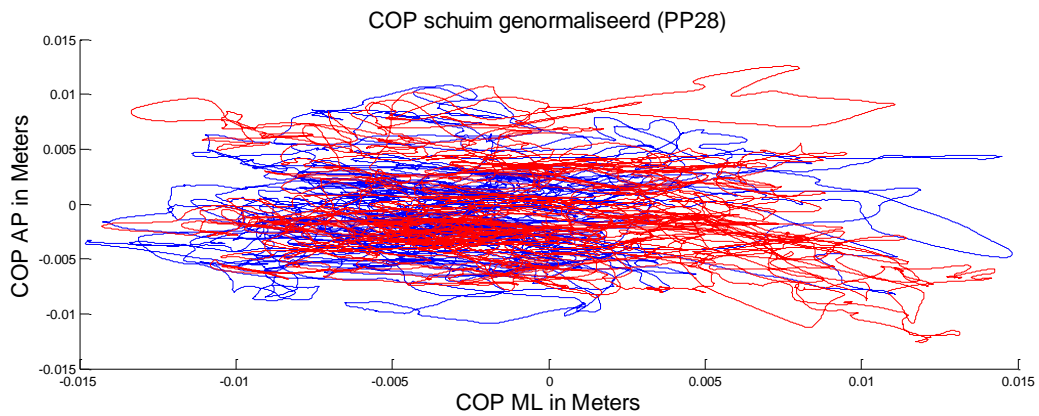
Figuur 4: COP-Analyse schematisch

In totaal is 12 minuten lang het COP gemeten met een samplefrequentie van 1000Hz. Twee keer 3 minuten met de neutrale conditie en twee keer 3 met de schuim conditie. Voor het verwerken van deze data wordt er gebruik gemaakt van het programma Matlab. In Figuur 4 zijn schematisch de stappen weergegeven van de analyse van het COP. De krachten zijn gemeten met een balansplaat in de x- y- en z-richting. Er wordt alleen gekeken naar de x- en y-richting. In deze data zit ruis die met behulp van een butterfilter gefilterd moet worden. Hierbij is er gebruik gemaakt van een 2e orde low pass filter met een afsnijfrequentie van 5 Hz. Vervolgens dienen de eerste 1000 waardes niet meegenomen te worden in verband met het inslinger effect van het filter.

Voor deze studie zal het COP in twee aparte richtingen geanalyseerd worden en wel de Anterior-Posterior (AP) richting en de Mediaal-Lateraal (ML) richting, respectievelijk de X en Y richting van de balansplaat. Vervolgens wordt naar de mediaan gezocht van de COP tijdserie. Dit punt wordt gezien als het equilibrium. De bewegingsuitslag van het COP is het verschil tussen het equilibrium en de locatie van het COP op elk moment. Wanneer het COP zich verder van het equilibrium af bevindt, is de balansverstoring groter (Pollock, Durward, Roew, & Paul, 2000) en (Peter Gawthrop, 2011). In de Figuren 5 en 6 zijn voorbeelden van de bewegingsuitslag van het COP te zien van een representatieve trial. Deze is genormaliseerd, omdat het equilibrium dat bepaald is gezien wordt als het nulpunt. Na het bepalen van de bewegingsuitslag wordt de bewegingsuitslag van het COP opgesplitst in twee helften. Bin 1 is de binnenste 50% van het gebied waar het COP zich bevond tijdens het meten en bin 2 is de buitenste 50%. Deze buitenste 50% bestaat uit twee maal 25% van de uiterste (links/ rechts, of voor/achter) COP waardes. Met andere woorden wordt er een onderscheid gemaakt tussen de punten waar het COP zich bevindt dicht bij het equilibrium en de punten meer perifeer hiervan richting de rand van het steunvlak, waar de balansverstoring groter is. Om te kijken of er meer aandacht nodig is, wanneer de balansverstoring groter is, kunnen de reactietijden tussen de twee bins met elkaar vergeleken worden (Teasdale, Bard, Larue, & Fleury, 1993) (Roerdink, Hlavackova, & Vuillerme, 2011).



