

De validiteit van het meten van balans met behulp van de BTWii.

Laura Zandbergen

Opleiding Bewegingstechnologie, De Haagse Hogeschool

De validiteit van het meten van balans met behulp van de BTWii.

Laura Zandbergen 09003134

Opleiding Bewegingstechnologie, De Haagse Hogeschool

Eerste begeleider: Daphne Wezenberg

Tweede begeleider: Monique Berger

16 juni 2015

Voorwoord

Deze scriptie is geschreven als afstudeerproject voor de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool. De richting die gekozen is voor deze scriptie is onderzoek. De interesse hiervoor is gekomen tijdens mijn derdejaars stage bij het Innosportlab De Tongelreep. Ook tijdens mijn vierdejaars stage heb ik ervoor gekozen om een onderzoeksproject aan te gaan. Dit was een review naar 'tweedimensionale videoanalyse van het gangbeeld bij mensen met een verstandelijke beperking' bij het Erasmus MC aan de leerstoel Geneeskunde voor Verstandelijk Gehandicapten. Het was voor mij dan ook meer dan logisch om ook af te studeren met een onderzoeksproject aangezien daar mijn interesse ligt.

Het schrijven van mijn scriptie heb ik als een leerzame en leuke tijd ondervonden. Ik wil graag alle mensen bedanken die mij hebben geholpen tijdens deze periode. Ook wil ik graag mijn afstudeerbegeleiders Daphne Wezenberg en Monique Berger bedanken en de fysiotherapeuten Dianne Klein en Cassandra van Dijck voor hun hulp bij het vinden van cliënten om te testen en aanwezig zijn tijdens het testen van mensen met balansproblemen. Daarnaast wil ik ook Arend de Kloet bedanken voor zijn hulp bij het proberen te regelen van mensen om te testen bij het Sophia Revalidatie te Delft.

Natuurlijk wil ik ook alle mensen bedanken die mee hebben gedaan met het onderzoek als proefpersoon. En wil ik graag mijn familie bedanken voor hun steun in deze periode.

Laura Zandbergen

16 juni 2015

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1. Inleiding	7
2. Methode	11
2.1 Design en deelnemers	11
2.2 Meetprotocol	12
2.3 Statistische analyses	16
3. Resultaten	17
3.1 Haalbaarheid testen	17
3.2 Correlatie tussen de Berg Balance Scale en de BTWii	18
3.3 Groep met balansproblemen vergeleken met de controlegroep	22
4. Discussie	25
4.1 Haalbaarheid van de BTWii	25
4.2 Validiteit van de BTWii	26
4.3 Beperkingen onderzoek	31
4.4 Aanbevelingen	33
5. Conclusie	34
Bijlage	38
Meetprotocol mensen zonder balansproblemen	38
Projectplan voor afstuderen	43
Evaluatie persoonlijke leerdoelen	50
Totaalscore Berg Balance Scale	51
Uitkomstmaten BTWii	52

Samenvatting

Balans is belangrijk voor de activiteiten van het dagelijks leven (ADL). In dit onderzoek wordt er gekeken of de BTWii een valide meetmethode is om statische balans te meten. De BTWii is een softwareprogramma welke voor de Wii Balance Board geschreven is door de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool. Het doel van de BTWii is om de status van de balansproblematiek te kunnen evalueren. Voordat de BTWii in de praktijk gebruikt kan worden moet er eerst inzage komen in de validiteit en toepasbaarheid van de BTWii. Met andere woorden in hoeverre ben je met de BTWii daadwerkelijk in staat om iets te zeggen over de balans van een persoon. Dit zal gebeuren door de volgende drie vragen te beantwoorden 1) wat is de haalbaarheid van de BTWii, 2) wat is de validiteit van de BTWii ten opzichte van de Berg Balance Scale en 3) wat is de concurrent validiteit van de BTWii. De Berg Balance Scale wordt gezien als de gouden standaard. Voor dit onderzoek zijn acht mensen met balansproblemen (5 mannen, 3 vrouwen, gemiddelde leeftijd: 71 jaar ($\pm 7,5$)) getest en 21 mensen zonder balansproblemen (7 mannen, 14 vrouwen, gemiddelde leeftijd: 55 jaar (± 11)) getest. De uitkomsten uit de BTWii zijn vergeleken met de scores van de Berg Balance Scale om te kijken of deze met elkaar correleren. Daarnaast zijn de uitkomstmaten uit de BTWii van de twee testgroepen (de controlegroep en de groep met balansproblemen) met elkaar vergeleken om te differentiëren in de groep met balansproblemen. Dit wordt gedaan door te kijken naar de concurrent validiteit van de BTWii. De verwachting is dat er een verschil is te vinden tussen de twee groepen waarbij de groep met balansproblemen een grotere verplaatsing van de COP zal hebben in anterior posterior richting. Uit de resultaten is gebleken dat er bij vier testonderdelen van de BTWii één of meerdere uitkomstmaten met de Berg Balance Scale correleren (zelfstandig staan, zelfstandig staan ogen dicht, zelfstandig staan met de voeten bij elkaar en draaien met het hoofd over de linker schouder). Ook bleek uit de resultaten dat er bij vier testonderdelen één of meerdere uitkomstmaten een significant verschil was tussen de groep met balansproblemen en de controlegroep (zelfstandig staan, zelfstandig staan ogen dicht, zelfstandig staan met de voeten bij elkaar en functional reach test). Alleen bij het zelfstandig staan (ZS) waren de volgende uitkomstmaten SD_{ML} , afgelegde weg, snelheid COP_{AP} en snelheid COP in staat om te

differentiëren tussen de groep met balansproblemen en zonder balansproblemen en de uitkomstmaat te correleren met de Berg Balance Scale. De conclusie van dit onderzoek is dat één testonderdeel van de BTWii in de praktijk gebruikt zou kunnen worden waarbij er gekeken wordt naar het zelfstandig staan (ZS) met de uitkomstmaten SD_{ML} , afgelegde weg, snelheid COP_{AP} en snelheid COP (zie tabel 10). Ook de andere testonderdelen kunnen gebruikt worden met diezelfde uitkomstmaten maar zullen minder betrouwbaar zijn. Tevens blijkt uit dit onderzoek dat de meeste testonderdelen een lage validiteit hebben ten opzichte van de Berg Balance Scale.

1. Inleiding

Balans is een term die veel gebruikt wordt om stabiliteit te definiëren, er is echter nog geen universele definitie voor balans (Pollock et al., 2000). Balans wordt in het algemeen gedefinieerd wanneer de center of mass binnen het steunvlak vlak valt (Tyson & Connell, 2009; Wang & Newell, 2014; Pollock et al., 2000). Het menselijk lichaam is echter in staat om toch te blijven staan wanneer de center of mass buiten het steunvlak valt door spieren aan te spannen (Pollock et al., 2000) die ervoor zorgen dat de center of mass weer binnen het steunvlak valt. Dit gebeurt in twee situaties, wanneer je een opvangreactie opvangt waardoor de base of support (BoS) verandert of als je al een snelheid hebt die richting de BoS gaat (Hof, 2007). Balans is op te delen in drie onderdelen; stabiliteit, symmetrie en dynamische stabiliteit. Stabiliteit houdt in, het in staat zijn om stil te staan zonder extreme bewegingen. Symmetrie houdt in, het verdelen van het gewicht over beide benen en dynamische stabiliteit betekent het kunnen bewegen zonder om te vallen (Nichols, 1997).

Een goede balans vraagt een samenwerking van het zenuwstelsel, het sensorische en motorische systeem (Pasma et al., 2014; Li et al., 2012). Het sensorische systeem maakt gebruik van visuele input, somatosensorische informatie en vestibulaire input. Onder het motorische systeem verstaan we een goede houding waarbij de spiertonus en de houdingstonus een belangrijke rol spelen. Bij spiertonus gaat het om de spanningstoestand van de weefsels (in het bijzonder het spierpeesapparaat) die deels door de activatie vanuit centraal, deels door de lengte en stijfheid (of gebrek aan stijfheid) van de uitvoerende organen wordt bepaald (van Essen et al., 2004). Bij houdingstonus gaat het om een verhoogde activiteit in de m. erector spinae, m. iliopsoas, m. gluteus medius, m. biceps femoris, m. gastrocnemius, m. tibialis anterior, m. soleus, m. tensio fasciae latae en m. abdominals. Hoe het systeem het aanpakt om balans te handhaven hangt af van de interactie van de individu met de taak en de omgeving (Shumway-Cook & Woollacott, 1995). Er zijn echter ziektebeelden die de balans verstoren. Zo is er bij Cerebro Vasculair Accident (CVA) onder andere een verstoorde werking van het sensorische en motorische systeem (Montagna et al., 2014) en bij de ziekte van Parkinson is er sprake van een foutieve verwerking bij het sensorische en motorische systeem (Rinalduzzi et al., 2015).

Omdat balans zo belangrijk is voor de activiteiten van het dagelijks leven (ADL) is het van belang om de balans van de cliënt goed in kaart te brengen en de balans te verbeteren waar nodig. Het meten van balans wordt op twee manieren gedaan, statisch en dynamisch (Geldhof et al., 2006; Karimi & Solomonidis, 2011) en kan zowel subjectief als objectief. Subjectieve metingen worden vooral gedaan met observatieschalen of observatielijsten. Per aandoening is het afhankelijk welke observatieschaal of lijst gebruikt wordt. Een paar bekende en veel gebruikte observatieschalen zijn de Berg Balance Scale, de Balance Evolution Systems Test (BESTest) en de Tinetti Balance Test of the Performance-Oriented Mobility Assessment (POMA). De Berg Balance Scale heeft een goede intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid ($ICC = 0.97$) en een goede interbeoordelaarsbetrouwbaarheid ($ICC = 0.95-0.98$) (Blum & Korner-Bitensky, 2008). De BESTest heeft een intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van $ICC = 0.96$ en een interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van $ICC = 0.90$ (Leddy et al., 2011). De POMA heeft een intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van $ICC = 0.22$ (Tamburella et al., 2014) en een interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van $85\% \pm 10\%$ agreement (Whitney et al., 1998).

Objectieve metingen worden gedaan met een krachtplaat, gyroscopen en versnellingsopnemers (Mancini & Horak, 2010). Een krachtenplaat meet de center of pressure (COP) terwijl een gyroscoop de draaien om een as meet en een versnellingsopnemer juist de g-krachten meet. Over het algemeen wordt de krachtenplaat het meeste gebruikt wanneer statische balans gemeten wordt. Er bestaan verschillende soorten krachtenplaten, gyroscopen en versnellingsopnemers. Hierdoor is het moeilijk om iets over het algemeen te zeggen over de betrouwbaarheid en validiteit van de meetinstrumenten.

Eén van de meest gebruikte subjectieve meetmethodes om balans te meten is de Berg Balance Scale. Deze observatieschaal is in eerste instantie gemaakt om de balans te testen bij ouderen (Rodrigues et al., 2014), maar wordt vandaag de dag ook gebruikt om de balans te testen bij verschillende aandoeningen, zoals CVA, multiple sclerose en de ziekte van Parkinson (Tyson & Connell, 2009). Het is een 5-puntsschaal en geeft een score van 0 t/m 4 per item op een totaal van 14 verschillende onderdelen. Met deze observatieschaal wordt zowel statische als dynamische balans gemeten. Dit houdt in dat er zowel statische als dynamische handelingen uitgevoerd moeten worden. Een statisch testonderdeel is het staan met de ogen dicht voor tien seconden. Een dynamisch testonderdeel is het oppakken van een voorwerp van de grond.

