

Kan je door woorden en zinnen uit balans gebracht worden?

Vrije Universiteit

Faculteit der bewegingswetenschappen

Bachelor-Onderzoeksproject

Auteurs: Femke Hulzinga & Eric Wenker

Begeleiders: Dr. J. F. Stins & Dr. R. Cañal Bruland

April, 2016



Abstract

In de literatuur wordt er steeds meer onderbouwing gevonden voor de theorie van embodied cognition. Deze theorie stelt dat de motoriek fungeert als onmisbare voedingsbodem voor onze cognitie. Uitgaande van deze theorie is er in deze studie onderzocht of het lezen van zinnen met hierin een actie verwerkt, invloed heeft op de posturale sway. De zinnen die de proefpersonen moesten lezen omschreven activiteiten in het derdepersoonsperspectief, die elk een verschillende mate van effort bevatten. De zinnen waren onderverdeeld in high-, low- en no-effort zinnen. Uitgaande van de theorie van embodied cognition verwachtten de auteurs dat er meer posturale sway zou ontstaan bij de zinnen met high- en, in mindere mate, bij zinnen met low-effort. De minste posturale sway werd verwacht bij de no-effort zinnen. Aan de studie namen 31 proefpersonen deel. Uit de resultaten kwam naar voren dat er geen significant verschil bestond tussen de posturale sway in de anterior-posterior-richting (AP-richting) en de drie effort niveaus ($p = 0.682$). Er werd ook geen verschil gevonden tussen de afgelegde weg en de drie effort niveaus ($p = 0.873$). Wel werd er een verschil gevonden tussen de posturale sway in de mediaal-lateraal-richting (ML-richting) en de drie effort niveaus ($p = 0.006$). Uit verdere analyse van de data kwam naar voren dat er in de ML-richting significant minder posturale sway werd gevonden bij de low-effort zinnen in vergelijking met de high-effort zinnen. Ook werd er significant minder posturale sway gevonden bij de low-effort zinnen vergeleken met de no-effort zinnen. Deze resultaten suggereren dat het lezen van zinnen met een mate van effort invloed kan hebben op de posturale controle. Deze resultaten ondersteunen de theorie van embodied cognition.

Inleiding

De theorie van Embodied Cognition (TEC)

Het besef dat menselijke cognitie 'embodied' is, wordt onder wetenschappers steeds breder gedragen. Wetenschappers komen steeds meer overeen dat er een onderbewuste interactie bestaat tussen perceptie en cognitie (Barsalou, 2010; Kiefer et al, 2012). Volgens de theorie van embodied cognition (TEC) spelen 'lichamelijke processen en toestanden een essentiële rol in cognitieve processen zoals leren, waarnemen en taal' (Geboers et al. 2014).

De TEC stelt dat de motoriek een soort voedingsbodem is voor onze cognitie. Het cognitieve deel van onze hersenen gebruikt volgens deze theorie informatie uit de motoriek om op het cognitieve vlak optimaal te kunnen functioneren. Lezen is een van de vele cognitieve processen in ons brein. Volgens de TEC wordt er door het lezen van woorden een re-activatie veroorzaakt van alle voorgaande situaties en ervaringen die geassocieerd zijn met dat woord. Als men bijvoorbeeld het woord 'lopen' leest, zou er activiteit zijn in de motorische schors omdat lopen geassocieerd wordt met een beweging. Aanhangers van de TEC verwerpen de oude visie die beweert dat het lichaam slechts een uitvoerende taak heeft (Barsalou 2008). Wilson (2002) deelt de visie van de TEC en beschrijft dit treffend in één zin: 'Het brein moet begrepen worden in samenhang met de relatie van een fysiek lichaam wat interacteert met de wereld' (Wilson, 2002). Wanneer wij ervan uit gaan dat het motorische systeem belangrijke informatie levert aan het cognitieve systeem en het cognitieve systeem terugkoppelt aan het motorische systeem, zou het zo kunnen zijn dat het lezen van actie gerelateerde woorden of zinnen kan leiden tot een motorische respons.

Taal en motorcortex

Cognitie en motoriek zijn volgens de TEC onlosmakelijk met elkaar verbonden. Taal is een belangrijk cognitief proces welke volgens de TEC in verbinding staat met motorische processen in onze hersenen. Wanneer vanuit het perspectief van de TEC gekeken wordt naar deze interactie zou het zo kunnen zijn dat het lezen van woorden of zinnen kan leiden tot veranderingen in de motorische centra. Een mogelijke verband tussen lezen en motoriek werd onderzocht door Hauk et al. (2004). In deze studie onderzochten zij of er een verband bestond tussen het lezen van actiewerkwoorden (woorden die een actie omschrijven zoals lopen, rennen en duwen) en de activatie die dit veroorzaakte in de hersenen. Door middel van een fMRI scan tijdens het lezen van actiewerkwoorden werd gevonden dat deze woorden op somatotopische wijze de motorische schors activeerden. Vanuit de traditionele cognitieve theorieën zou men

verwachten dat alleen de taalcentra betrokken zouden zijn bij deze activiteit. Er lijkt dus een verband te zijn tussen het lezen van actiewerkwoorden en de activatie in de motorische schors. Hauk et al. (2004) zochten in hun studie niet primair naar bewijs voor de TEC maar deze resultaten ondersteunen wel degelijk de TEC.