Figuur 5: COP genormaliseerd neutraal



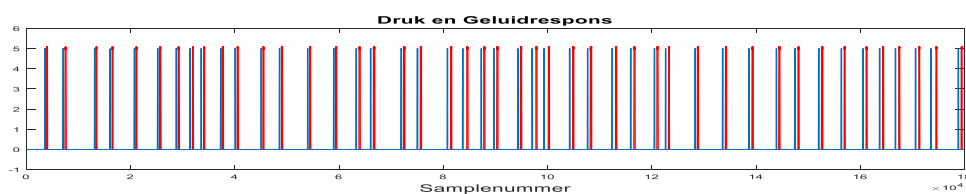
Figuur 6: COP genormaliseerd schuim

Tijdsree analyse



Figuur 7: Tijdsree analyse schematisch

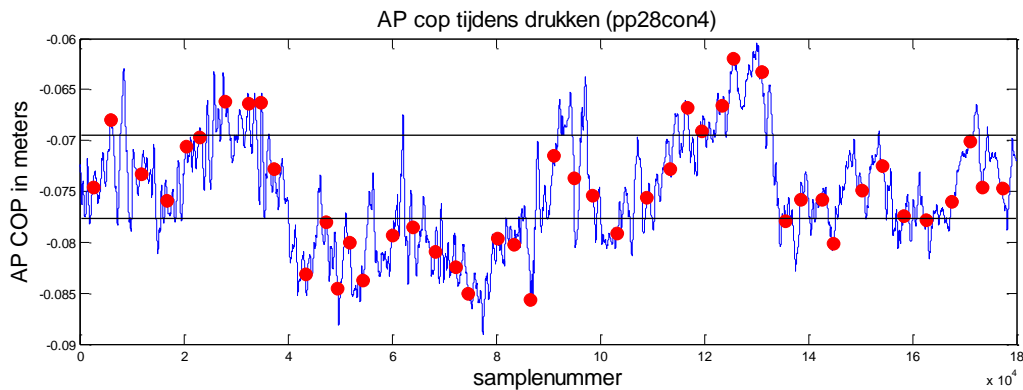
Om de reactietijden te kunnen vergelijken tussen de twee bins, moeten deze eerst bepaald worden. In figuur 7 is schematisch weergegeven welke stappen er ondernomen moeten worden. In figuur 8 is te zien hoe de ruwe data eruitziet. Hierbij is de het geluid blauw en de drukrespons rood. Wanneer er een geluid te horen is en op het moment dat er op de knop gedrukt werd, is er een piek te zien in de data. Bij de datafiles moet er opzoek gegaan worden naar de momenten in de tijd waarop er een geluidssignaal of drukresponses is geweest. Op deze momenten verspringt de waarde van de data van rond de nul naar een groter getal zoals in de figuur 8 te zien is. Met behulp van de functies find en diff kunnen de samplenummers van deze momenten gevonden worden.



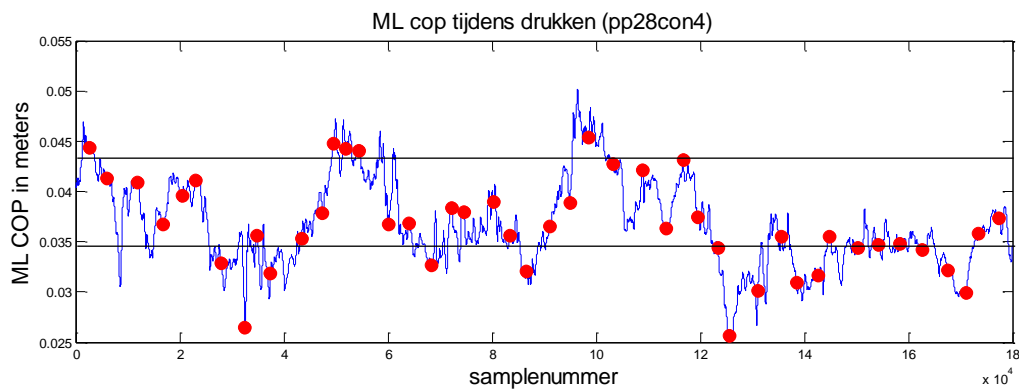
Figuur 8: Druk en Geluidresponsen

Wanneer de samplenummers gevonden zijn, kan de reactietijd bepaald worden. Voor het bepalen van de reactietijden wordt eerst het verschil in samples bepaald tussen het horen van het geluid en het drukken op de knop. Dit aantal samples wordt vervolgens gedeeld door de samplefrequentie om uit te komen op de reactietijd in seconde. Bij het bepalen van de reactietijden worden alleen de data gebruikt waarbij er tussen de 100 en 1000 samples gereageerd is. Sneller dan reageren dan 100 samples (100ms) is voor mensen niet mogelijk en na 1000 samples (1s) heeft de proefpersoon er te lang over gedaan en speelt dus concentratieverlies een rol. Bij de verdere analyse moet wel rekening worden gehouden dat proefpersonen soms foutief reageren; niet drukken, twee keer drukken of te vroeg zijn. Mocht dit gebeuren dan worden deze fouten er ook uit gefilterd.

Omdat de twee bins met elkaar vergeleken worden, moeten de reactietijden aan een bin toegekend worden. Met andere woorden, er wordt gekeken in welke bin het COP zich bevond tijdens het afspelen van het geluid. In Figuur 9 zijn de rode bollen het geluidssignaal en de blauwe lijn de bewegingsuitslag van het COP in de AP richting. In Figuur 10 is hetzelfde te zien voor de ML richting. Te zien is dat sommige geluiden te horen waren wanneer het COP zich in bin 1 bevond, dichtbij het equilibrium, en andere buiten de lijnen van de 50% range vallen en dus bij bin 2 horen.



Figuur 9: Geluidresponses op COP-Anterior Posterior



Figuur 10: Geluidresponses op COP- Mediaal Lateraal

Door gebruik te maken van een loop, kan deze procedure voor alle vier de condities worden herhaald. Wanneer alle vier de condities zijn geanalyseerd dienen de resultaten van de twee neutrale condities te worden samengevoegd en gemiddeld, hetzelfde dient gedaan te worden met de twee condities waarbij gebruikt wordt gemaakt van schuim. Als einddata ontstaat er een file waarbij elke proefpersoon een eigen regel krijgt en waarbij er vervolgens acht kolommen met reactietijden zijn. Deze zijn de reactietijden die bepaald zijn voor; Anterior-Posterior neutraal bin 1, Anterior-Poster neutraal bin 2, Mediaal-Lateraal neutral bin 1, Mediaal lateraal neutraal bin 2, Anterior-Posterior schuim bin 1, Anterior-Poster schuim bin 2, Mediaal-Lateraal schuim bin 1, Mediaal lateraal schuim bin 2.