Een andere manier om balans in kaart te brengen is het objectief meten. Dit kan gebeuren door het meten van de center of pressure (COP) met behulp van krachtenplaat. COP is een enkel punt dat het aangrijppunt van de grondreactiekracht weergeeft (Doyle et al., 2007). Er zijn verschillende uitkomstmaten die berekend kunnen worden met de COP, zoals de gemiddelde COP, de afgelegde weg en de gemiddelde snelheid. Uit de review van Chaudhry (2011) blijkt dat het nog niet bekend is welke uitkomstmaten de kwaliteit van balans daadwerkelijk weergeven. Wel blijkt uit twee studies dat wanneer er een toename is van de zwaai in de medio-laterale richting de kans op vallen toeneemt bij ouderen (Chaudhry et al., 2011). Uit de review van Kiers et al. (2013) blijkt dat sporters een kleinere bewegingsuitslag van hun COP hebben dan de controlegroep. Er wordt in dit onderzoek niet vermeld naar welke kant de bewegingsuitslag van de COP kleiner wordt. Uit de review van Ruhe et al. (2011) blijkt dat mensen met lage rugpijn, nekpijn en whiplash gerelateerde aandoeningen een verhoogde bewegingsuitslag hebben van center of pressure (COP) vooral in anterior posterior richting. Het meten van de COP wordt over het algemeen gemeten met behulp van een krachtenplaat (Doyle et al., 2007) en wordt ook wel gezien als de gouden standaard (Huurnink et al., 2013). Nadelen van het meten van de COP middels een krachtenplaat is dat het duur is om aan te schaffen en lastig te transporteren (Clark et al., 2010).

De Wii Balance Board (Nintendo, Kyoto, Japan) is een goedkopere manier om de balans objectief in kaart te brengen door middel van het meten van de COP (Bartlett et al., 2014). De Wii Balance Board is een accessoire van de Wii, dat is gemaakt voor het spel de Wii Fit. Het is een board dat vier sensoren in de poten heeft zitten die de verplaatsing van het gewicht registreren. De Wii Balance Board heeft een meetoppervlak van 23 bij 43 cm en meet met een frequentie van 100 Hz. Er worden alleen verticale krachten gemeten met de Wii Balance Board. Uit de verticale krachten kan informatie verzameld worden over de center of pressure, zoals de gemiddelde COP, de afgelegde weg en de gemiddelde snelheid van de COP.

Voor de Wii Balans Board is door opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool een softwareprogramma, BTWii, geschreven dat de Berg Balance Scale omgeschreven heeft naar een programma voor de Wii Balance Board en de Center of Pressure (COP) in beeld brengt.

In eerder onderzoek (Langendam, 2013) is gekeken naar de betrouwbaarheid en validiteit van de center of pressure zoals gemeten met de BTWii bij het staan op één been met als gouden standaard de krachtenplaat. Uit het onderzoek van Langendam (2013) is gebleken dat de center of pressure een hoge ICC betrouwbaarheid heeft (staan op één been ogen open ICC = 0.95-0.98, staan op één been ogen gesloten ICC = 0.91). Uit het onderzoek van Clark 2010 blijkt ook dat er een hoge ICC betrouwbaarheid is (staan op één been ogen open ICC = 0.89, staan op één been ogen dicht ICC = 0.79, staan op twee benen ogen open ICC = 0.86 en staan op twee benen ogen dicht ICC = 0.94). Ook de validiteit ten opzichte van de krachtenplaat scoort redelijk hoog met een correlatie van 0.94 en 0.88 voor het staan op één been met ogen open en een correlatie van 0.89 en 0.90 voor het staan op één been met ogen gesloten. Uit het onderzoek van Clark (2010) blijkt dit ook (staan op één been ogen open ICC = 0.80, staan op één been ogen dicht ICC = 0.77, staan op twee benen ogen open ICC = 0.77 en staan op twee benen ogen dicht ICC = 0.88). De conclusie van het onderzoek van Langendam (2013) is dat de waardes van de BTWii overeenkomen met de waardes uit de krachtenplaat. Echter waren niet alle uitkomstmaten valide. Wel hadden de volgende uitkomstmaten een hoge validiteit en betrouwbaarheid: standaard deviatie in medio-laterale richting, de afgelegde weg, de snelheid in medio-laterale richting en het oppervlak van het COP (ICC $\geq$ 0.75). Maar er is in het onderzoek van Langendam (2013) nog niet gekeken naar de validiteit en toepasbaarheid van de BTWii ten opzichte van de Berg Balance Scale. Daarnaast is er niet gekeken naar de haalbaarheid van de testen bij mensen met balansproblemen.

De doelstelling van dit onderzoek is om inzage te krijgen in ‘wat is de validiteit van de BTWii ten opzichte van de Berg Balance Scale?’ Om dit te kunnen bepalen worden er drie vragen gesteld 1) wat is de haalbaarheid van de BTWii, 2) wat is de validiteit van de BTWii ten opzichte van de Berg Balance Scale en 3) wat is de concurrent validiteit van de BTWii. Voor het bepalen van de validiteit wordt gebruik gemaakt van de Berg Balance Scale als gouden standaard voor het bepalen van balansproblematiek. Het doel is om te kijken of de BTWii daadwerkelijk iets kan zeggen over balans met behulp van de Berg Balance Scale. Dit gebeurt per testonderdeel. In deze scriptie zal niet gekeken worden naar het verschil tussen objectieve en subjectieve meetmethodes. De verwachting is dat de

BTWii Berg Balance Test een goede manier kan zijn om de mate van balans objectiever in kaart te brengen en een goed onderscheid kan maken tussen een goede balans en een slechte balans.

2. Methode

2.1 Design en deelnemers

Dit onderzoek is een quasi experimenteel onderzoek. In dit onderzoek hebben acht personen met balansproblemen (5 mannen, 3 vrouwen, gemiddelde leeftijd: 71 jaar ($\pm 7,5$)) en 21 personen zonder balansproblemen (7 mannen, 14 vrouwen, gemiddelde leeftijd: 55 jaar (± 11)) deelgenomen (zie tabel 1 en 2). Van de acht personen met balansproblemen waren er twee met CVA, drie met de ziekte van Parkinson, één met overstreckte knieën en twee onbekend. Personen met balansproblemen werden geïnccludeerd wanneer er sprake was van niet aangeboren hersenletsel of wanneer de fysiotherapeut vond dat er sprake was van een balansprobleem. Wanneer er sprake was van een amputatie werd men geëxcludeerd. Bij de groep mensen zonder balansproblemen werd men geïnccludeerd als men 35 jaar of ouder was en men mocht niet meedoen wanneer er sprake was van een balansprobleem. Verder is er voor zowel mensen met als mensen zonder balansproblemen het exclusie criterium dat het lichaamsgewicht van de persoon niet boven de 150 kg mag zijn dit omdat de Wii Balance Board niet meer aan kan.

Tabel 1, Specificaties proefpersonen met balansproblemen.

	Aantal (N)	Gemiddelde leeftijd in jaren (SD)	Gemiddelde lengte in m (SD)	Gemiddelde gewicht in kg (SD)	Voorkeursbeen rechts (%)
Mannen	5	72 (8,4)	1,78 (0,12)	86 (17)	80
Vrouwen	3	69 (6,8)	1,60 (0,09)	74 (9,6)	100
Totaal	8	71 (7,5)	1,71 (0,14)	81 (15)	87,5

N: aantal deelnemers; SD: standaarddeviatie.

Tabel 2, Specificaties proefpersonen zonder balansproblemen.

	Aantal (N)	Gemiddelde leeftijd in jaren (SD)	Gemiddelde lengte in m (SD)	Gemiddelde gewicht in kg (SD)	Voorkeursbeen rechts (%)
Mannen	7	60 (8,9)	1,77 (0,07)	86 (15)	57
Vrouwen	14	53 (11)	1,68 (0,08)	72 (7,8)	79
Totaal	21	55 (11)	1,71 (0,09)	76 (12)	76

N: aantal deelnemers; SD: standaarddeviatie.

2.2 Meetprotocol

Het onderzoek bestaat uit twee testen, de Berg Balance Scale en de BTWii. De BTWii bestond uit 13 testonderdelen (zie tabel 3) waarvan er 12 werden uitgevoerd door mensen zonder balansproblemen. Bij de onderzoeksgroep mensen met balansproblemen werden de volgende testonderdelen niet meegenomen; staan op één been links en rechts met de ogen dicht (RD en LD) hierdoor bestond de BTWii nog maar uit 10 onderdelen bij mensen met balansproblemen. De reden hiervoor was dat zelfs mensen zonder balansproblemen deze testonderdelen amper konden uitvoeren (zie 3.1 ‘haalbaarheid testen’). Het testonderdeel ‘rugligging balans’ deed niet mee omdat het testonderdeel een vraag was voor een ander onderzoek. De observatieschaal de Berg Balance Scale bestond uit 14 testonderdelen (zie bijlage ‘meetprotocol mensen zonder balansproblemen’). Alle testonderdelen van de Berg Balance Scale werden meegenomen in dit onderzoek.

Voor de Berg Balance Scale geldt dat het een observatieschaal is die bestaat uit 14 verschillende onderdelen. Er wordt per onderdeel een score van 0 t/m 4 gegeven. Er is sprake van een slechte balans bij een score van 0 tot 20, een acceptabele balans bij een score van 21 tot 40 en een goede balans bij een score van 41 tot 56 (Blum & Korner-Bitensky 2008). De Berg Balance Scale is afgenomen conform de richtlijnen en werd als eerste afgenomen tijdens de testfase.

Voor de Wii Balance Board werd het softwareprogramma BTWii gebruikt. Via een Bluetooth verbinding werd de Wii Balance Board verbonden met de computer. Vervolgens werden de testonderdelen handmatig ingevoerd. De BTWii bestaat uit de volgende 12 onderdelen (zie tabel 3):

Tabel 3, testonderdelen van de BTWii.

Testonderdeel	Afkorting	Duur testonderdeel	Komt testonderdeel voor in de BBS
Zelfstandig staan	ZS	2 minuten	Ja
Zelfstandig staan met de ogen dicht	ZSD	10 seconden	Ja
Zelfstandig staan met de voeten bij elkaar	ZSBE	1 minuut	Ja
Staan op het rechterbeen met de ogen open	RO	10 seconden	Ja, maar het maakt bij de BBS niet uit of er op rechts of links gestaan wordt
Staan op het linkerbeen met de ogen open	LO	10 seconden	Ja, maar het maakt bij de BBS niet uit of er op rechts of links gestaan wordt
Staan op het rechterbeen met de ogen dicht	RD	10 seconden	Nee
Staan op het linkerbeen met de ogen dicht	LD	10 seconden	Nee
Tandemstand met het linkerbeen voor	TL	30 seconden	Ja, maar het maakt niet uit of rechts of links voor staat
Tandemstand met het rechterbeen voor	TR	30 seconden	Ja, maar het maakt niet uit of rechts of

			links voor staat
Draaien met het hoofd over de linkerschouder	DHL	Werd gestopt nadat de handeling uitgevoerd was. De tijd die ingesteld werd was 30 seconden	Ja, maar draaien over linker en rechterschouder is één oefening
Draaien met het hoofd over de rechterschouder	DHR	Werd gestopt nadat de handeling uitgevoerd was. De tijd die ingesteld werd was 30 seconden	Ja, maar draaien over linker en rechterschouder is één oefening
Reiken met gestrekte armen	RGA	Werd gestopt nadat de handeling uitgevoerd was. De tijd die ingesteld werd was 30 seconden	Ja
Rugligging balans	-	-	Nee

BBS: Berg Balance Scale.