De somatotopische link zoals gevonden door Hauk et al. (2004) werd ook door Pulvermüller et al. (2005) gevonden. Pulvermüller et al. (2005) vonden deze link met behulp van transcraniale magnetische stimulatie (TMS). De proefpersonen lazen een actiewerkwoord waarbij de actie gerelateerd was aan of de arm- of de beenregio. Terwijl de proefpersonen actiewerkwoorden aan het lezen waren, werd een deel van hun motorische schors gestimuleerd door middel van TMS. Wanneer de proefpersonen woorden lazen die betrekking hadden op de beenregio en tegelijkertijd het bijbehorende stukje motorische schors werd gestimuleerd door TMS, werd de reactietijd van de proefpersonen significant korter. Wanneer de woorden en de motorische stimulatie niet met elkaar overeenkwamen, was de reactietijd significant langer. Het feit dat de stimulatie van motorische gebieden invloed heeft op hoe actiewerkwoorden worden verwerkt, onderbouwd de TEC.

In de studie van Moody et al. (2010) werd ook gebruik gemaakt van actiewerkwoorden. Net als in de studie van Hauk et al. (2004) werd onderzocht of het lezen van zinnen, met daarin actiewerkwoorden, actierepresentaties uitlokte in de motorische schors. Daarnaast werd ook onderzocht of er een verschil in actierepresentaties ontstond vanwege de verschillende mate van effort die omschreven werd in de zinnen. Moody et al. (2010) gebruikten 3 verschillende niveaus van effort: no-, low- en high-effort. Hieronder zijn drie voorbeelden gegeven van zinnen met verschillende effort niveaus.

1. **No-effort:** De man kijkt naar de kruitwagens.
2. **Low-effort:** De man duwt de kruitwagens met bladeren.
3. **High-effort:** De man duwt de kruitwagens met stenen.

Een persoon zou veel meer moeite moeten doen om een kruitwagen met stenen te duwen in vergelijking met een kruitwagen met bladeren. Ook het kijken naar een kruitwagen kost naar alle waarschijnlijkheid beduidend minder energie en kracht dan het duwen van een kruitwagen met stenen. Moody et al. (2010) stelden als hypothese dat het lezen van een zin met een high-effort niveau meer activiteit in de motorische schors zou uitlokken dan het lezen van een no- of low-effort zin. Net als in de studie van Hauk et al. (2004) werd er voor deze studie ook een fMRI-scan gebruikt. Uit de resultaten kwam naar voren dat het lezen van de actiezinnet actierepresentaties uitlokt in de motorische schors. Dit resultaat is in overeenstemming met

Hauk et al. (2004). Daarnaast werd gevonden dat de mate van activatie in de motorische schors afhankelijk was van de mate van effort beschreven in de zin. Hoe meer effort de zin suggereerde, des te meer activiteit werd er gevonden in de motorische schors. Deze resultaten ondersteunen de TEC.

Naast onderzoek bij gezonde proefpersonen is er inmiddels ook veel onderzoek gedaan bij proefpersonen met een motorische aandoening. Uitgaande van de TEC zou het zo kunnen zijn dat mensen met een motorische aandoening beperkt zijn op het cognitieve vlak. De TEC gaat er namelijk vanuit dat de motoriek een essentiële basis is voor het cognitieve functioneren. In de studie van Herrera et al. (2012) werd onderzocht of Parkinsonpatiënten vanwege hun motorische aandoening ook moeilijkheden ervaarden met het benoemen van afbeeldingen die een zekere actie afbeeldden. In deze studie werden Parkinsonpatiënten met en zonder medicatie gevraagd om de uitgebeelde acties van de afbeeldingen te benoemen. Hetzelfde werd gevraagd aan een gezonde controlegroep. Uit de resultaten bleek dat de Parkinsonpatiënten zonder medicatie slechter presteerden bij deze taak in vergelijking met de groep met medicatie en de gezonde controlegroep. Indirect ondersteunen ook deze resultaten de TEC aangezien bij Parkinsonpatiënten de motorische hersengebieden zijn aangedaan. Deze hersengebieden lijken dus nodig te zijn voor het verwerken van actie gerelateerde afbeeldingen en woorden.

In de studie van Cardona et al. (2014) werden ook patiënten met een motorische aandoening onderzocht. De onderzoekspopulatie bestond uit patiënten met vroege Parkinson (EPD), neuromyelitis optica (NMO) en acute transverse myelitis (ATM). EPD is een corticale motorische aandoening, NMO en ATM zijn beide perifere motorische aandoeningen. De patiënten kregen zinnen te zien die te maken hadden met activiteiten waarbij men de hand open, gesloten of neutraal kon gebruiken. Wanneer de patiënten de zin begrepen, moesten zij op een knop drukken. Vooraf werd aangegeven hoe zij op de knop moesten drukken (altijd met de hand open of gesloten). Uit eerdere studies is gebleken dat gezonde mensen sneller reageerden wanneer de actie in de zin matchte met de houding van de hand die ze op dat moment hadden. Dit wordt het zogenaamde 'action-sense-compatibility effect' genoemd. Bovengenoemd verschil in reactietijd werd ook gevonden bij de NMO en ATM patiënten. Bij de EPD patiënten werd dit verschil echter niet gevonden. Alle reacties waren bij deze patiënten vertraagd. Het maakte hierbij niet uit of de zin matchte met de houding van de hand of niet. Hieruit werd geconcludeerd dat de verwerking van actiewoorden niet door het perifere systeem,

maar door het corticale systeem wordt ondersteund. Het feit dat de EPD patiënten vertraagd reageerden in vergelijking met de andere twee patiëntgroepen ondersteund de TEC. Uit bovenstaande studies blijkt dat actie gerelateerde afbeeldingen en woorden de motorische schors op somatotopische wijze activeren.