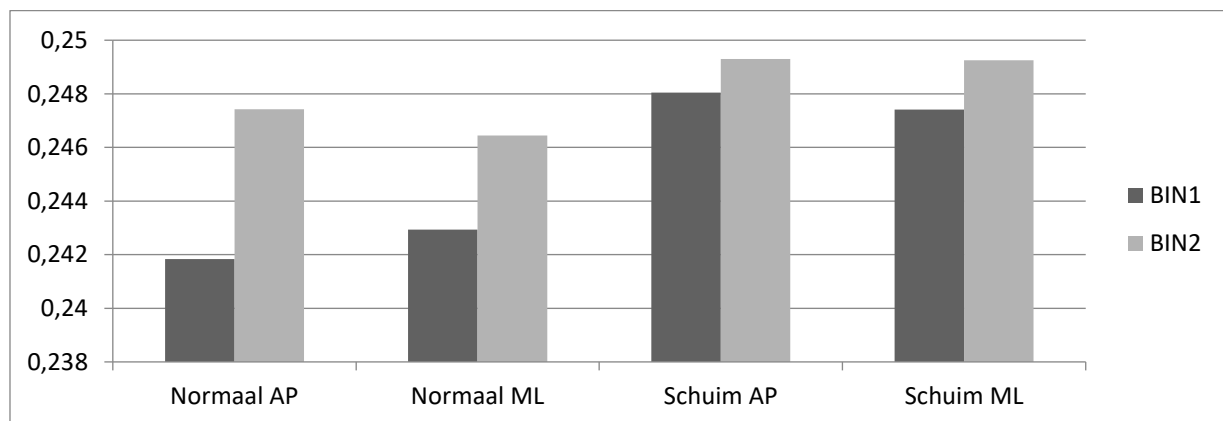
Statistische analyse

Bij de statistische analyse is in het programma SPSS gebruikgemaakt van de test ANOVA repeated measures. Waarbij er twee factoren waren, de conditie en de bin. Bij de eerste factor waren de levels neutraal en schuim, bij de tweede waren dit bin 1 en 2. Om te kijken of er een hoofdeffect was en er een significant verschil was tussen de reactietijden van de twee bins werden deze met elkaar vergeleken wanneer beide condities samengevoegd werden. Om te kijken of er een tweede hoofdeffect was, werden de reactietijden vergeleken van de condities neutraal en schuim en beide bins samengevoegd. Daarnaast werd er gekeken of er een interactie-effect is.

Resultaten

De gemiddelde reactietijden zijn vergeleken voor de verschillende factoren. De gemiddelde reactietijden zijn te vinden in onderstaande tabellen en Figuur 11.

Neutraal				Schuimkussen			
Anterior posterior		Mediaal lateraal		Anterior posterior		Mediaal lateraal	
Binnen	Buiten	Binnen	Buiten	Binnen	Buiten	Binnen	Buiten
0,24184	0,247427	0,242939	0,246446	0,248045	0,249295	0,247412	0,249252

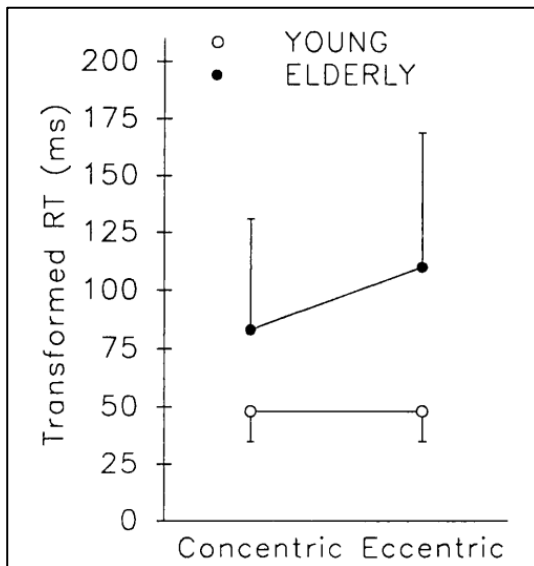


Figuur 11: Reactietijden per bin en conditie

Voor het mediaal-lateraal vlak is voor het hoofdeffect conditie geen significant effect gevonden van de reactietijd tussen de levels neutraal en schuim, $F(df1, df2) = 0.367, p > 0.05$. Voor het hoofdeffect bins is ook geen significant verschil gevonden tussen bin 1 en bin 2, $F(df1, df2) = 0.3.987, p > 0.05$. Als laatste werd er ook geen interactie-effect waargenomen in het mediaal-lateraal vlak, $F(df1, df2) = 0.334 p > 0.05$.

Voor het andere vlak, het anterior-posterior vlak werd geen significant verschil gevonden in reactietijden van de deelnemers tussen de twee verschillende condities neutraal en schuim, $F(df1, df2) = .437 p > 0.05$. Voor de factor bins werd bijna significantie bereikt, $p = 0.052$. Echter is $p > 0.05$ en is er geen significant verschil gevonden is tussen de twee bins, $F(df1, df2) = 4.253 p > 0.05$. Voor dit vlak bleek ook het interactie-effect geen significant effect te hebben, $F(df1, df2) = 0.780 p > 0.05$

Discussie



Figuur 12: Teasdale, et al. (1993)

Er is geen significant effect gevonden tussen bin 1 (RTs binnenste 50% COP) en bin 2 (RTs buitenste 50% COP) in beide condities. Daarnaast is er ook geen significant effect gevonden tussen de twee condities. Dit is anders dan verwacht, kijkend naar de literatuur waar deze studie op gebaseerd is. Enkele verklaringen waarom er in deze studie geen significant effect gevonden is, zullen hier behandeld worden, net als aanbevelingen voor vervolgstudies.