Verder bestaat de BTWii uit tien uitkomstmaten (zie tabel 4):

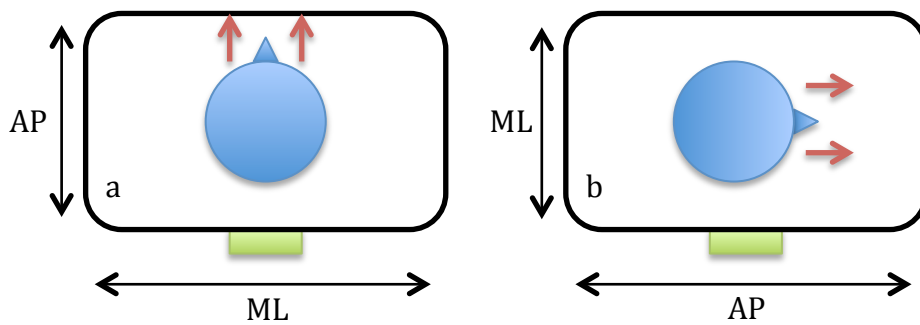
Tabel 4, tien uitkomstmaten van de BTWii.

Uitkomstmaat	Naam
Oppervlak ellips 95% van de datapunten	Oppervlak
Gemiddelde COP in anterior posterior (AP) richting	Gemiddelde COP _{AP}
Standaarddeviatie in anterior posterior richting	SD _{AP}
Standaarddeviatie in medio-laterale (ML) richting	SD _{ML}
Maximale waarde in anterior posterior richting	Maximale waarde _{AP}
Minimale waarde in anterior posterior richting	Minimale waarde _{AP}
Totale afgelegde weg van de COP	Afgelegde weg
Snelheid COP in anterior posterior richting	Snelheid COP _{AP}
Snelheid COP in medio-laterale richting	Snelheid COP _{ML}
Snelheid COP	Snelheid COP

COP: center of pressure; AP: anterior posterior; ML: medio-lateraal.

Na het invoeren van de testonderdelen werden de testen geladen en afgenomen op de volgorde van tabel 3. Bij sommige mensen met balansproblemen werden bepaalde testen weggelaten omdat deze niet haalbaar waren bij de Berg Balance Scale en te moeilijk of gevaarlijk waren om uit te voeren op de Wii Balance Board.

Bij alle testen, behalve de tandemstand, werd er met de rug aan de knipperlichtkant van de Wii Balance Board gestaan (zie figuur 1a). Bij de groep mensen met balansproblemen werd de Wii Balance Board geplaatst in een hoek met het knipperlicht bij de muur kant zodat de cliënt met het gezicht richting de zaal stond en aan de rugzijde van de cliënt zich een muur bevond. Bij alle deelnemers van dit onderzoek werd bij de tandemstand (TL en TR) het bord een kwart gedraaid (zie figuur 1b).



Figuur 1, richting gezicht van de deelnemer op de BTWii. A. richting van het gezicht van de deelnemer tijdens alle testonderdelen behalve de tandemstand links (TL) voor en de tandemstand rechts voor (TR). B. richting van het gezicht van de deelnemer tijdens de tandemstand links voor (TL) en tandemstand rechts voor (TR). De rode pijltjes geven weer welke kant de deelnemer op kijkt. AP: anterior posterior richting; ML: medio-laterale richting.

2.3 Statistische analyses

Alle data zijn geanalyseerd met behulp van het programma SPSS versie 22 voor Mac (IBM SPSS Statistics version 22). Er is met de one-sample Kolmogorov-Smirnov test gekeken of de score van de Berg Balance Scale van de groep met balansproblemen normaal verdeeld is. Verder is er ook gekeken of de uitkomstmaten uit de BTWii gelijk waren tussen de controlegroep en de groep met balansproblemen met de levene test for equality of variance. Wanneer de score van de levene test of equality of variance lager dan 0,05 was werd er gekeken naar de waarde van de significantie bij equal variances not assumed (EVNA). Wanneer de score 0,05 of hoger was werd er gekeken naar de waarde van de significantie bij equal variance assumed (EVA). De Pearsons correlatie is berekend met de gegevens van de groep met balansproblemen van de uitkomst uit zowel de Berg Balance Scale als alle uitkomstmaten van de BTWii (120 uitkomsten, 10 x 12). De independent t-toets is gedaan met alle uitkomstmaten van de BTWii van de groep met balansproblemen en de controlegroep. De grafieken zijn in Excel gemaakt om de correlatie weer te geven tussen de uitkomst van de Berg Balance Scale en de groep met balansproblemen. Er zijn staafgrafieken gemaakt in Excel om het verschil in uitkomsten van de BTWii weer te geven tussen de controlegroep en de groep met balansproblemen.

3. Resultaten

3.1 Haalbaarheid testen

De BTWii bestond voor de mensen zonder balansproblemen uit 12 testonderdelen en voor mensen met balansproblemen uit 10 testonderdelen (RD en LD doen niet mee; zie tabel 5). In tabel 5 is te zien dat mensen met balansproblemen uiteindelijk maar zes van de tien testonderdelen konden uitvoeren. Iedereen was in staat om het reiken met gestrekte armen (RGA) uit voeren. De andere testen kon niet iedereen uitvoeren. Het staan op één been en de tandemstand lukte niemand om uit te voeren gedurende de voorgeschreven tijd. Er was sprake van het niet kunnen uitvoeren van een onderdeel wanneer het niet mogelijk was om de uitgangspositie aan te nemen of deze uitgangspositie vol te houden gedurende de voor vastgestelde test/protocoltijd.

Tabel 5, aantal geslaagde testonderdelen van de BTWii.

BTWii	Totaal	ZS	ZSD	ZSBE	RO	LO	RD	LD	TL	TR	DHL	DHR	RGA
(N)													
Met BP	8	7	6	5	0	0	-	-	0	0	7	7	8
Zonder	21	21	21	21	21	21	4	6	19	21	21	21	21

BP; balansproblemen; N: aantal deelnemers; ZS: zelfstandig staan; ZSD: zelfstandig staan met de ogen dicht; ZSBE: zelfstandig staan met de voeten bij elkaar; RO: rechterbeen ogen open; LO: linkerbeen ogen open; RD: rechterbeen ogen dicht; LD: linkerbeen ogen dicht; TL: tandemstand links voor; TR: tandemstand rechts voor; DHL: draaien hoofd over de linkerschouder; DHR; draaien hoofd over rechterschouder; RGA: reiken met gestrekte armen.

Echter niet alle testen werden meegenomen in de berekeningen. Bij het aanvangsonderzoeksprotocol is ervoor gekozen om bij de testonderdelen het hoofd over de linker schouder (DHL), het draaien van het hoofd over de rechterschouder (DHR) en het reiken met gestrekte armen (RGA) de gevraagde beweging te laten maken en daarna de 30 seconden in de uitkomstpositie te volbrengen (zie tabel 3). Hieruit kwamen niet de testgegevens die bruikbaar waren voor mijn onderzoek. Hierdoor is ervoor gekozen om bij de eerste zes personen (C001 t/m C006) van de controlegroep die waardes niet mee te nemen in dit onderzoek en het onderzoeksprotocol aan te passen. Door te wachten na de beweging (DHL, DHR en RGA) berekend de BTWii bij verschillende

uitkomstmaten (bijv. Gemiddelde COP_{AP} , snelheid COP_{AP} , snelheid COP_{ML} en snelheid COP) het gemiddelde over de gehele tijd (30 seconden). Daardoor zullen deze uitkomstmaten lager uitvallen dan wanneer er na de beweging de meting gelijk gestopt wordt. Om toch inzage te krijgen in deze beweging is er na het uitvoeren van de oefening bij C007 t/m C021 ervoor gekozen om de meting stop te zetten (zie tabel 6). Daarnaast gebeurde het één keer dat een gehele meting van de BTWii niet opgeslagen werd. Deze is opnieuw uitgevoerd. Ook werd er één keer de waarde van het reiken met gestrekte armen (RGA) niet opgeslagen. Deze viel onder de testwaardes die verkeerd gemeten waren. Het gebeurde twee keer dat de uitkomstmaat snelheid COP niet weergegeven werd bij het staan op het linkerbeen met de ogen dicht en het reiken met gestrekte armen (LD en RGA). Verder is er gemeten bij de controlegroep hoe lang het duurde om de Berg Balance Scale af te nemen en de BTWii. Het afnemen van de Berg Balance Scale bij de controlegroep duurde gemiddeld 8 minuten en 14 seconden met een standaard deviatie van 1 minuut en 16 seconden en het afnemen van de BTWii gemiddeld 11 minuten en 1 seconde met een standaard deviatie van 4 minuten en 8 seconden. Bij zowel de groep met als zonder balansproblemen duurde het afnemen van beide testen 20 a 30 minuten.

Tabel 6, aantal meegenomen testen in de berekeningen.

BTWii	Totaal	ZS	ZSD	ZSBE	RO	LO	RD	LD	TL	TR	DHL	DHR	RGA
	(N)												
Met BP	8	7	6	5	0	0	-	-	0	0	7	7	8
Zonder BP	21	21	21	21	21	21	4	6	19	21	15	15	15

BP: balansproblemen; N: aantal deelnemers; ZS: zelfstandig staan; ZSD: zelfstandig staan met de ogen dicht; ZSBE: zelfstandig staan met de voeten bij elkaar; RO: rechterbeen ogen open; LO: linkerbeen ogen open; RD: rechterbeen ogen dicht; LD: linkerbeen ogen dicht; TL: tandemstand links voor; TR: tandemstand rechts voor; DHL: draaien hoofd over de linkerschouder; DHR; draaien hoofd over rechterschouder; RGA: reiken met gestrekte armen.

3.2 Correlatie tussen de Berg Balance Scale en de BTWii

Er werd op twee manieren naar de correlatie tussen de Berg Balance Scale en de BTWii gekeken. De one-sample Kolmogoroc-Smirnov test is gedaan om te kijken of de Pearsons correlatiecoëfficiënt berekend moet worden of de Spearman's rangcorrelatiecoëfficiënt. Er is gekeken

of de score van de Berg Balance Scale normaal verdeeld was over de proefpersonen. Dit is gedaan met behulp van de one-sample Kolmogorov-Smirnov test en het bleek normaal verdeeld te zijn. De Berg Balance Scale had een gemiddelde van 40,625 en een standaard deviatie van 12,44 (zie bijlage ‘totaalscore Berg Balance Scale’ en ‘uitkomstmaten BTWii’ voor scores van de Berg Balance Scale en uitkomstmaten van de BTWii). Daarom is de correlatie tussen de score van de Berg Balance Scale en de uitkomstmaten van BTWii van de groep met balansproblemen berekend met de Pearsons correlatiecoëfficiënt. Daarnaast zijn er grafieken gemaakt waarin de Berg Balance Scale afgezet is tegen een uitkomstmaat van de BTWii.

3.2.1 Pearsons Correlatie Berg Balance Scale en BTWii

Als eerste werd er gekeken of er een correlatie was tussen de uitkomstmaten van de BTWii en de score van de Berg Balance Scale. Dit werd gedaan met de Pearsons correlatie (zie tabel 7).

Tabel 7, Pearsons Correlatie tussen Berg Balance Scale en uitkomstmaten BTWii.