Taal, imagery en spieractiviteit

Als de motorische schors geactiveerd wordt door taal en afbeeldingen, zou het zo kunnen zijn dat er spieractiviteit waargenomen kan worden. Rodrigues et al. (2010) onderzochten of imagery van een posturale taak invloed zou kunnen hebben op de posturale sway. Posturale sway wordt later in dit artikel uitgelicht. Door middel van instructies moesten proefpersonen inbeelden dat zij op hun tenen ging staan vanuit het eerste- en derdepersoonsperspectief. De hypothese was dat de motorische activiteit in de hersenen zou kunnen leiden tot activiteit in het perifere zenuwstelsel en dat hierdoor veranderingen in de posturale sway waargenomen konden worden. Naast het meten van de posturale sway werd ook de EMG-activiteit van de m. gastrocnemius lateralis gemeten tijdens de imagery taak. Er werd geen onregelmatige EMG-activiteit gemeten, waardoor men met zekerheid vast kon stellen dat de posturale sway niet ontstond omdat de proefpersonen tijdens het inbeelden de beweging lichtjes uitvoerden. Resultaten toonden aan dat er meer posturale sway was bij het inbeelden vanuit het eerstpersoonsperspectief in vergelijking met die vanuit de derde persoon. Geconcludeerd werd dat de proefpersonen onbewust de ingebeelde bewegingen simuleerden wat leidde tot posturale sway.

Stins et al. (2015) hadden dezelfde studieopzet als het hierboven uitgelichte onderzoek van Rodrigues et al. (2010). Echter werd bij Stins et al. (2015) alleen gekeken naar de posturale sway en niet naar de EMG-activiteit. Stins et al. (2015) vonden dezelfde resultaten als Rodrigues et al. (2010).

In een andere studie van Stins et al. (2013) werd de EMG-activiteit wel gemeten. De activiteit werd echter in dit onderzoek niet gemeten tijdens een imagery taak, maar tijdens het lezen van actiewerkwoorden. Zij probeerden aan te tonen dat het lezen van actiewerkwoorden subliminale spieractiviteit opwekt. Er werd een verminderde EMG-activiteit gevonden in de spieren welke in de realiteit nodig zouden zijn geweest om het actiewerkwoord uit te voeren. In de overige spieren werd geen verandering van het EMG-signaal waargenomen. Geconcludeerd werd dat er weinig bewijs was voor spontane spieractiviteit tijdens het verwerken van actiewerkwoorden. Een van de verklaringen die aangedragen werd voor de verminderde EMG

activiteit was dat de spieractiviteit mogelijk geïnhibeerd wordt omdat de proefpersonen stil en ontspannen moesten liggen tijdens de metingen.

Lezen en posturale sway

Er is op veel terreinen onderzoek gedaan naar de koppeling tussen de taal en motorcentra. Zoals hierboven al genoemd is, is er door Stins et al. (2015) en Rodrigues et al. (2010) gevonden dat wanneer men een imagery taak krijgt, er posturale sway gemeten kan worden. Posturale sway is geen reflex maar vergt een actieve controle die wordt gemeten omdat deze gerelateerd is aan posturale controle. Uit de onderzoeken van Hauk et al. (2004), Moody et al. (2010) en Pulvermüller et al. (2005) kwam naar voren dat zowel de taal- als de motorcentra in de hersenen betrokken zijn bij het verwerken van actiezinnen. De resultaten uit de studie van Stins et al. (2013) en Rodrigues et al. (2010) toonden aan dat er bij het lezen van actiezinnen en tijdens het actief inbeelden geen afwijkende spieractiviteit werd gemeten. Er ontstond wel een meetbare posturale sway bij een imagery taak met zowel actiewerkwoorden als een posturale opdracht (Stins et al., 2015 en Rodrigues et al., 2010).

Voor zover de auteurs weten is er nog geen onderzoek gedaan om de verschillende invalshoeken met elkaar te combineren in één onderzoek. Het doel van deze studie is om te onderzoeken of er een verband bestaat tussen het lezen van actiezinnen en de hoeveelheid posturale sway. Als er een verstoring zou zijn van de posturale controle ten gevolge van het lezen van de actiezinnen, zou dit wellicht terug te zien zijn in de posturale sway. De proefpersonen lazen de zinnen zonder de opdracht om de beschreven acties actief in te beelden zoals bij imagery het geval is.