Leeftijd deelnemers

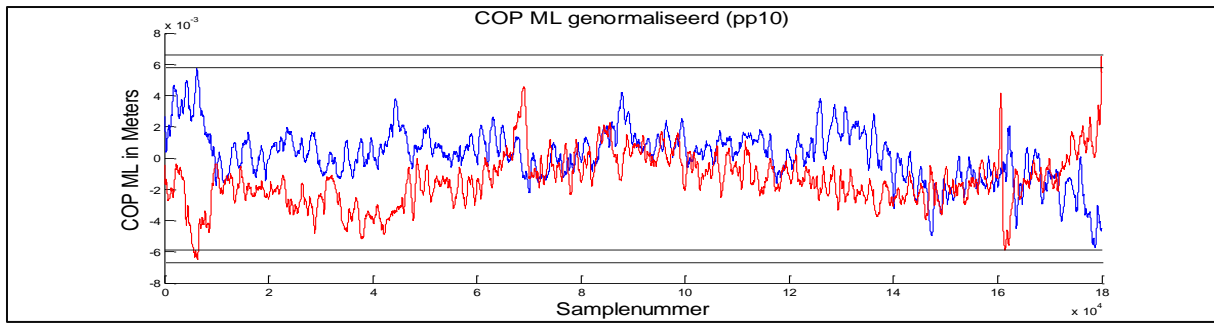
Er werd verwacht een effect gevonden te worden echter als deze studie vergeleken wordt met die van Teasdale, et al. (1993) wordt het verwachte effect in die studie alleen gevonden bij ouderen. In Figuur 12 is te zien dat de reactietijd van ouderen groter werd wanneer het COP zich in het perifere deel van het

steunvlak bevond. Bij jongeren bleef de reactietijd constant. In Figuur 12 staat concentric voor het deel van het steunvlak dichtbij het equilibrium (onze bin 1) en eccentric hier meer perifere van (onze bin 2). Om een significant verschil te vinden is voor vervolgstudies interessant om de leeftijd van de deelnemers nader te onderzoeken.

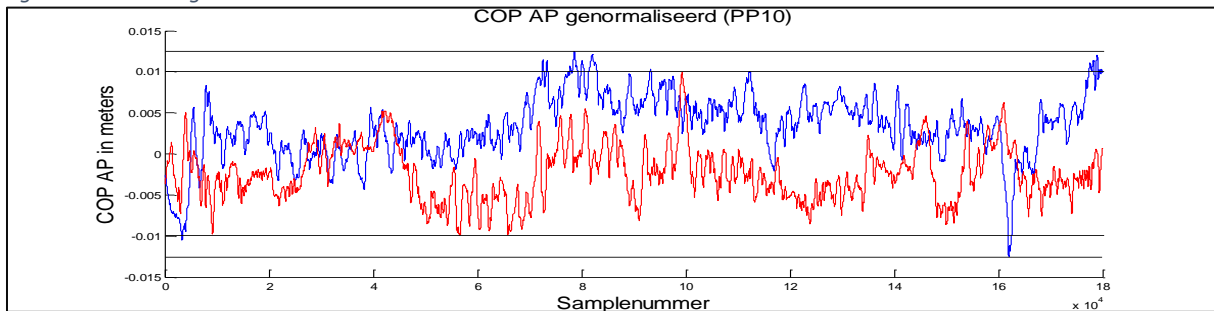
Analyse

Zoals eerder beschreven is in deze studie de bewegingsuitslag van het COP opgesplitst in de vlakken Anterior-Posterior en Mediaal-Lateraal. Binnen beide vlakken is hierbij een uitwijking van het COP bepaald die bij de helft hoort die het meest dichtbij het equilibrium ligt en de helft die het verste van dit punt af ligt. Dit is gedaan door alle gevonden waarden in AP en ML richting te sorteren en te verdelen in vier kwanten. De buitenste twee kwanten zijn toebedeeld aan de groep met de grootste uitwijkingen (bin 2) en de binnenste twee kwanten aan de groep met de minste uitwijking (bin 1) ten opzichte van de mediane waarde. Vervolgens zijn de reactietijden bekeken die corresponderen bij deze helften. De twee metingen met dezelfde conditie zijn hierna samengevoegd en gemiddeld. Bij het samenvoegen en middelen van deze twee is er echter geen rekening gehouden dat bijvoorbeeld de laterale helft van meting één niet hoeft te corresponderen met de laterale helft van meting twee.

In de figuren 13 en 14 is dit geïllustreerd. In Figuur 13 zijn de genormaliseerde COP-waarden in het mediaal –laterale vlak te zien. Hierbij is de blauwe lijn meting 1 en de rode lijn meting 2 in dezelfde conditie. De horizontale lijnen geven hierbij de maximale uitwijkingen aan van beide metingen. In dit figuur valt op dat bij meting 2 zowel de maximale positieve als de maximale negatieve uitwijking groter is dan bij meting 1. De totale range van meting twee is dus groter dan bij meting 1 met als gevolg dat gevonden reactietijden die bij meting 1 binnen de laterale helft zullen vallen bij meting twee binnen de mediale helft zouden zijn gevallen. Bij Figuur 14 is hetzelfde effect te zien in het AP vlak echter hier is de range van meting 1 juist groter dan bij meting 2.