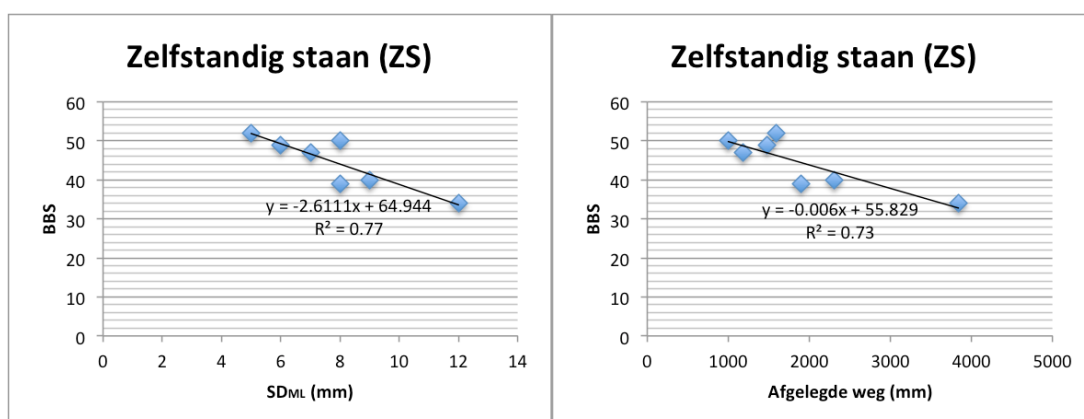
	ZS (N=7)	ZSD (N=6)	ZSBE (N=5)	DHL (N=7)	DHR (N=7)	RGA (N=8)	Aantal significant
Oppervlak	r = -.848*	r = -.952**	r = -.977**	r = -.384	r = -.919**	r = .106	4
Gemiddelde	r = .289	r = -.749	r = -.355	r = .106	r = .686	r = .262	0
COP_{AP}							
SD_{AP}	r = -.729	r = -.762	r = -.990**	r = -.368	r = -.582	r = .289	1
SD_{ML}	r = -.877**	r = -.706	r = -.782	r = -.005	r = -.743	r = -.181	1
Maximale	r = -.293	r = -.814*	r = -.367	r = .429	r = -.077	r = .307	1
waarde_{AP}							
Minimale	r = .059	r = .657	r = .158	r = -.032	r = -.242	r = -.357	0
waarde_{AP}							
Afgelegde	r = -.853*	r = -.337	r = -.298	r = -.443	r = -.821*	r = -.316	2
weg							
Snelheid	r = -.771*	r = -.474	r = -.511	r = -.324	r = -.618	r = -.237	1
COP_{AP}							
Snelheid	r = -.836*	r = -.248	r = -.027	r = -.106	r = -.633	r = -.071	1
COP_{ML}							
Snelheid	r = -.880**	r = -.289	r = -.314	r = -.276	r = -.619	r = -.332	1
COP							
Aantal	6	2	2	0	2	0	12 / 60
significant							

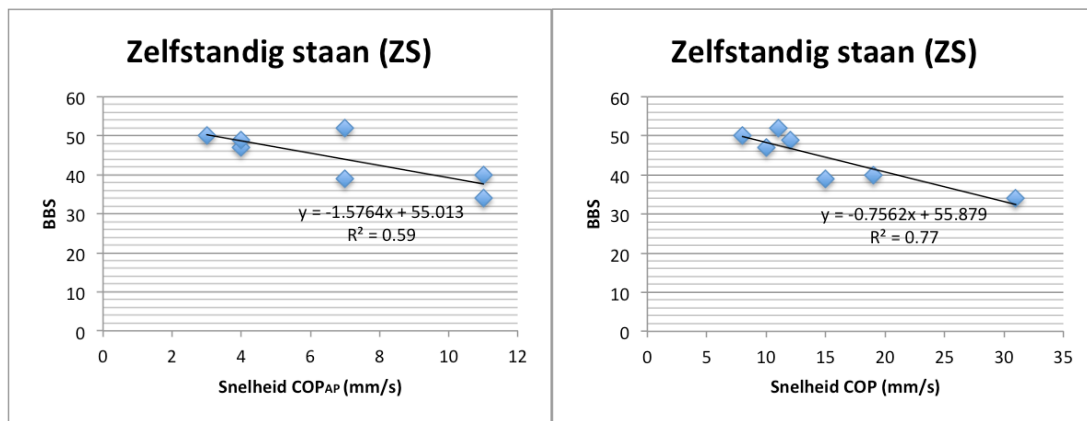
r: Pearsons Correlatie; N: aantal deelnemers; *: correlatie is significant bij de 0.05 level (2-tailed); **: correlatie is significant bij de 0.01 level (2-tailed); AP: anterior posterior richting; ML: medio-laterale richting; COP: center of pressure; ZS: zelfstandig staan; ZSD: zelfstandig staan met de ogen dicht; ZSBE: zelfstandig staan met de voeten bij elkaar; DHL: draaien hoofd over de linkerschouder; DHR: draaien hoofd over rechterschouder; RGA: reiken met gestrekte armen.

Bij het onderdeel zelfstandig staan (ZS) is er een hoge tot zeer hoge correlatie tussen de BBS en de uitkomstmaten uit de BTWii, dit geldt niet voor de maximale waarde_{AP}, de minimale waarde_{AP} en de gemiddelde COP_{AP}. Bij het onderdeel zelfstandig staan met de ogen dicht (ZSD) is er zeer hoge correlatie tussen de BBS en het oppervlak. Er is een hoge correlatie tussen de BBS en de gemiddelde COP_{AP}, SD_{AP}, SD_{ML} en maximale waarde_{AP}. Bij het onderdeel zelfstandig staan met de voeten bij elkaar (ZSBE) is er een zeer hoge correlatie tussen de BBS en het oppervlak en de BBS en SD_{AP}. Er is een hoge correlatie tussen de BBS en de SD_{ML}. De rest heeft geen of een lage correlatie met de BBS. Bij het onderdeel draaien met het hoofd over de linkerschouder (DHL) is de correlatie tussen de BBS en de uitkomstmaten uit de BTWii laag of niet. Bij het onderdeel draaien met het hoofd over de rechterschouder (DHR) is de correlatie tussen de BBS en het oppervlak zeer hoog. De correlatie tussen de BBS en de afgelegde weg van de COP is hoog. De rest heeft een middelmatige, lage of geen correlatie met de BBS. Bij het onderdeel het reiken met gestrekte armen (RGA) is de correlatie tussen de BBS en de uitkomstmaten uit de BTWii laag of niet.

3.2.2 Correlatie en R^2

In figuur 2 zijn de vier uitkomstmaten weergegeven die naar voren komen bij zowel de test naar de validiteit als de test naar de concurrent validiteit.





Figuur 2, Score BBS van de groep met balansproblemen bij het zelfstandig staan (ZS) ten opzichte van vier hoog correlerende uitkomstmaten van de BTWii. ML: medio-laterale richting; AP: anterior posterior richting; COP: center of pressure; SD: standaard deviatie.

3.3 Groep met balansproblemen vergeleken met de controlegroep

Naast dat er naar de correlatie tussen de Berg Balance Scale en de uitkomstmaten van de BTWii is gekeken, is er ook gekeken naar de significantie tussen de controlegroep en de groep met balansproblemen. Dit is gedaan met behulp van de Independent t-toets. Het verschil tussen de controlegroep en de groep met balansproblemen is weergegeven in grafieken.

3.3.1 Independent t-toets

In tabel 8 is het verschil weergegeven tussen de controlegroep en de groep met balansproblemen door middel van de independent t-toets.

Tabel 8, Independent t-toets tussen de controle groep en de balansproblemengroep.

	ZS	ZSD	ZSBE	DHL	DHR	RGA	Aantal significant
Oppervlak	Sig = 0.068	Sig = 0.109	Sig = 0.114	Sig = 0.465	Sig = 0.703	Sig = 0.317	0
Gemiddelde	Sig = 0.088	Sig = 0.390	Sig = 0.310	Sig = 0.547	Sig = 0.791	Sig = 0.122	0
COP_{AP}							
SD_{AP}	Sig = 0.047*	Sig = 0.172	Sig = 0.160	Sig = 0.273	Sig = 0.157	Sig = 0.384	1
SD_{ML}	Sig = 0.000**	Sig = 0.022*	Sig = 0.022*	Sig = 0.353	Sig = 0.424	Sig = 0.020*	4
Maximale waarde_{AP}	Sig = 0.410	Sig = 0.180	Sig = 0.628	Sig = 0.398	Sig = 0.504	Sig = 0.962	0
Minimale waarde_{AP}	Sig = 0.164	Sig = 0.485	Sig = 0.684	Sig = 0.078	Sig = 0.840	Sig = 0.625	0
Afgelegde weg	Sig = 0.042*	Sig = 0.147	Sig = 0.001**	Sig = 0.942	Sig = 0.861	Sig = 0.017*	3
Snelheid COP_{AP}	Sig = 0.033*	Sig = 0.097	Sig = 0.002**	Sig = 0.161	Sig = 0.351	Sig = 0.036*	3
Snelheid COP_{ML}	Sig = 0.066	Sig = 0.191	Sig = 0.001**	Sig = 0.978	Sig = 0.872	Sig = 0.006**	2
Snelheid COP	Sig = 0.041*	Sig = 0.062	Sig = 0.003**	Sig = 0.721	Sig = 0.863	Sig = 0.018*	3
Aantal significant	5	1	5	0	0	5	16 / 60

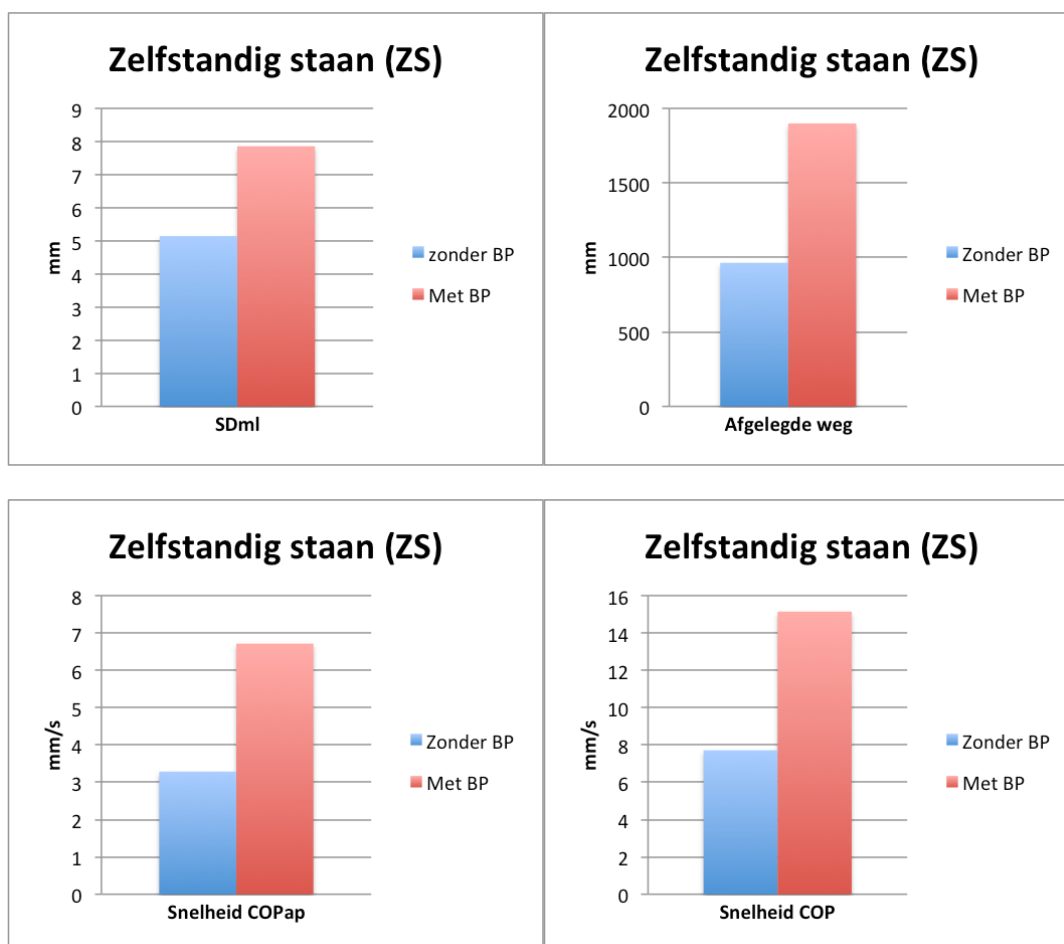
N: aantal deelnemers; *: significantie ≥ 0.05 ; **: significantie ≥ 0.01 ; AP: anterior posterior richting; ML: medio-laterale richting; COP: center of pressure; ZS: zelfstandig staan; ZSD: zelfstandig staan met de ogen dicht; ZSBE: zelfstandig staan met de voeten bij elkaar; DHL: draaien hoofd over de linkerschouder; DHR; draaien hoofd over rechterschouder; RGA: reiken met gestrekte armen.