Uit het onderzoek van Moody et al. (2010) is gebleken dat er activiteit ontstaat in de motorische gebieden van de hersenen bij het lezen van zinnen, die geschaald zijn op de mate van effort. Een selectie van de zinnen uit de studie van Moody et al. (2010) is vertaald naar het Nederlands om ze vervolgens te gebruiken voor dit onderzoek. De proefpersonen lazen de zinnen terwijl ze op een krachtplatform stonden. Uitgaande van de TEC is de verwachting dat door de motorische embodiment van actiewerkwoorden er meer posturale sway ontstaat bij de zinnen met high-effort en, in mindere mate, bij de zinnen met low-effort. We verwachten de minste posturale sway bij de no-effort zinnen.

Methode

Deelnemers

Aan dit onderzoek namen 31 personen deel, 10 vrouwelijk en 21 mannelijk (voornamelijk studenten van de VU, Amsterdam). De gemiddelde leeftijd van de deelnemers was 23 jaar (SD = 4 jaar). Alle deelnemers hebben een informed consent getekend nadat zij geïnformeerd waren over het onderzoek. Het onderzoek is van tevoren goedgekeurd door de Ethische Commissie Bewegingswetenschappen.

Materialen

Voor dit onderzoek is een speciaal gemaakt krachtenplatform gebruikt van 1m x 1m. Het krachtenplatform bevat 8 krachtsensoren die samen krachten meten in x,y,z-richting met een frequentie van 100Hz. Uit deze krachten wordt door de computer het moment berekend (M_x , M_y , M_z) en vervolgens zijn deze momenten (M_x en M_y) gebruikt om het centre of pressure (CoP) te berekenen. De verandering in het CoP gedurende het experiment is gebruikt als maat voor de posturale sway.

Voor het tonen van de stimuli is een tv-scherm van het merk LG gebruikt. Op het scherm was links onderaan een lichtsensor bevestigd. De lichtsensor gaf informatie over wanneer er een stimulus werd getoond. Onderaan elke stimulusdia zat een wit blokje die de lichtsensor registreerde. Aan de hand van de lichtsensordata werd er achteraf bepaald wanneer en welke stimulus er getoond werd. De data van het CoP en de lichtsensor werden opgeslagen op een computer. Gedurende het experiment werd de actuele CoP weergegeven op een beeldscherm van de onderzoekers. De proefpersoon kreeg zijn CoP niet zelf te zien.

Procedure

Het onderzoek werd uitgevoerd in een onderzoeksruijnte op de Vrij Universiteit te Amsterdam. De proefpersonen moesten hun schoenen uit trekken en de broekzakken leeghalen. Vervolgens mocht de proefpersoon op het krachtenplatform gaan staan met zijn voeten op schouderbreedte. Op het krachtenplatform was een markeringslijn aangebracht. Deze lijn was de middellijn van het krachtenplatform en moest onder het midden van de voetzool doorlopen. Tijdens de test moest er een natuurlijke houding aangenomen worden. Voorwaarde was dat de armen langs de zij stil moesten hangen. De proefpersoon mocht pas op of van het platform af stappen als de proefleiders dit aangaven. De proefpersoon werd verteld dat hij op het krachtenplatform mocht gaan staan met zijn gezicht naar het tv-scherm toe. Zie voor de

proefopstelling figuur 1.

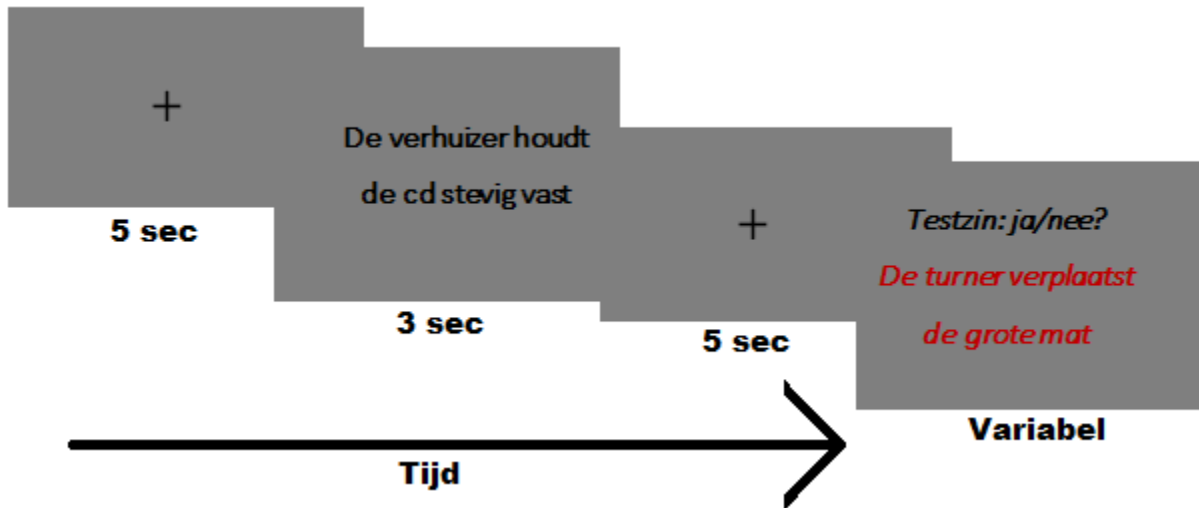
Op het tv-scherm werden de zinnen met verschillende effort niveaus weergegeven. De zinnen werden drie seconden op het scherm getoond. De taak van de proefpersoon was om de zinnen te lezen en te begrijpen. Na elke zin kwam er een fixatiepunt van 5 seconden op het scherm. De proefpersoon hoefde alleen maar naar dit punt kijken totdat de volgende zin op het scherm verscheen. Na de drie zinnen verscheen er een controlezin op het scherm. Het beeld werd stilgezet en één van de proefleiders vroeg of de controlezin hetzelfde was als een van de zinnen daarvoor. De proefpersoon mocht antwoorden met ja of nee. Na het beantwoorden van de vraag drukte de proefleider op de spatiebalk om de diavoorstelling weer door te laten gaan. In figuur 2 is de duur en volgorde van de dia's weergegeven van een klein deel uit het experiment. Elke proefpersoon kreeg van tevoren twee voorbeeldblokjes met zinnen te zien om te oefenen. In het eerste voorbeeldblok moest de controlevraag met ja beantwoord worden omdat de controle zin eerder getoond werd. In het tweede voorbeeldblok moest de vraag met nee beantwoord worden omdat de controlezin niet eerder voorkwam. Tijdens de voorbeeldblokjes konden de proefleiders toetsen of de proefpersoon het experiment begreep. Ook kon vanaf de zijkant beoordeeld worden of de proefpersoon geen rare houding aannam en of de