Figuur 13: COP ML genormaliseerd



Figuur 14: COP AP genormaliseerd

Een vergelijking tussen de meest laterale waarden en de waarden meer bij het equilibrium kunnen op deze manier niet zuiver worden vergeleken. Bij een vervolgstudie is het dan ook aan te raden om na het normaliseren van de waarden de metingen samen te voegen, zodat het bepalen van de helften gebeurt op basis van beide metingen. De volgorde van de tijdsserie analyse zou dan de volgorde aannemen zoals schematisch is weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15: voorstel tijdserie analyse

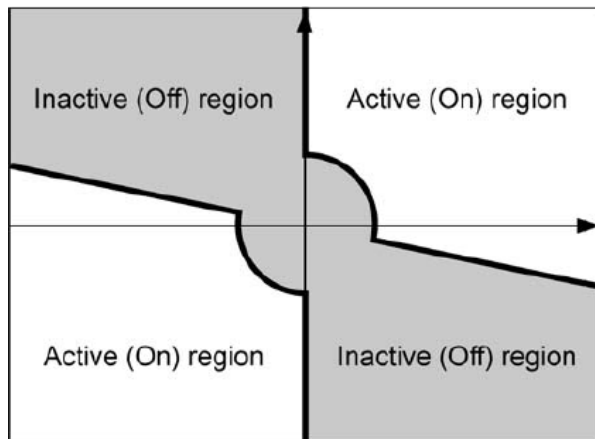
COP-snelheid/versnelling

In de meeste studies wordt als indicator voor balansverstoring de positie van het COP gebruikt. Ook in deze studie is hiernaar gekeken. We redeneerden dat wanneer het COP zich aan de randen van het steunvlak bevindt, de balansverstoring het grootst is. Dit hoeft echter niet te betekenen dat het lichaam daadwerkelijk uit balans raakt. Er zou ook naar de snelheid gekeken kunnen worden. Hoe hoger de snelheid van het COP, hoe meer moeite het kost om het COP bijtijds af te remmen voordat er een verstoring van de balans plaatsvindt. Dit zouden vervolganalyse kunnen uitwijzen.

Verwerkingscapaciteit

Een voorwaarde aan het dubbeltaak paradigma is dat beide taken concurrerend zijn en dezelfde soort aandachtreserve aanspreken. Een andere voorwaarde is dat de maximale verwerkingscapaciteit overschreden wordt en dat de benodigde aandacht over beide taken verdeeld moet worden. De secundaire taak zal dan minder goed uitgevoerd worden en op deze manier een maat zijn voor de mate van aandacht van de primaire taak. In deze studie zal de reactietijd slechter worden wanneer de handhaving van balans meer aandacht kost en er dus minder aandacht over is om te besteden aan het reageren op het geluidssignaal.

De aandacht die gebruikt wordt om te reageren op het geluidssignaal is volledig extrinsiek. De aandacht voor de balanshandhaving is zowel intrinsiek als extrinsiek. De aandacht benodigd voor het geluidssignaal en voor de balanshandhaving komt niet volledig overeen en het zou kunnen zijn dat voor beide taken een andere soort aandacht vereisen. Wanneer beide tegelijk moeten worden uitgevoerd wordt dan de maximale verwerkingscapaciteit niet overschreden.



Figuur 16: Yoshiyuki Asai, (2009)

In de inleiding is de theorie intermittent control al naar voren gekomen. Binnen de modellen die uitgaan van een balanshandhaving volgens deze theorie, vindt er geen continue aansturing plaats, maar wordt er gebruik gemaakt van feed forward en feedback. Hierbij beschrijft de theorie dat er pas een beroep wordt gedaan op het actief aansturen van de balanshandhaving op het moment dat er een balansverstoring dreigt. Het vinden van effect in deze studie zou dan alleen gevonden kunnen worden als dit daadwerkelijk zo is. Yoshiyuki Asai, (2009) hebben een

intermittent control principe getest en concludeerden dat de aansturing van balanshandhaving niet continue actief is maar op sommige momenten wel of niet gebruikt wordt. Deze momenten zijn afhankelijk van de locatie van het COP. In Figuur 16 is het gebied te zien waar het COP zich kan bevinden tijdens balanshandhaving. Het grijze gebied is de regio waar de balansverstoringen niet actief aangestuurd wordt, rondom het equilibrium is dit ook het geval. Het zou het geval kunnen zijn dat de COP's van de deelnemers tijdens deze studie niet buiten de inactieve regio kwam. En dat de balanshandhaving voor zowel bin 1 als bin 2 geen actieve aansturing nodig had voor beide condities. Het zou kunnen dat de balanstak niet genoeg aandacht kost om de maximale verwerkingscapaciteit te overschrijden wanneer er een secundaire taak gegeven werd en er dus geen significant verschil gevonden is voor de reactietijden bepaald voor bin 1 als bin 2. Een aanbeveling voor vervolgstudies zal dan ook zijn de balanstak moeilijker te maken zodat het COP buiten het inactieve gebied valt zoals beschreven door Yoshiyuki Asai, (2009).