Uit de independent t-toets is gebleken dat vier van de zes testonderdelen één of meerdere uitkomstmaten significant zijn en er een significant verschil is in de uitkomstmaten van de groep met

balansproblemen en de controlegroep (zie tabel 8). Bij het onderdeel zelfstandig staan (ZS) waren vijf uitkomstmaten significant. Bij het zelfstandig staan met de ogen dicht (ZSD) was er één uitkomstmaat significant. Bij het onderdeel zelfstandig staan met de voeten bij elkaar (ZSBE) waren er vijf significant. En bij het reiken met gestrekte armen (RGA) waren er ook vijf uitkomstmaten significant.

3.3.2 Grafieken verschil tussen controlegroep en groep met balansproblemen

In figuur 3 zijn vier uitkomstmaten van het zelfstandig staan (ZS) die hoog correleren tussen de Berg Balance Scale en de uitkomstmaten en differentieerde tussen de controlegroep en de groep met balansproblemen. In deze grafieken is goed te zien dat de controlegroep gemiddeld steeds een kleinere uitkomstmaat heeft dan de groep met balansproblemen.



Figuur 3, grafieken van de gemiddelde uitkomstmaten van de BTWii van het testonderdeel zelfstandig staan (ZS) van de controlegroep en de groep met balansproblemen. BP: balansproblemen; ML: medio-laterale richting; AP: anterior posterior richting; COP: center of pressure; SD: standaard deviatie.

4. Discussie

Deze scriptie is op te delen in drie vragen: 1) wat is de haalbaarheid van de BTWii, 2) wat is de validiteit van de BTWii ten opzichte van de Berg Balance Scale en 3) wat is de concurrent validiteit van de BTWii.

4.1 Haalbaarheid van de BTWii

De BTWii bestaat uit dertien testonderdelen waarvan er twaalf mee zijn genomen in dit onderzoek. Het dertiende testonderdeel, rugligging balans, is niet geïnccludeerd omdat deze niet voor komt in de Berg Balance Scale en een onderdeel was van een ander onderzoek (Feyenoord). Van de twaalf testen bleek bij de controlegroep dat twee testonderdelen erg moeilijk waren. Dit ging om het staan op één been met de ogen dicht (RD en LD). Het zou kunnen zijn dat de balans van de controlegroep toch minder goed was dan verwacht ondanks dat er goed gescoord werd op de Berg Balance Scale, bijvoorbeeld omdat de Wii Balance Board een plateau is en niet gelijk is met de grond. Daarom vielen deze twee testonderdelen af bij het testen van mensen met balansproblemen en bleven er tien testonderdelen over. Tijdens de testfase bleek dat er vier testonderdelen van de tien niet haalbaar waren voor mensen met balansproblemen. Het lukte niet om gedurende de volledige tijd te blijven staan (zonder om te vallen). Hierbij ging het om staan op één been (RO en LO) en de tandemstand (TL en TR). De andere zes testonderdelen waren niet voor iedereen haalbaar (haalbaar bij ZS voor 7 personen, ZSD 6 personen, ZSBE 5 personen, DHL 7 personen en DHR 7 personen) behalve het reiken met gestrekte armen (RGA). Wanneer een testonderdeel niet haalbaar is kan de BTWii er geen waarde aangeven terwijl de Berg Balance Scale hier wel een score aan kan geven. Doordat niet alle testonderdelen haalbaar waren voor de groep met balansproblemen neemt het aantal bruikbare meetwaarden af. Dit heeft invloed op de validiteit van dit onderzoek, gezien ook het cohort van dit onderzoek klein is. Daarnaast geeft het weer dat een aantal testonderdelen niet haalbaar zijn in de praktijk.

Verder is er ook gekeken naar de tijd die nodig was om de BTWii uit te voeren. Het afnemen van de BTWii past ruim binnen een behandeling. Bij de controlegroep was dit gemiddeld 11 minuten

en 1 seconde met een standaard deviatie van 4 minuten en 8 seconden. Dit is zonder het klaarzetten van de BTWii, het opstarten van het programma en het invullen van de gegevens.

Er waren problemen met het meten van de BTWii bij mensen met balansproblemen. Bij mensen met balansproblemen is het niet gelukt om de tijd te meten die nodig is om de BTWii volledig uit te voeren omdat alle aandacht naar de cliënt moest. Er is letterlijk een te kort aan handen wanneer er maar één persoon is die de metingen kan verrichten. Er zijn verschillende handelingen die uitgevoerd moeten worden tijdens het meten met de BTWii, zoals het opslaan en starten van elke meting. Dit betekent dat er weggelopen moet worden van de cliënt terwijl dit uit veiligheid voor de cliënt niet kan. Verder was het moeilijk voor de cliënt om op de Wii Balance Board te komen. Uit veiligheidsoverwegingen stond de Wii Balance Board in de hoek zodat de cliënt beschermd werd door twee muren (één aan de achterkant en één aan de zijkant) zodat ze zich op konden vangen bij eventueel vallen. Om ervoor te zorgen dat de cliënt niet met het gezicht naar de muur hoefde te staan stond de Wii Balance Board zo dat het gezicht de zaal in was. Het geeft ook een veiliger gevoel wanneer er bescherming aan de achterkant is. Gevoel van veiligheid en bang zijn om te vallen heeft effect op de COP. Zo blijkt dat de COP toeneemt in anterior posterior richting wanneer men bang is om te vallen (Davis et al., 2009; Adkin et al., 2000). Bij de Berg Balance Scale neemt het risico op vallen toe beneden een score van 40 a 45 (Binda et al., 2003). Doordat de Wii Balance Board in een hoek staat kan de cliënt niet vanaf voren de Wii Balance Board opstappen en moest daarom of op het board draaien of er achteruit opstappen (dit was vaak met een rollator). Verder was het zo dat één persoon van de groep mensen met balansproblemen niet begreep wat hij moest doen bij het draaien van het hoofd over de schouder (DHL en DHR). Hierdoor waren die data niet bruikbaar voor dit onderzoek. Dat zou kunnen betekenen dat dit testonderdeel voor bepaalde mensen te moeilijk is.

4.2 Validiteit van de BTWii

Het doel van de BTWii is om de status van de balansproblematiek te kunnen evalueren. Om dit te kunnen doen moest er onder andere gedifferentieerd worden tussen de mensen met balansproblemen. Hiervoor moest er gekeken worden naar de validiteit van de BTWii. Dit is gedaan door naar de correlatie tussen de deelnemers van de groep met balansproblemen te kijken. Uit de

Pearsons correlatie is gebleken dat er maar vier testen (ZS, ZSD, ZSBE en DHR) overblijven waarbij enige vorm van correlatie te vinden is tussen de score van de Berg Balance Scale en de uitkomstmaten van de BTWii. De uitkomstmaten van de BTWii die correleerden waren het oppervlak, SD_{AP} , SD_{ML} , maximale waarde $_{AP}$, afgelegde weg, snelheid COP_{AP} , snelheid COP_{ML} en snelheid COP. Er kon geen correlatie gevonden worden tussen de score van de Berg Balance Scale en de uitkomstmaten gemiddelde COP_{AP} en minimale waarde $_{AP}$. Alle hoge correlaties waren negatief wat inhoudt dat de uitkomstmaat van de BTWii toeneemt naarmate de score op de Berg Balance Scale lager wordt dus wanneer er sprake is van een slechtere balans. Uit het onderzoek van Kim (2015) blijkt ook dat er bij mensen met CVA met een hemiplegie een verhoging is van de COP verplaatsing in anterior posterior richting ten opzichte van de controlegroep. Ook bij mensen met de ziekte van Parkinson is de COP verplaatsing tijdens het stil staan in anterior posterior richting groter dan de controlegroep (Czechowicz et al., 2011). Uit dit verslag blijkt dat er een toename is van de standaard deviatie in anterior posterior richting bij het zelfstandig staan met de voeten tegen elkaar (ZSBE), een toename van de snelheid in anterior posterior richting tijdens het zelfstandig staan (ZS) en een toename van de maximale waarde in anterior posterior richting tijdens het zelfstandig staan met de ogen dicht (ZSD) wanneer de score van de Berg Balance Scale afneemt (zie figuur 2). Er is echter bij geen van de testonderdelen een toename of afname van de gemiddelde COP in anterior posterior richting. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de doelgroep die onderzocht is in dit onderzoek een heterogene groep is terwijl in de artikelen van Kim et al. (2015) en Czechowicz et al. (2011) er een homogene groep onderzocht werd. Een andere verklaring kan zijn dat het cohort van dit onderzoek laag is. Ook blijkt er een toename van de standaard deviatie in medio-laterale richting en een toename van de snelheid in medio-laterale richting tijdens het zelfstandig staan (ZS). Dat er een toename van de COP is in de richting van medio-laterale richting komt niet overeen met resultaten uit eerdere literatuur (Kim 2015; Czechowicz et al., 2011; Ruhe et al., 2011). Uit het onderzoek van Chaudhry et al. (2011) bleek wel dat er een toename was in medio-laterale richting bij ouderen wanneer er een grotere kans was op vallen.

Om inzage te krijgen in de criteriumvaliditeit wordt er gekeken naar het verschil tussen de controlegroep en de groep met balansproblemen (concurrent validiteit). Uit de independent t-test blijkt

dat er vier testonderdelen (ZS, ZSD, ZSBE en RGA) zijn waarbij de uitkomstmaten van de BTWii significant zijn. Het gaat om de uitkomstmaten SD_{AP} , SD_{ML} , afgelegde weg, snelheid COP_{AP} , snelheid COP_{ML} en snelheid COP. De volgende uitkomstmaten waren niet significant: oppervlak, gemiddelde COP_{AP} , maximale waarde $_{AP}$ en minimale waarde $_{AP}$.

Er komen drie testonderdelen naar voren, het zelfstandig staan (ZS), het zelfstandig staan met de ogen dicht (ZSD) en het zelfstandig staan met de voeten bij elkaar (ZSBE), die zowel correleren tussen de score van de Berg Balance Scale en de uitkomstmaten van de BTWii en significant zijn. Maar wanneer er gekeken wordt naar welke uitkomstmaten zowel bij de Pearsons correlatie en de independent t-test naar voren komen blijft er nog maar één testonderdeel over, het zelfstandig staan (ZS). Er zou bij die test gekeken kunnen worden naar de SD_{ML} , de afgelegde weg, de snelheid COP_{AP} en de snelheid COP. Het onderzoek van Langendam (2013) ging over de betrouwbaarheid en validiteit van de COP van de BTWii bij het staan op één been met als gouden standaard een krachtenplaat. Uit dit onderzoek blijkt dat er vier uitkomstmaten zijn met een hoge validiteit, namelijk standaard deviatie in medio-laterale richting, afgelegde weg, snelheid in medio-laterale richting en het oppervlak. Twee uitkomstmaten hiervan, de SD_{ML} en de afgelegde weg, komen overeen met dit onderzoek. In dit onderzoek is ervoor gekozen om alle tien de uitkomstmaten van de BTWii mee te nemen en te bekijken op validiteit. Hier is voor gekozen omdat de BTWii als pakket bestaat uit deze tien uitkomstmaten die een indruk geven van de statische balans in stand op één en twee benen. Het onderzoek van Langendam (2013) betreft een onderzoek gedaan bij sporters waarbij de statische balans in stand op één been getest werd. In deze scriptie waren mensen met balansproblemen niet in staat om op één been te blijven staan. Hierdoor konden geen meetgegevens voor de statische balans met stand op één been vergeleken worden tussen de onderzoeksgroep van Langendam (2013) en de groep met balansproblemen van dit onderzoek. Bij dit onderzoek is ervoor gekozen de uitkomstmaten van de andere uitgangshoudingen van de BTWii nader te bekijken.