proefpersoon netjes in het midden van het krachtenplatform stond. Dit deel van de procedure nam ongeveer 75 seconden in beslag.

Als de proefpersoon alles begrepen had, werd er begonnen met het experiment. De proefleiders namen achterin plaats bij het 'controle centrum'. Dit was de tafel met daarop de computer waar de data werd opgeslagen en de laptop waarop de diavoorstelling werd afgespeeld (zie figuur 1). De laptop was door middel van een HDMI-kabel verbonden met het tv scherm. De proefpersoon had hier geen last van.



Figuur 1. De proefopstelling. Links in de afbeelding het controle centrum en rechts staat de proefpersoon op het krachtenplatform met zijn gezicht naar het scherm.



Figuur 2. De volgorde en duur van de dia's die elkaar opvolgen tijdens het experiment.

De proefpersoon voerde 5 blokken uit. In 1 blok werden 18 zinnen getoond. De volgorde van de blokken was van tevoren gerandomiseerd. Elk blok duurde ongeveer 3 minuten en 40 seconden. Na elk blok werd er aan de proefpersoon gevraagd of deze pauze wilde nemen. Deze pauze was maximaal 2 minuten. Gedurende de pauze had de proefpersoon de gelegenheid om op een stoel te zitten of om zijn benen te strekken.

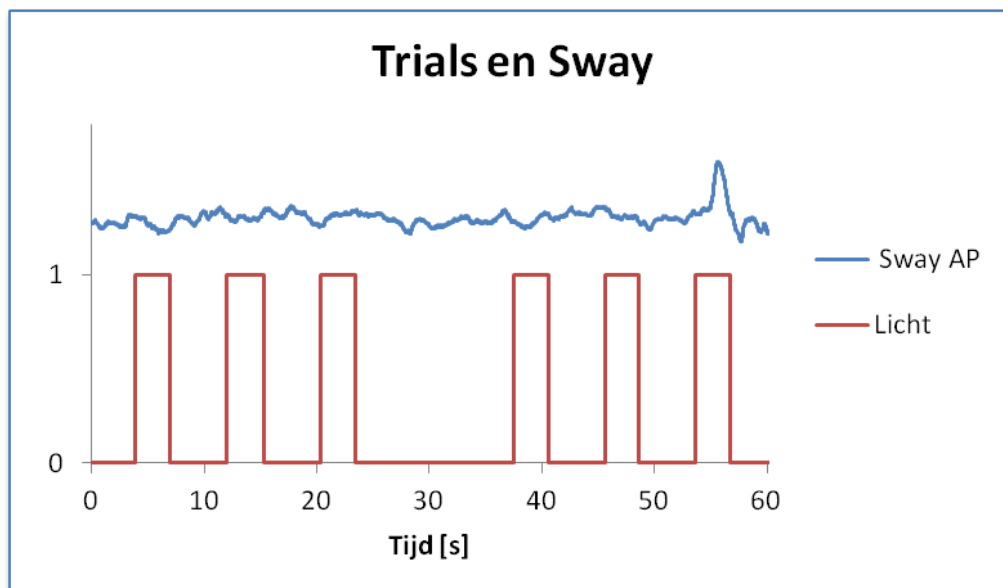
Na 5 blokken kreeg de proefpersoon nog een korte vragenlijst met 9 vragen (zie appendix). Deze vragen werden gebruikt om te zien of de proefpersonen niet geïnformeerd waren voordat zij aan het experiment deelnamen. Na het invullen van de vragenlijst werd de proefpersoon hartelijk bedankt voor zijn medewerking. De proefpersoon had de mogelijkheid om zijn email op een lijst te zetten om achteraf de resultaten van het onderzoek toegestuurd te krijgen. Dit was echter geen verplichting. Het gehele experiment nam ongeveer 35 minuten in beslag.