Conclusie

Wanneer de reactietijden van bin 1 (COP waarden bij het equilibrium) met bin 2 (meer perifere COP waarden) vergeleken worden, was er geen significant verschil. Een voor de hand liggende conclusie zou dan zijn dat er geen aandacht nodig is voor de handhaving van balans, omdat er in bin 2 een grotere balansverstoring is en de kans om, om te vallen groter is. Echter zijn er meerdere redenen waarom er nader onderzoek nodig is om hier meer over te kunnen zeggen. Er zijn een aantal verbeterpunten voor vervolgstudies om dichterbij een conclusie te komen over de rol van aandacht bij de balanshandhaving. Zo is het aan te raden de balansverstoring te vergroten om duidelijker verschil te waarnemen. Ook kan er in plaats van naar de positie van het COP naar de snelheid gekeken worden. Als laatste zou de moeilijkheidsgraad van de dubbelstaak vergroot kunnen worden, zodat de capaciteit van het werkgeheugen eerder tot zijn maximum komt en het gemeten effect groter is.

Literatuurlijst

- Fujimotoa, C., Egami, N., Demura, S., & Yamasobaa, T. (2015). The effect of aging on the center-of-pressure power spectrum in. *Neuroscience Letters* 585, 92-97.
- Huang, H.-J., & Stemmons Mercer, V. (2010). Dual-Task Methodology: Applications in Studies of Cognitive and Motor Performance in Adults and Children. *Pediatric Physical Therapy*, 133-140.
- Huxhold, O., Li, S.-C., Schmiedek, F., & Lindenberger, U. (2006). Dual-tasking postural control: Aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain Research Bulletin* 69, 294-305.
- James, W. (1880). *The principles of psychology*. New York: Henry Hold and company.
- Peeters, G., Elders, P., Lips, P., & Deeg, D. (2011). Snelle inschatting van de kans op herhaald vallen bij ouderen. *huisarts & wetenschap*, 186 - 191.
- Peter Gawthrop, I. L. (2011). Intermittent control: a computational theory of human control. *Biological Cybernetics* 104, 31-51.
- Pollock, A., Durward, B., Roew, P., & Paul, J. (2000). Whats is balance. *Clinical Rehabilitation* 14, 402-406.
- Roerdink, M., Hlavackova, P., & Vuillerme, N. (2011). Center-of-pressure regularity as a marker for attentional investment in postural control: A comparison between sitting and standing postures. *Human Movement Science* 30, 203-212.
- Stambolieva, K., & Angov, G. (2010). Balance control in quiet upright standing in patients with panic disorder. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 267, 1695-1699.
- Stins, J., & Beek, P. (2012). A Critical Evaluation of the Cognitive Penetrability. *Experimental Aging Research* 38, 208-2019.
- Stins, J., Schneider, I., Koole, S., & Beek, P. (2015). The Influence of Motor Imagery on Postural Sway: Deifferential Effect of Type of Body Movement and Person Perspective. *Advances in Cognitive Psychology* 11(3), 77-83.
- Teasdale, N., Bard, C., Larue, J., & Fleury, M. (1993). Experimental Aging Research: On the cognitive penetrability of posture control. *Experimental Aging Research* 19(1), 1-13.
- Verghese, J., Kuslansky, G., Holtzer, R., Katz, M., Xue, X., Buschke, H., & Pahor, M. (2007). Walking While Talking: Effect of Task Prioritization in the Elderly. 50-5.
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait and Posture* 16, 1-14.
- Yoshiyuki Asai, Y. T. (2009, Juli 8). A Model of Postural Control in Quiet Standing: Robust Compensation of Delay Induced Instability Using Intermitten Activation of Feedback Control. *Plos One* 4(7), pp. 1-14.

Appendix 1 - Informed Consent

INFORMED CONSENT

Ik,

neem deel aan het bachelor onderzoeksproject over de relatie tussen balans en aandacht onder verantwoordelijkheid van Floor Jeukens & Myron von Gerhardt, Vrije Universiteit Amsterdam. Ik ben door één der proefleiders op de hoogte gebracht van de inhoud en de strekking van het experiment en de mogelijke risico's die hieraan zijn verbonden. De volgende punten zijn hierbij aan de orde geweest:

- Vrijwillige deelname, ik verplicht mij tot niets en terugtrekken van deelname is altijd mogelijk zonder consequenties voor mij.
- Uitvoer en protocollen van het experiment zijn mij verduidelijkt.
- Resultaten en gegevens van het experiment zullen alleen anoniem en vertrouwelijk aan derden worden gepresenteerd.
- Ik heb het recht te weten wat de resultaten zijn en wat ermee gebeurt.