Tabel 9, onderzoek Langendam (2013) vergeleken met dit onderzoek waarin de hoog correlerende en significante uitkomstmaten van de BTWii weergegeven worden.

Testonderdelen BTWii	Validiteit BTWii	Concurrent Validiteit BTWii	Langendam (2013)
ZS	• Oppervlak • SD_{ML} • Afgelegde weg • Snelheid COP_{AP} • Snelheid COP_{ML} • Snelheid COP	• SD_{AP} • SD_{ML} • Afgelegde weg • Snelheid COP_{AP} • Snelheid COP	-
ZSD	• Oppervlak • Maximale waarde_{AP}	• SD_{ML}	-
ZSBE	• Oppervlak • SD_{AP}	• SD_{ML} • Afgelegde weg • Snelheid COP_{AP} • Snelheid COP_{ML} • Snelheid COP	-
RO	-	-	• SD_{ML} • Afgelegde weg • Oppervlak • Snelheid COP_{ML}
LO	-	-	• SD_{AP} • SD_{ML} • Afgelegde weg • Snelheid COP_{ML} • Oppervlak
RD	-	-	• SD_{AP} • SD_{ML} • Afgelegde weg • Snelheid COP_{ML}
LD	-	-	• Gemiddelde COP • SD_{AP} • SD_{ML} • Afgelegde weg • Snelheid COP_{AP} • Snelheid COP_{ML}
DHL	-	-	-
DHR	• Oppervlak • Afgelegde weg	-	-
RGA	-	• SD_{ML} • Afgelegde weg • Snelheid COP_{AP} • Snelheid COP_{ML} • Snelheid COP	-

Dik gedrukt staan de uitkomstmaten die in dit onderzoek zowel valide zijn tegenover de Berg Balance Scale en concurrent valide zijn. ZS: zelfstandig staan; ZSD: zelfstandig staan met de ogen dicht; ZSBE: zelfstandig staan met de voeten bij elkaar; RO: staan op rechterbeen met de ogen open; LO: staan op linkerbeen met de ogen open; RD: staan op rechterbeen met de ogen dicht; LD: staan op linkerbeen met de ogen dicht; DHL: draaien hoofd over linkerschouder; DHR: draaien hoofd over rechterschouder; RGA: reiken met gestrekte armen; AP: anterior posterior richting; ML: medio-laterale richting.

Wanneer het onderzoek van Langendam (2013) naast dit onderzoek gelegd wordt valt op dat beide onderzoeken hele andere houdingen onderzocht hebben. De vier testonderdelen van Langendam (2013) waren vier testonderdelen die voor de doelgroep van dit onderzoek niet haalbaar waren (zie tabel 9) . De groep met balansproblemen was niet in staat om de uitgangshouding aan te nemen of voor de volledige tijd te blijven staan. Doordat het verschillende houdingen zijn kunnen ze niet zomaar met elkaar vergeleken worden. Ook de doelgroepen van dit onderzoek en het onderzoek van Langendam (2013) zijn erg verschillend. Zo keek Langendam (2013) naar sporters in de twintig (gemiddeld 21.4 ($\pm$ 1.38) jaar oud) en was de doelgroep van dit onderzoek mensen met balansproblemen met een gemiddelde leeftijd van 71 jaar ($\pm$ 7,5). Uit onderzoek van Kiers et al. (2013) bleek dat sporters een kleinere bewegingsuitslag hebben. Ook bleek uit het onderzoek van Prado et al. (2007) dat de bewegingsuitslag van de COP groter wordt naarmate men ouder wordt zowel in medio-laterale richting als anterior posterior richting.

Ook waren de bewegingen die Langendam (2013) uitvoerde anders dan de beweging die gebruikt werd in dit onderzoek. Zo moesten ze bij het onderzoek van Langendam (2013) voor 30 seconden staan op één been met de armen gekruist op de schouder. Bij dit onderzoek moest er gestaan worden gedurende 10 seconden en maakte het niet uit wat er met de armen gebeurde zolang er nergens ondersteuning gezocht werd. Bij de twee onderzoeken wordt nog steeds wel dezelfde houding gemeten maar de eisen die gesteld worden aan de houding zijn anders. Bij dit onderzoek konden met de armen nog compensatoire bewegingen gemaakt worden voor balans handhaving en er een langere duur van stand kan zijn.

De gouden standaard van het onderzoek van Langendam (2013) en dit onderzoek waren anders. Bij het onderzoek van Langendam (2013) was dit een krachtenplaat en bij dit onderzoek was dat de Berg Balance Scale. Een krachtenplaat is een objectieve manier om balans te meten terwijl de Berg Balance Scale een subjectieve manier is om te meten. Een krachtenplaat is geen methode om de balansproblematiek in te schalen terwijl de Berg Balance Scale dit wel doet. Daarentegen is de Berg Balance Scale niet in staat de verandering in COP weer te geven. Zodat we bij mensen met balansproblemen de verwachte veranderingen in COP richting niet kunnen objectiveren met deze schaal.

Er komen in dit onderzoek vier uitkomstmaten naar voren die een hoge validiteit hebben. Dit is bij het zelfstandig staan de SD_{ML} , de afgelegde weg, snelheid COP_{AP} en snelheid COP. Uit het onderzoek van Kim et al. (2015) en Czechowicz et al. (2011) bleek dat er bij mensen met CVA en de ziekte van Parkinson de bewegingsuitslag van de COP voornamelijk toeneemt in anterior posterior richting. Uit dit onderzoek bleek dat de bewegingsuitslag van de COP in anterior posterior richting alleen zichtbaar was bij de snelheid. Wanneer er een vergelijking gemaakt wordt tussen het onderzoek van Langendam (2013) en dit onderzoek blijven er nog maar twee uitkomstmaten over, SD_{ML} en de afgelegde weg. Dit is geen beweging in de anterior posterior richting zoals voorspeld was.

4.3 Beperkingen onderzoek

De Berg Balance Scale en de BTWii geven twee hele andere uitkomsten. De Berg Balance Scale gaat over het wel of niet kunnen uitvoeren van een vaardigheid terwijl de BTWii de COP meet wat een uitkomstmaat is op functionieniveau. Het is de vraag of ook alle onderdelen van de Berg Balance Scale gemeten zouden moeten worden met COP. Soms is het alleen maar van belang om te weten of het lukt om een testonderdeel uit te voeren of niet. Het voordeel van de Berg Balance Scale is dat het goed werkt als evaluatief instrument doordat het met een puntenschaal werkt. De BTWii heeft dit echter niet. Hierbij moet naderhand berekend worden in welke categorie de uitkomst valt. Daarnaast moet de houding precies uitgevoerd worden zoals in het protocol staat wil het bruikbaar zijn bij de BTWii. Dit is bij de Berg Balance Scale niet het geval. Bij de BTWii moet er bijvoorbeeld voor twee minuten gestaan worden, wil er een uitslag gegeven worden over de balansproblematiek. Bij de Berg Balance Scale kan er ook iets gezegd worden over de balansproblematiek wanneer er maar voor één minuut gestaan wordt. Door dit fenomeen kunnen mensen die een beweging niet uitvoeren volgens de norm, en daarom waarschijnlijk een slechtere balans hebben, bij een testonderdeel geen uitslag geven op de BTWii terwijl dit wel kan bij de Berg Balance Scale. Verder bestaat de Berg Balance Scale uit zowel dynamische als statische balans testonderdelen terwijl de BTWii voornamelijk statische bewegingen meet. Hierdoor wordt er een goed beeld geschetst van de statische balans van de cliënt met de BTWii maar niet over de gehele balans van de cliënt.

In dit onderzoek zijn acht mensen met balansproblemen gemeten met diverse onderliggende pathologie. Daarnaast waren niet alle testonderdelen haalbaar voor iedereen. Hierdoor waren er bij sommige testonderdelen maar vijf personen die het testonderdeel konden afronden. Dit is te weinig om daadwerkelijk iets te kunnen zeggen over de significantie van de metingen. Voor de independent t-toets en de one-Sample t-test moeten minimaal 30 personen getest worden om daadwerkelijk wat te kunnen zeggen over de validiteit. Ook de leeftijd van de controlegroep en groep met balansproblemen schelen van elkaar. Uit het onderzoek van Prado et al. (2007) bleek dat de bewegingsuitslag van de COP toeneemt in medio-laterale richting en anterior posterior richting naarmate de leeftijd toeneemt. Dit kan een reden zijn waarom er bij de concurrent validiteit een verschil wordt gevonden tussen de controlegroep en de groep met balansproblemen.

Tijdens het werken met de BTWii kwamen er een aantal onduidelijkheden en fouten naar voren. Zo stonden in de resultatentabel, die uit de BTWii komt, een aantal dingen verkeerd om. De tandemstand links voor is eigenlijk de tandemstand rechts voor en anders om. Dit is ook zo bij het draaien van het hoofd over de schouder. Daarnaast kan het verwarrend zijn dat het staan op één been (RO, LO, RD en LD) begint met de rechtervoet terwijl de andere testen allemaal beginnen met links (TL, TR, DHL en DHR).

Door een onduidelijke beschrijving in de handleiding van de testen zijn er een aantal dingen fout gegaan. Bij de eerste zes personen zonder balansproblemen die getest waren, was er voor gekozen om ze de handeling, het draaien van het hoofd over de linker- en rechterschouder en het reiken met gestrekte armen (DHL, DHR en RGA), uit te laten voeren en dan stil te laten wachten tot de tijd voorbij was (30 seconden). Bij nader inzien leek het toch niet handig om het op deze manier te doen. De reden hiervoor is dat de BTWii een gemiddelde berekend over de tijd en bij die drie testonderdelen gaat het juist om de instantane beweging. Door te wachten zullen de uitslagen van de gemiddelde COP_{AP} , snelheid COP_{AP} , snelheid COP_{ML} en snelheid COP een heel stuk naar lager zijn. Daarom is ervoor gekozen om de resultaten van die zes personen bij die drie testonderdelen weg te laten. De tweede fout die er is gemaakt, is dat er bij de drie personen met balansproblemen de Berg Balance Scale afgenomen is op schoenen in plaats van op de blote voeten. Dit heeft invloed op de scores die

uitkomen uit de Berg Balance Scale. Er zal waarschijnlijk beter gescoord zijn op de Berg Balance Scale.

Er waren nog een aantal andere dingen waar tegenaan gelopen werd. Zo is er één keer een gehele meting, dus de 12 testonderdelen, van de BTWii niet opgeslagen. Verder is het één keer gebeurd dat de waarde van het reiken met gestrekte armen (RGA) niet in het Excelbestand stond. En gebeurde het twee keer dat de uitkomstmaat snelheid COP niet opgeslagen was bij een testonderdeel. Het ging om de testonderdelen staan op het linkerbeen met de ogen dicht en het reiken met gestrekte armen (LD en RGA).