Analyse

Tijdserie analyse

Voordat de lichtsensordata gebruikt werd om de trials te koppelen aan de data van het krachtenplatform, is deze eerst gefilterd met een low pass Butterworth-filter met een afsnijfrequentie van 15 Hz. Dit is gedaan om alle hoogfrequente ruis uit het signaal te halen. Dit was met name ruis van het tv-scherm vanwege zijn 'schermvernieuwings-functie'. De verkregen CoP data is gefilterd met de filter 'smooth' in het programma Matlab. Hierna is met behulp van het programma Matlab de CoP data en de lichtsensordata op elkaar afgestemd. Dit is gedaan omdat we de posturale sway tijdens een stimulus willen identificeren en niet de posturale sway over de hele tijdserie. In figuur 3 is in het blauw de CoP data aangegeven en in het rood het bloksignaal van de lichtsensor. Voor de verdere analyse zijn alleen de stukjes CoP data gebruikt wanneer de lichtsensor actief was. De lichtsensor was actief als het signaal op de y-as 1 was.

De mate van posturale sway is vastgesteld aan de hand van een drietal berekeningen. De standaarddeviatie van het CoP in de anterior-posterior richting (AP), de standaarddeviatie van het CoP in de mediaal-lateraal richting (ML), en de afgelegde weg van het CoP gedurende de meting. De afgelegde weg is berekend door alle afstanden tussen de CoP punten bij elkaar op te tellen.



Figuur 3. Signaal van de sway in x richting (anterior-posterior richting) tijdens de trials.

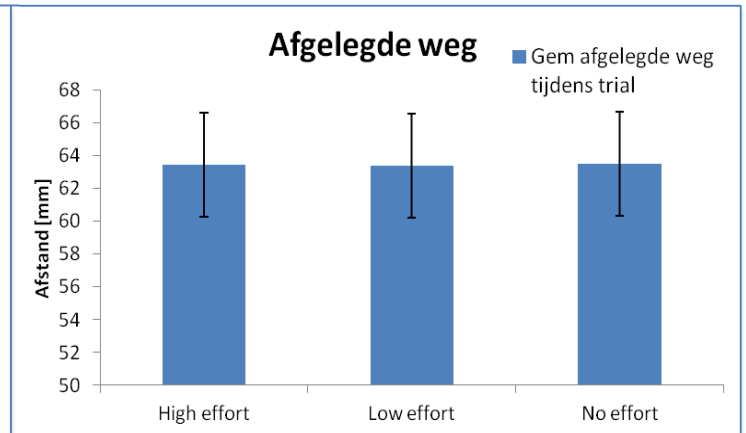
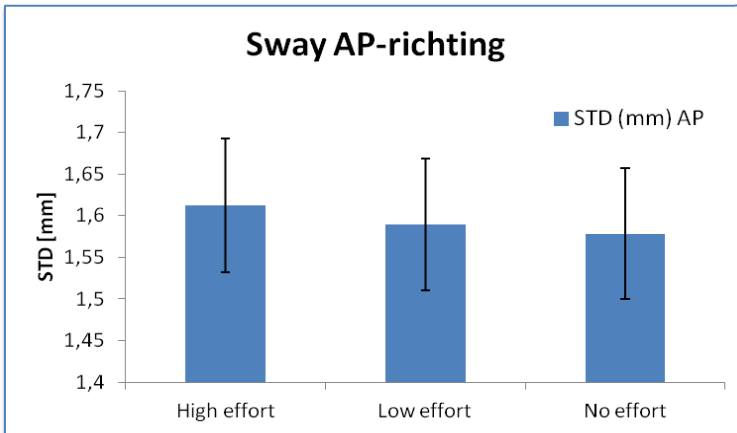
Statistische analyse

Alle afhankelijke variabelen zijn ieder voor de verschillende condities met elkaar vergeleken door middel van een 'repeated-measures analyses of variance' (ANOVA). Alvorens de data te analyseren met SPSS hebben we eerst de COP data gemiddeld per effort niveau. Voor de effectsize is de partial eta gebruikt. Naast de effectsize is er ook een 95% betrouwbaarheidsinterval berekend voor de gemiddelde verschillen tussen de drie testcondities. Voor de statistische analyse zijn parametrische testen gebruikt omdat CoP waardes gemeten zijn op een continue schaal en een ANOVA robuust is tegen een eventuele schending van de normaliteit van de data (Stins et al., 2015)

Resultaten

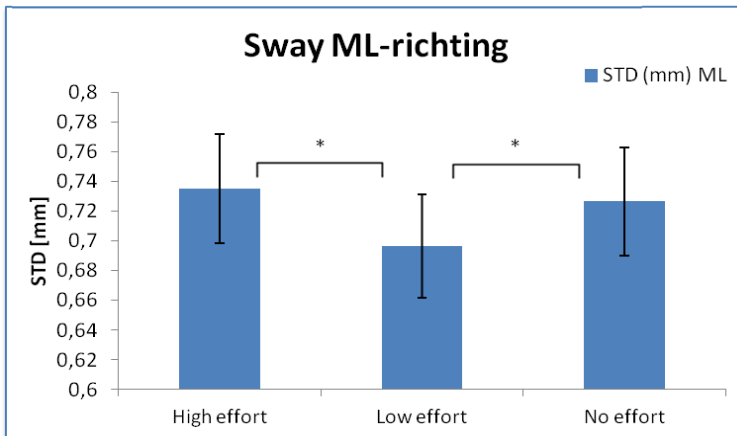
Door middel van visuele inspectie is geconstateerd dat er 3 waardes niet overeenkwamen met de rest van de data. Dit komt waarschijnlijk doordat de proefpersoon een forse bewegingsuitslag maakte tijdens het experiment. Daarom is besloten om deze 3 trials te verwijderen uit de data. Dit is slechts 0.1% van alle zinnen. Dit heeft geen verdere gevolgen voor de analyse.