Ik stem in met deelname aan dit experiment en onderteken hiertoe deze verklaring:

Handtekening proefpersoon:

Handtekening proefleider:

Datum:

Appendix 2 - MATLABscript

```
%% Stap 0: Variabelen definiëren
N=2;
fc=5;
fs=1000;
WN=fc/(fs/2);
[A B]=butter(N,WN,'low');

min_RT = 100; %minimale grootte van RT. Alles lager dan dit wordt op NaN
gezet (te snel)
max_RT = 1000; %maximale grootte van RT. Alles hoger dan dit wordt op NaN
gezet (te langzaam)

GemRTapBinnen = zeros(1,4);
GemRTapBuiten = zeros(1,4);
GemRTmlBinnen = zeros(1,4);
GemRTmlBuiten = zeros(1,4);

spssdata = zeros(31,8);
clear fc fs WN

%% Stap 1: Load Loops
for ppr=1:31;
for conr =1:4;
    data =
load(['..\Proefpersonen\pp',num2str(ppr),'\pp',num2str(ppr),'con',num2str
(conr),'.txt']);

    %% Stap 2: Zoeken begin geluidssignaal
    k = 3; % k = verschil geen geluid/drukken tov wel geluid/drukken

    Sound = data(1001:181000,10); %Geluidssignaal
    SampleSound = find (diff(Sound) > k); %samplenummer begin geluid

    %% Stap 3: Zoeken begin knop indrukken

    Button = data(1001:181000,9); %drukknop
    SampleButton = find (diff(Button) > k); %samplenummer begin drukken

    %% Stap 4: bepaal de RTs, en of ze wel of niet valide zijn

    RT = zeros(length(SampleSound), 1); % maak een lege array aan, voor de
RTs

    for i=1: length(SampleSound);
        lower = SampleSound(i); %tijdsindex van een sound. Vanaf hier
verder in de tijd kijken naar drukkноп responses

        count_button = 0; %tellertjes
        temp_button = 0;

        for j = 1:length(SampleButton)
            if (SampleButton (j) > lower) %is er wel of geen drukkноп
responses na de sound?
```



```

        count_button = count_button + 1; % zo ja, dan tellertje met
1 ophogen
        temp_button(count_button) = SampleButton(j); %telt hoeveel
drukknop responsen er waren na elke sound
    end
end

    if count_button > 0 % er is minimaal 1 keer gedrukt, dus dat is
goed. Neem in dat geval de eerste, en negeer eventuele verdere drukknop
responsen
        RT_temp = temp_button(1) - lower; %tijdelijke RT-waarde;
verschil tussen button tijdstip en sound tijdstip
        if (RT_temp < max_RT && RT_temp > min_RT) % als de RT niet te
hoog of laag is, dan een valide waarde, en stop die in de array
            RT(i)= RT_temp;
        else RT(i) = NaN;
        end
    end
    if count_button == 0 % er is helemaal geen knop ingedrukt, dus we
geven een NaN mee. Dit kan alleen gebeuren als er na de laatste sound geen
knop is ingedrukt
        RT(i)= NaN; end

end

%% Stap 5: RT omzetten van Samples naar Seconde
RT = RT/1000;
%% Stap 6: Positie COP tijdens begin geluidsignaal bepalen

COPap =data(:,14); %Cop Anterior_Posterior coördinaat
COPml =data(:,15); %Cop Mediaal_Lateraal coördinaat

COPap=filter(A,B,COPap);
COPml=filter(A,B,COPml);

COPap=COPap(1001:181000);
COPml=COPml(1001:181000);

%% Stap 7: COP posities en Reactietijd samenvoegen
COPapRT =[COPap(SampleSound),RT,COPap(SampleSound),RT];
COPmlRT =[COPml(SampleSound),RT,COPap(SampleSound),RT];

%% Stap 8: Bepalen buitenste 50% en grootste 50% van COP

COPapSort = sort(COPap,'ascend'); %COPap van klein naar groot
COPmlSort = sort(COPml,'ascend'); %COPap van klein naar groot
Q= length(COPapSort)/4; %Kwart van data bepalen

MinBinnenAP = COPapSort(Q+1); %Kleinste waarde binnenste helft COPap
MaxBinnenAP = COPapSort(3*Q); %Grootste waarde binnenste helft COPap

MinBinnenML = COPmlSort(Q+1); %Kleinste waarde binnenste helft COPml
MaxBinnenML = COPmlSort(3*Q); %Grootste waarde binnenste helft COPml

%% Stap 9: Bepalen of geluidssignaal was wanneer het COP bij de
binnenste of buitenste helft was.

for i= 1: length(COPapRT);