4.4 Aanbevelingen

Wanneer de BTWii in de praktijk gebruikt zou worden kan er alleen het zelfstandig staan (ZS) gebruikt worden. De andere testonderdelen kunnen ook gebruikt worden in de praktijk met dezelfde uitkomstmaten maar zullen minder betrouwbaar zijn. Er wordt dan naar de volgende uitkomstmaten gekeken: SD_{ML} , afgelegde weg, snelheid COP_{AP} en snelheid COP. Hierdoor hoeft er niet gekeken worden naar 120 uitkomstmaten (12 testonderdelen x 10 uitkomstmaten) van de BTWii maar naar vier uitkomstmaten. Daar er slechts één valide testonderdeel overblijft van de BTWii wordt er geen goed beeld van de gehele balans gegeven zoals bij de Berg Balance Scale. Dit omdat balans op te delen is in statische en dynamische balans (Nichols, 1997). De BTWii geeft niet weer of iemand in staat is om op te staan uit een stoel of het oppakken van een voorwerp van de grond. De BTWii geeft een goed beeld van de statische balans en is goed voor het inschalen van de status van die balansproblematiek omdat de BTWii valide blijkt te zijn voor vier uitkomstmaten (SD_{ML} , afgelegde weg, snelheid COP_{AP} en snelheid COP). Verder is het aan te raden om het protocol zo aan te passen dat de veiligheid van de cliënt geborgd wordt. Voor de veiligheid van de cliënt is het aan te bevelen om de Wii Balance Board in een hoek te plaatsen zodat er tevens bescherming is aan twee kanten door muren.

Wanneer de BTWii aangepast zou worden, is het aan te bevelen dat in de resultatentabel in Excel vermeld wordt hoe lang er gemeten is per testonderdeel. Ook zou het mogelijk gemaakt moeten worden dat wanneer een testonderdeel niet lukt deze gelijk opnieuw gemeten kan worden. Nu moet

eerst de gehele testbatterij afgenomen worden voordat deze weer gemeten kan worden. Er zou iets bedacht moeten worden waardoor er niet steeds naar de computer gelopen moet worden om metingen te starten en op te slaan.

Bij een vervolgstudie is het aan te raden om de Wii Balance Board in te bouwen in een platform zodat de Wii Balance Board gelijk is aan de vloer. Maar zorg er wel voor dat er aan twee kanten bescherming is van een muur of plaats de Wii Balance Board in een loopbrug. Dit zorgt voor een gevoel van veiligheid wat effect kan hebben op de COP (Davis et al., 2009). In dit onderzoek zijn slechts acht mensen met balansproblemen gemeten. Er is zeker een cohort van minimaal 30 personen bij zowel de controlegroep als de groep met balansproblemen nodig om het gebruik van de BTWii volledig te valideren. Bij voorkeur een groep mensen met allemaal dezelfde specifieke aandoening (bijvoorbeeld CVA, ziekte van Parkinson of MS) bij de groep met balansproblemen.

5. Conclusie

De conclusie van dit onderzoek is dat één testonderdeel van de BTWii in de praktijk gebruikt zou kunnen worden, waarbij er gekeken wordt naar het zelfstandig staan (ZS) met de uitkomstmaten SD_{ML} , afgelegde weg, snelheid COP_{AP} en snelheid COP (zie tabel 10). Ook de andere testonderdelen kunnen gebruikt worden met diezelfde uitkomstmaten maar zullen minder betrouwbaar zijn. Tevens blijkt uit dit onderzoek dat de meeste testonderdelen een lage validiteit hebben ten opzichte van de Berg Balance Scale. Daarnaast moet er rekening gehouden worden met het feit dat de BTWii alleen uitslag geeft over statische balans en niet de gehele balans. Verder zitten er nog een aantal fouten in de software van de BTWii en het testprotocol die gecorrigeerd moeten worden. Tevens zijn er praktische problemen bij het afnemen van de test bij mensen met balansproblemen die opgelost moeten worden.

Tabel 10, testonderdelen van de BTWii met de uitkomstmaten die gebruikt kunnen worden in de praktijk.

Testonderdeel BTWii	Uitkomstmaten BTWii
Zelfstandig staan (ZS)	• SD_{ML} • Afgelegde weg • Snelheid COP_{AP} • Snelheid COP

ML: medio-laterale richting; AP: anterior posterior richting.

Literatuurlijst

Adkin, AL., JS. Frank, MG. Carpenter & GW. Peysar (2000) "Postural control is scaled in level of postural threat" Gait & Posture **12**(2): 87-93.

Bartlett, HL., LH. Ting & JT. Bingham (2014) "Accuracy of force and center of pressure measures of the Wii Balance Board" Gait & Posture **39**: 224-228.

Binda, SM., EG. Culham & B. Brouwer (2003) "Balance, muscle strength, and fear of falling in older adults" Experimental Aging Research **29**: 205-219.

Blum, L. & N. Korner-Bitensky (2008) "Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review" Phys Ther **88**: 559-566.

Czechowicz, B., M. Boczarska-Jedynak, G. Opala & K. Slomka (2011) "The influence of visual control on postural stability in Parkinson disease" Neurologia i Neurochirurgia Polska **45**(2): 32-139.

Chaudhry, H., B. Bukiet, Z. Ji & T. Findley (2011) "Measurement of balance in computer" Movement Therapies **15**: 82-91.

Clark, RA., AL. Bryant, Y Pua, P. McCrory, K. Bennell & M. Hunt (2010) "Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance" Gait & Posture **31**: 307-310.

Davis JR., AD. Campbell, AL. Adkin & MG. Carpenter (2009) "The relationship between fear of falling and human postural control" Gait & Posture **29**(2): 275-9.

Doyle, RJ., ET. Hsiao-Weckslers, BG, Ragan & KS. Rosengren (2007) "Generalizability of center of pressure measures of quiet standing" Gait & Posture **25**: 166-171.

Van Essen, P., F. Sleijpen & H. Crombag "Kinderfysiotherapie bij kinderen van 0 tot 2 jaar. Een schematische weergave" Shaker Publishing, Maastricht.

Hof, AL. (2007) "The equations of motion for standing human reveal three mechanisms for balance" Journal of Biomechanics **40**(2): 451-457.

Huurnink, A., DP. Fransz, I. Kigma & JH. van Dieën (2013)" Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks" Journal of Biomechanics **46**(7): 1392-1395.

Geldhof, E., G. Cardon, I. De Bourdeaudhuij, L. Danneels, P. Coorevits, G. Vanderstraeten & D. De Clercq (2006) "Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children" Eur J Pediatr **165**: 779-786.

Karimiri, M. & S. Solomonidis (2011) "The relationship between parameters of static and dynamic stability tests." J Res Med Sci. **16**(4): 530-535.

Kiers, H., J. Dieën van, H. Dekkers, H. Wittink & L. Vanhees (2013) "A systematic review of the relationship between physical activities in sports or daily life and postural sway in upright stance" Sports Med **43**: 1171-1189.

Kim, JS. (2015) "The effect of symmetric center of pressure displacement training with feedback on the gait of stroke patients" J Phys Ther Sci. **27**(3): 855-857

Langendam, L. (2013) "Het ontwikkelen van een valide en betrouwbaar meetinstrument om de balans op één been en de verandering daarin bij sporters in beeld te brengen." Bewegingstechnologie, Haagse Hogeschool.

Leddy, AL., BE. Crowner & GM. Earhart (2011) "Functional gait assessment and balance evaluation system test: reliability, validity, sensitivity, and specificity for indentifying individuals with Parkinson disease who fall" Phys Ther **91**(1): 102-13.

Li, Y., WS. Levine & GE. Loeb (2012) "A two-joint human posture control model with realistic neural delays" IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering **20**(5): 738-748.

Mancini, M. & FB. Horak (2010) "The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits" Eur J Phys Rehabil Med. **46**(2): 239-248.

Montanga, JC., BC Santos, CR. Battistuzzo & AP. Loureiro (2014) "Effects of aquatic physiotherapy on the improvement of balance and corporal symmetry in stroke survivors" Int J Clin Exp Med **7**(4): 1182-1187.

Nichols, DS. (1997) "Balance retraining after stroke using force platform biofeedback" Physical Therapy **77**: 553-558.

Pasma, JH., D. Engelhart, AC. Schouten, H. van der Kooijen, AB. Maier & CG. Meskers (2014) "Impaired standing balance: The clinical need for closing the loop" Neuroscience **16**: 157-165.

Pollock, AS., BR. Durward, PJ. Rowe & JP. Paul (2000) " What is balance?" Clinical Rehabilitation **14**: 402-406.

Prado, JM., TA. Stoffregen & M. Duarte (2007) "Postural sway during dual tasks in young and elderly adults" Gerontology **53**: 274-281.

Rinalduzzi, S., C. Trompetto, L. Marinelli, A. Alibardi, P. Missori, F. Fattapposta, F. Pierlli & A. Curra (2015) "Balance Dysfunction in Parkinson's Disease" Biomed Res Int **434683**.

Rodrigues, LC., AP. Marques, PB. Barros & SM. Michaelsen (2014) "Reliability of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) and BESTest sections for adults with hemiparesis" Braz. J. Phys. Ther. **18**(3): 276-281.

Ruhe, A., R Fejer & B. Walker (2011) "Altered postural sway in patients suffering from non-specific neck pain and whiplash associated disorder – A systematic review of the literature" Chiropractic & Manual Therapies **19**: 13.

Ruhe, A., R. Fejer & B. Walker (2011) "Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature" Eur Spine J **20**: 358-368.

Shumway, A. & M. Woollacott (1995) "Motor control. Theory and practical applications" Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins.

Tamburella, F., G. Scivoletto, M. Iosa & M. Molinari (2014) "Reliability, validity, and effectiveness of center of pressure parameters in assessing stabilometric platform in subject with incomplete spinal cord injury: a serial cross-sectional study" J Neuroeng Rehabil **11**: 86.

Tyson, SF. & LA. Connell (2009) "How to measure balance in clinical practice. A systematic review of the psychometrics and clinical utility of measures of balance activity for neurological conditions" Clinical Rehabilitation **23**: 824-840.

Wang, Z. & KM. Newell (2014) "Inter-foot coordination dynamics of quiet standing postures" Neuroscience and Biobehavioral Reviews **47**: 194-202.

Whitney, SL., JL. Poole & SP. Cass (1998) "A review of balance instruments for older adults" Am J Occup Ther. **52**(8): 661-71.

Bijlage

Meetprotocol mensen zonder balansproblemen

Meetprotocol BTWii Berg Balance Test (kort)

Het doel van mijn afstudeerproject is om het softwareprogramma, BTWii Berg Balance Test, voor de Wii Balance Board te onderzoeken. Er wordt gekeken of de BTWii daadwerkelijk balans meet aan de hand van de observatielijst de Berg Balance Scale. De BTWii is geschreven door de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool om een objectieve manier te ontwikkelen voor het meten van balans. Tijdens mijn onderzoek zullen waar haalbaar is 10 mensen met balansproblemen gemeten worden en 20 mensen zonder balansproblemen.

Het onderzoek zal gedaan worden door eerst de observatieschaal de Berg Balance Scale af te nemen en daarna wordt er gemeten met de BTWii Berg Balance Test. Voor het meten van de Berg Balance Scale is ongeveer 15 tot 20 minuten nodig en het meten van de BTWii Berg Balance Test ongeveer 10 tot 15 minuten. Wanneer het kan zit er nog een pauze tussen het meten met de Berg Balance Scale en het meten met de BTWii Berg Balance Test.

Gegevens meting

Datum test:

.....

Tijdsduur van de test BBS:

.....

Tijdsduur rustpauze:

.....

Tijdsduur van de test BTWii BBT:

.....

Proefpersoon balansproblemen: ja/nee

Naam persoon afname BBS:

.....

Locatie:

.....

Totaal score Berg Balance Scale:.....

Gegevens proefpersoon

Proefpersoon ID:

.....

Geslacht: M/V

Geboortedatum (dd-mm-jjjj):

.....

Leeftijd (j):

.....

Lengte (m):

.....

Gewicht (kg):

.....

Voorkeursbeen: rechts/links

Lengte linkervoet Breedte linkervoet

Lengte rechervoet Breedte rechervoet

(Balans gerelateerde) aandoeningen:

.....
.....