De resultaten laten zien dat er geen significant verschil bestaat tussen de posturale sway in de anterior-posterior-richting (STD AP) en de drie effort niveaus (zie figuur 4), $F(2, 60) = 0.386$, $p = 0.682$. Ook is er geen verschil gevonden tussen de afgelegde weg en de drie verschillende effort niveaus (zie figuur 6), $F(2, 60) = 0.137$, $p = 0.873$. Wel werd er een significant verschil gevonden bij de posturale sway in de mediaal-lateraal-richting (STD ML) en de drie effort niveaus (zie figuur 5), $F(2, 60) = 5.633$, $p = 0.006$, $\eta_p^2 = 0.16$. Uit de paired sample t-test kwam naar voren dat er significant meer posturale sway is bij de high-effort zinnen ($M = 0.73$, $SE = 0.04$) in vergelijking met de low-effort zinnen ($M = 0.69$, $SE = 0.03$), $t(30) = 2.96$, $p = 0.006$, 95% CI [0.01, 0.07]). Hier kwam ook naar voren dat er bij de low-effort zinnen ($M = 0.69$, $SE = 0.03$) significant minder posturale sway is dan bij de no-effort zinnen ($M = 0.72$, $SE = 0.03$), $t(30) = -2.87$, $p = 0.008$, 95% CI [-0.05, -0.01]).



Figuur 4. Sway in Anterior-posterior richting.

Figuur 4. Gemiddelde afgelegde weg tijdens een trial.



Figuur 5. Sway in Mediale-laterale richting.

Discussie

Het doel van dit onderzoek was om te onderzoeken of er een verband bestaat tussen het lezen van actiezinnen en de hoeveelheid posturale sway. Als dit het geval is, zou dit de TEC ondersteunen. Er werd een significant verschil in posturale sway gevonden in de mediaal-lateraal richting.

Voor zover de auteurs weten is dit de eerste studie die taal en posturale sway combineren. In de mediaal-lateraal richting is er minder posturale sway bij de low-effort zinnen dan bij de high-effort en no-effort zinnen. Deze bevinding komt overeen met het onderzoek van Stins et al. (2015) en Rodriguez et al. (2010). Zij vonden beide ook meer sway in de mediaal-lateraal richting. Zij deden dit alleen niet met actiezinnen maar met imagery vanuit eerste- en derdepersoonperspectief. Zij vonden alleen significante verschillen in de mediale-laterale

richting bij het inbeelden van de actie vanuit het eerstepersoonsperspectief.

De zinnen die in dit onderzoek gebruikt zijn, zijn vertaald uit de studie van Moody & Gennari (2010). De zinnen waren alleen vanuit het derdepersoonsperspectief. Uit de onderzoeken met behulp van imagery kwam naar voren dat wanneer men vanuit het eerstepersoonsperspectief inbeeldt er meer sway gevonden wordt dan bij het inbeelden vanuit het derdepersoonsperspectief (Stins et al, 2015; Rodriguez et al, 2010). Voor een vervolgonderzoek zou het interessant kunnen zijn om de gebruikte zinnen te veranderen naar het eerstepersoonsperspectief. Een high-effort zin zou dan als volgt geformuleerd kunnen zijn: 'Ik til de kruiwagen met stenen' in plaats van 'De man tilt de kruiwagen met stenen'. We verwachten een hogere sway als de zinnen in eerstepersoonsperspectief worden getoond net als in de studies van Stins et al. (2015) en Rodriguez et al. (2010) met imagery.

Waarom de no-effort categorie een hogere mate van sway veroorzaakt in de ML-richting dan de low-effort categorie is ons onduidelijk. Een mogelijke verklaring voor het significante verschil tussen no-effort en low-effort zou kunnen zijn dat de zinnen uit de categorie no-effort emotionele toestanden omschrijven in plaats van een lichamelijke activiteit.

Een verklaring voor de gevonden sway in de ML-richting zou kunnen zijn dat er sprake is geweest van het zogenaamde 'dubbeltaak effect'. Pellecchia (2003) heeft onderzocht wat de invloed is van een cognitieve taak op de posturale sway. Uit de resultaten kwam naar voren dat het uitvoeren van een cognitieve taak effect heeft op de posturale sway. De moeilijkheidsgraad van de cognitieve taak heeft hierbij invloed op de mate van sway. Hoe moeilijker de taak des te meer sway er werd gevonden.