```

```

if COPapRT(i,1) > MaxBinnenAP; %Q4
    COPapRT(i,1)= 0; %Buitenste helpt
    COPapRT(i,3)=NaN;
    COPapRT(i,4)=NaN;
elseif COPapRT(i,1) < MinBinnenAP; %Q1
    COPapRT(i,1)= 0; %Buitenste helpt
    COPapRT(i,3)=NaN;
    COPapRT(i,4)=NaN;
else %Q23
    COPapRT(i,3)= 1; %Binnenste helpt
    COPapRT(i,1)=NaN;
    COPapRT(i,2)=NaN;
end
end %0=buiten 1=binnen

for i= 1: length(COPmlRT);
    if COPmlRT(i,1) > MaxBinnenML; %Q4
        COPmlRT(i,1)= 0; %Buitenste helpt
        COPmlRT(i,3)=NaN;
        COPmlRT(i,4)=NaN;
    elseif COPmlRT(i,1) < MinBinnenML; %Q1
        COPmlRT(i,1)= 0; %Buitenste helpt
        COPmlRT(i,3)=NaN;
        COPmlRT(i,4)=NaN;
    else %Q23
        COPmlRT(i,3)= 1; %Binnenste helpt
        COPmlRT(i,1)=NaN;
        COPmlRT(i,2)=NaN;
    end
end %0=buiten 1=binnen

%% Stap 10: Gemiddelde RT per proefpersoon bepalen
GemRTapBinnen(1, connr)= nanmean(COPapRT(:,4)); %AP Binnenste helpt
GemRTapBuiten(1, connr)= nanmean(COPapRT(:,2)); %AP Buitenste helpt

GemRTmlBinnen(1, connr)= nanmean(COPmlRT(:,4)); %ML Binnenste helpt
GemRTmlBuiten(1, connr)= nanmean(COPmlRT(:,2)); %ML Buitenste helpt
end

%% Stap 11: Data samenvoegen voor SPSS analyse
spssdata(ppnr, 1)= nanmean([GemRTapBinnen(1) GemRTapBinnen(3)]); %AP
Binnenste helpt
spssdata(ppnr, 2)= nanmean([GemRTapBuiten(1) GemRTapBuiten(3)]); %AP
Buitenste helpt

spssdata(ppnr, 3)= nanmean([GemRTmlBinnen(1) GemRTmlBinnen(3)]); %ML
Binnenste helpt
spssdata(ppnr, 4)= nanmean([GemRTmlBuiten(1) GemRTmlBuiten(3)]); %ML
Buitenste helpt

spssdata(ppnr, 5)= nanmean([GemRTapBinnen(2) GemRTapBinnen(4)]); %AP
Binnenste helpt schuim
spssdata(ppnr, 6)= nanmean([GemRTapBuiten(2) GemRTapBuiten(4)]); %AP
Buitenste helpt schuim

spssdata(ppnr, 7)= nanmean([GemRTmlBinnen(2) GemRTmlBinnen(4)]); %ML
Binnenste helpt schuim
spssdata(ppnr, 8)= nanmean([GemRTmlBuiten(2) GemRTmlBuiten(4)]); %ML
Buitenste helpt schuim

end

```

Appendix 3 - Resultaten Neutraal

	Neutraal			
	Anterior-Posterior		Mediaal-Lateraal	
Deelnemer:	bin 1	bin 2	bin 1	bin 2
pp1	0,6172227273	0,6428347368	0,6374679089	0,6281388889
pp2	0,1829272727	0,1828546911	0,1794238095	0,1840069930
pp3	0,1845968379	0,1860800915	0,1832630952	0,1866211538
pp5	0,2260800866	0,2309130952	0,2325250000	0,2247919255
pp6	0,1999982759	0,1993035714	0,2006594203	0,2010555556
pp7	0,2030297203	0,2029083333	0,2001685606	0,2073806818
pp8	0,1728092885	0,1717750000	0,1757683946	0,1679040921
pp9	0,2412708333	0,2455848214	0,2345614035	0,2469076923
pp10	0,2648932806	0,2844722222	0,2690318182	0,2773933333
pp11	0,2097619048	0,2166100000	0,2129700000	0,2129634615
pp12	0,2236904762	0,2589200000	0,2282398148	0,2561754386
pp14	0,1876666667	0,2073913043	0,1956047431	0,2011690821
pp15	0,2315113636	0,2036904762	0,2212857143	0,2142568182
pp16	0,2118571429	0,2222363636	0,2146271930	0,2184102871
pp17	0,4644111111	0,4724861111	0,4625428571	0,4774750000
pp18	0,2131818182	0,2395581140	0,2299800000	0,2211666667
pp27	0,2555000000	0,2478878261	0,2428500000	0,2613706140
pp28	0,1823495671	0,2023636364	0,1872518797	0,1958409091
pp29	0,2175555556	0,2037894737	0,2119784615	0,2117062500
pp30	0,2166818182	0,2097731830	0,2151946170	0,2113250000
pp31	0,1716500000	0,1645362319	0,1663250000	0,1692971014

Appendix 4 - Resultaten Schuimkussen

	Schuimkussen			
	Anterior-Posterior		Mediaal-Lateraal	
Deelnemer:	bin 1	bin 2	bin 1	bin 2
pp1	0,6981278195	0,6677166667	0,6834250000	0,6792631579
pp2	0,2057056159	0,2036136364	0,2009417391	0,2089393939
pp3	0,1681022727	0,1782394958	0,1773939394	0,1678880952
pp5	0,2130627706	0,2294304348	0,2209981818	0,2223809524
pp6	0,2000952381	0,2003552632	0,1994976471	0,2000476190
pp7	0,1901671123	0,1851144689	0,1884340909	0,1864668737
pp8	0,1693297101	0,1766144781	0,1724874687	0,1738830128
pp9	0,2506763285	0,2533304348	0,2428750000	0,2609270335
pp10	0,2547699275	0,2514928571	0,2524886364	0,2536076190
pp11	0,1968675889	0,2124178744	0,2043496241	0,2025909091
pp12	0,2427513587	0,2392083333	0,2409275000	0,2366516291
pp14	0,1989910714	0,2009957895	0,2024930070	0,1964416667
pp15	0,2174202899	0,2232101449	0,2184605263	0,2223377778
pp16	0,2143535469	0,2088829966	0,2142954545	0,2108713768
pp17	0,5804915459	0,5528399209	0,5691659091	0,5641541667
pp18	0,2343257576	0,2372857143	0,2368819048	0,2335208333
pp27	0,2161761364	0,2215768398	0,2188750000	0,2189545455
pp28	0,1922895238	0,1993500000	0,1914411232	0,2004545455
pp29	0,1814242424	0,1888863636	0,1853811189	0,1844568182
pp30	0,2173500000	0,2336519231	0,2115563241	0,2366098485
pp31	0,1664709091	0,1709750000	0,1632784679	0,1738432971