Bij onze studie is er ook sprake geweest van een dubbeltaak. De proefpersonen moesten de zinnen lezen en onthouden terwijl zij zo stil mogelijk moesten staan. Het zou kunnen zijn dat het gevonden verschil in posturale sway in de ML-richting bij de high-effort zinnen veroorzaakt werd doordat de high-effort zinnen cognitief het moeilijkst waren. Echter valt dit te betwijfelen omdat alle zinnen die wij gebruikt hebben in deze studie dezelfde zinsstructuur hadden. De zinnen bestonden uit dermate makkelijke woorden dat de moeilijkheidsgraad tussen de zinnen niet verschilden. We kunnen niet met zekerheid zeggen of de verschillende effort niveaus invloed hebben op de mate van de cognitieve belasting.

Vervolgstudies zouden kunnen onderzoeken of de soort activiteit omschreven in de zinnen effect heeft op de hoeveelheid sway. Alle activiteiten in de zinnen die gebruikt zijn in deze studie waren posturale activiteiten waarbij er veel posturale controle nodig zou moeten zijn bij de daadwerkelijke uitvoering van de beschreven activiteit. Als het daadwerkelijk zo is dat de

hersenen de ontstane motorische activiteit doorlaten naar de periferie, zou een posturale taak zoals lopen of fietsen wellicht meer posturale sway teweeg moeten brengen dan een kleine handtaak zoals het lichtjes knijpen van de vingers.

Een beperking van deze studie zou kunnen zijn dat mensen niet de hele zin lazen die op het scherm getoond werd. Zoals al eerder is besproken in de procedure, kregen de proefpersonen na drie stimuli een controlezin. Dit geheugentaakje was aangebracht om de aandacht van de proefpersoon bij het onderzoek te houden. De controle zin beschreef een compleet ander onderwerp dan de eerder getoonde zinnen. De proefpersoon kon aan het eerste zelfstandige naamwoord in de zinnen zien of de zin al eerder getoond was. Er bestaat hierdoor dus een mogelijkheid dat de proefpersoon alleen het zelfstandig naamwoord heeft gelezen en niet de rest van de zin om zo het geheugentaakje makkelijker uit te kunnen voeren. We kunnen dit niet helemaal uitsluiten, maar toch denken we dat dit niet het geval was gezien onze resultaten verschillen laten zien tussen de verschillende effort niveaus. Wanneer de proefpersonen alleen het onderwerp hadden gelezen zou je geen verschillen verwachten tussen de effort niveaus.

We concluderen dat bij het lezen van low-effort zinnen een lagere posturale sway ontstaat in ML-richting dan bij het lezen van high-effort zinnen. De resultaten van deze studie ondersteunen de TEC.

Literatuurlijst:

- Barsalou, L. W. (2010). Grounded cognition: Past, present, and future. *Topics in Cognitive Science*, 2, 716–724
- Cardona, J. F., Kargieman, L., Sinay, V., Gershanik, O., Gelormini, C., Amoruso, L., Roca, M., Pineda, D., Trujillo, N., Michon, M., Garcia, A. M., Szenkman, D., Bekinschtein, T., Manes, F., Ibáñez, A. (2014) How embodied is action language? Neurological evidence from motor diseases. *Cognition*. 131, 311-322.
- Geboers LIM & Stins JF. (2014) De invloed van de ziekte van Parkinson op het verwerken en genereren van actiewerkwoorden. *TvN*. 9(2),107–118.
- Hauk, O., Johnsrude, I., Pulvermüller, F. (2004) Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*. 41, 301-307.
- Herrera, E., Cuetos, F. (2012) Action naming in Parkinson's disease patients on/off dopamine. *Neuroscience letters*. 513, 219-222.
- Kiefer, M., & Trumpp, N. M. (2012). Embodiment theory and education: the foundations of cognition in perception and action. *Trends in Neuroscience and Education*, 1, 15–20.
- Moody, C. L., Gennari, S. P. (2010) Effects of implied physical effort in sensory-motor and pre-frontal cortex during language comprehension. *Neuroimage*. 49, 782-793.
- Pellecchia, G. L. (2003). Postural sway increases with attentional demands of concurrent cognitive task. *Gait & Posture*, 18, 29-34.
- Pulvermüller, F. (2005) Brain mechanisms linking language and action. *Nature Reviews Neuroscience*. 6, 576-582.
- Pulvermüller, F. Hauk, O. Nikulin, V.V. Ilmoniemi, R.J. (2005) Functional links between motor and language systems. *Journal of Neuroscience*. 21: 793-97
- Rodrigues EC, Lemos T, Gouvea B, Volchan E, Imbiriba LA, Vargas CD. (2010) Kinesthetic motor imagery modulates body sway. *Neuroscience*. 169, 743–750.
- Stins, J. F., & Beek, P. J. (2013). Effects of language processing on spontaneous muscle activity. *Journal of Neurolinguistics*, 26(3), 363–369.

Stins, J. F., Schneider, I. K., Koole, S. L., Beek, P. J. (2015) The influence of motor imagery on postural sway: Differential effects of type of body movement and person perspective. *Advances in cognitive psychology*. 11, 77-83.

Wilson M. 2002. Six views of embodied cognition. *Psychon. Bull. Rev.* 19:625-36

Wilson, R.A. & Foglia, L, (2011). Embodied Cognition, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (red.), URL = <<http://plato.stanford.edu/entries/embodied-cognition/>>.