Gegevens voor de BTWii

GMFCS score (0: geen CP; 1: loopt zonder beperkingen; 2: loopt met beperkingen; 3: loopt met behulp van een loophulpmiddel; 4: zelfstandig voortbewegen met beperking, maakt gebruik van een elektrische vervoersmiddel; 5: wordt vervoerd in een rolstoel):

.....

Tandemstand Score (1: niet in staat voeten te verplaatsen; 2: niet in staat voeten te verplaatsen; 3 kleine stap; 4: voet voorbij de andere voet; 5 voeten in elkaars verlengde)

.....

Extra opmerkingen

.....
.....
.....
.....

Benodigdheden

BTWii Berg Balance Test:

- Wii Balance Board
- Batterijen
- Laptop

Berg Balance Scale:

- Stopwatch
- Liniaal of meetlint van 25 cm
- 2 stoelen (één met en één zonder armleuning)
- Krukje of opstapbankje van gemiddelde treehoogte
- Schoen

Berg Balance Scale

Test-nummer	Beschrijving	Score (0t/m4)	Opmerkingen
1	Van zit naar stand		
2.	Zelfstandig staan		
3.	Zelfstandig zitten		
4.	Van stand naar zit		
5.	Transfer		
6.	Zelfstandig staan met ogen dicht		
7.	Zelfstandig staan met de voeten bij elkaar		
8.	Reiken naar voren met uitgestrekte hand		
9.	Oppakken van voorwerp van de grond in stand		
10.	Draaien met hoofd over linker en rechter schouder om naar achter te kijken		
11.	Volledig om as draaien in stand		

12.	Alternerend plaatsen van de voeten op krukje in stand		
13.	Tandemstand		
14.	Staan op één been		

BTWii Berg Balance Test

Test-nummer	Beschrijving	Uitvoerbaar (ja/nee)	Opmerkingen
1	Zelfstandig staan (2 min)	Ja/nee	
2.	Zelfstandig staan met ogen gesloten (10 sec)	Ja/nee	
3.	Zelfstandig staan met voeten tegen elkaar (1 min)	Ja/nee	
4.	Staan op rechterbeen met ogen open (10 sec)	Ja/nee	
5.	Staan op linkerbeen met ogen open (10 sec)	Ja/nee	
6.	Staan op rechterbeen met ogen gesloten (10 sec)	Ja/nee	
7.	Staan op linkerbeen met ogen gesloten (10 sec)	Ja/nee	
8.	Tandemstand (links voor) (30 sec)	Ja/nee	
9.	Tandemstand (rechts voor) (30 sec)	Ja/nee	
10.	Draaien met hoofd over linkerschouder	Ja/nee	
11.	Draaien met hoofd over rechterschouder	Ja/nee	
12.	Reiken met gestrekte armen	Ja/nee	

Projectplan voor afstuderen

Naam: Laura Zandbergen

Studentnummer: 09003134

e-mail: laurazandbergen@hotmail.com

Behaalde studiepunten in de modules 9 t/m 12: 54

Deel	Punten behaald	Ontbrekende punten	Periode	vak
BT 3	44,0	0,0	Nvt	Nvt
Minor	15,0	0,0	Nvt	Nvt
Stage 2	21,0	0,0	Nvt	Nvt
Vrije studiepunten	9,0	6,0	Nvt	Nvt
Totaal	151,0	29,0	Nvt	Nvt

Tabel 1, studievoortgang. BT, bewegingstechnologie; nvt, niet van toepassing.

Periode: 23 september '14 t/m maart '15

Werkveld: sport en revalidatie

Beroepsrol: onderzoeker

1. Voorlopige titel

Meten van balans met de Wii Balance Board met behulp van de BTWii. Onderzoeken van de validiteit en betrouwbaarheid bij statische bewegingen.

2. Inleiding

2.1 Aanleiding

Balans is een onmisbare eigenschap voor het dagelijks functioneren. Het voorkomt bijvoorbeeld dat er gevallen wordt. Er wordt gesproken van balans wanneer het zwaartepunt in het steunvlak valt (Pollock, Durward 2000). Om een goede balans te hebben vraagt dit een samenwerking van het sensorische en het motorische systeem (Pasma, Engelhart et al. 2014). Het meten van balans wordt op twee manieren gedaan, statisch en dynamisch (Gelhof, Cardon 2006; Karimi & Solomonidis 2011).

Het meten van de balans wordt over het algemeen gedaan met behulp van een force plate (Doyle, Hsiao-Weeksler et al. 2007) en wordt ook wel gezien als de gouden standaard (Huurnink, Fransz 2013). Een force plate is echter duur en lastig te transporteren (Clark, Bryant et al. 2010). De Wii Balans Board (Nintendo, Kyoto, Japan) is een goedkopere manier om de balans te meten (Bartlett, Ting et al 2014). De Wii Balance Board is een accessoire van de Wii. Het is een board dat vier sensoren in de poten heeft zitten die de verplaatsing van het gewicht registreren (Chang, Chang 2013). De Wii Balance board heeft een meetoppervlak van 23 bij 43 cm en meet met een frequentie van 100 Hz (Barlett, Ting 2014).

De Berg Balance Scale (observatieschaal) is een test die is ontworpen om de balans te testen bij ouderen (Rodrigues, Marques et al. 2014), maar wordt ook gebruikt om de balans te testen bij verschillende aandoeningen, zoals CVA, multiple sclerose en de ziekte van Parkinson (Tyson &

Connell 2009). De observatielijst de Berg Balance Scale geeft een score van 0 t/m 4 (observatieschaal) De Berg Balance Scale meet zowel statische als dynamische balans.

Voor de Wii Balans Board is door opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool een programma, BTWii, geschreven dat de Berg Balance Scale gemodificeerd heeft en de Center of Pressure (COP) in beeld brengt. De BTWii bestaat uit twee testprogramma's. De ene test de balans door middel van een aangepaste Berg Balance Scale, dit programma noemen we de Berg Balance Test, en de andere berekend apart nog een keer de center of pressure. In dit onderzoek wordt er alleen gekeken naar de Berg Balance Test van de BTWii. De BTWii Berg Balance Test geeft geen score van 0 t/m 4 maar geeft uitkomstmaten als de gemiddelde COP (center of pressure) en de afgelegde weg van de COP en meet alleen statische bewegingen. Daarnaast worden ook maar zeven van de 14 taken meegenomen in de BTWii. COP is een enkel puntje dat de grondreactiekracht weergeeft (Doyle, Hsiao-Wecksler 2007). Hier is in 2013 onderzoek naar gedaan door Lianne Langendam. Tijdens dit onderzoek werd gekeken naar de betrouwbaarheid en validiteit van de center of pressure van de BTWii ten opzichte van een force plate bij het staan op één been. Uit het onderzoek van Lianne Langendam (2013) is gebleken dat de center of pressure een hoge betrouwbaarheid heeft (staan op één been ogen open ICC = 0.95-0.98, staan op één been ogen gesloten ICC = 0.91). Ook de validiteit ten opzichte van de force plate scoort redelijk hoog met een correlatie van 0.936 en 0.882 voor het staan op één been met ogen open en een correlatie van 0.886 en 0.899 voor het staan op één been met ogen gesloten. De conclusie van het onderzoek van Lianne Langendam (2013) is dat de BTWii een geschikte methode is balans te meten. Echter waren niet alle uitkomstmaten betrouwbaar. Wel hadden de volgende uitkomstmaten een hoge betrouwbaarheid: standaard deviatie in mediolaterale richting, de afgelegde weg, de snelheid in mediolaterale richting en het oppervlak van het COP (ICC $\geq$ 0.75). Maar er is in het onderzoek van Lianne Langendam (2013) nog niet gekeken naar de validiteit, betrouwbaarheid en toepasbaarheid van de BTWii Berg Balance Test ten opzichte van de Berg Balance Scale.

2.2 Doelstelling

De onderzoeksvraag is dan ook: 'wat is de betrouwbaarheid en validiteit van de Berg Balance Test van de BTWii ten opzichte van de Berg Balance Scale?'

2.3 Doelgroep

De doelgroep van dit onderzoek zijn fysiotherapeuten. Wanneer de BTWii goed werkt kunnen fysiotherapeuten dit gebruiken om objectiever balans te meten.

2.4 Instanties

De instanties die benaderd worden voor dit onderzoek zijn het Expertise Centrum Bewegingstechnologie (ECBT) en (kinder)fysiotherapeuten. Voor het testen zijn studenten,

fysiotherapeuten en cliënten nodig. Het schrijven van mijn scriptie zal in samenwerking zijn met het ECBT.

3. Methode

Voor de onderzoeksgroep:

- Er worden 10 personen met balansproblemen gemeten en 20 zonder balansproblemen.
- Er zullen de volgende gegevens verzameld worden van de deelnemers:
 - Leeftijd
 - Geslacht
 - Gewicht
 - Lichaamslengte
 - Balans gerelateerde aandoening(en)
 - Voorkeursbeen
- De inclusiecriteria voor de onderzoeksgroep van de Berg Balance Test is dat er sprake is van een balansprobleem. Het bepalen van de wanneer er balansproblemen zijn wordt bepaald door de fysiotherapeut. Dit geldt alleen voor de groep die getest worden met balansproblemen.
- De inclusiecriteria voor de 20 personen die getest worden zonder balans problemen is dat er geen sprake is van balansproblemen.
- Er is contact op genomen met (kinder)fysiotherapeuten om de Berg Balance Test van de BTWii te kunnen testen. Dit zal gebeuren bij fysiotherapeuten van het sophia revalidatie en een particuliere praktijk in Bavel.

Berg Balance Scale (BBS):

- De BBS bestaat uit 14 testonderdelen (zie tabel 2, kolom 2).
- De BBS wordt drie keer afgenomen per proefpersoon, dit wordt gedaan zodat er gekeken kan worden naar de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid. Het geheel afnemen van een observatieschaal duurt 15 tot 20 minuten (Tyson, Connell 2009).
- De observatielijst de Berg Balance Scale zal telkens door dezelfde fysiotherapeut afgenomen worden. Dit omdat er niet gekeken wordt naar de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid.
- De Berg Balance Scale (observatieschaal) geeft de volgende uitkomstmaten:
 - De observatieschaal geeft een score van 0 t/m 4. Vier is het hoogste en nu het laagste. Er komt een totaalscore uit de Berg Balance Scale door de score bij elkaar op te tellen. Er is sprake van een slechte balans bij een score van 0 tot 20, een acceptabele balans bij een score 21 tot 40 en een goede balans bij een score van 41 tot 56 (Blum & Korner-Bitensky 2008).

BTWii Berg Balance Test:

- De Berg Balance Test van de BTWii bestaat uit 12 testen, waarvan het zeven testen bevat die de Berg Balance Scale ook bevat (zie tabel 2, kolom 1).
- Er wordt minstens drie keer gemeten per proefpersoon, dit wordt gedaan zodat er gekeken kan worden naar de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid.
- Niet alle onderdelen van de Berg Balance Scale (observatieschaal) worden gemeten met de BTWii. De volgende onderdelen komen er niet in voor: van zit naar staan, van staan naar zit, transfer, zelfstandig zitten, oppakken voorwerp van de grond vanuit stand, volledig om de as (360°) in stand en alternerend plaatsen van de voet op krukje/opstapbankje in stand. Dit zijn bijna allemaal dynamische metingen.
- De BTWii geeft per bovenstaande onderdeel de volgende uitkomstmaten:
 - 95% van het oppervlak waarbinnen het COP beweegt
 - Gemiddelde COPy (mm)
 - Standaard deviatie op de x- en y-as (mm)
 - Maximale x- en y-waarde (mm)
 - Afgelegde weg (mm)
 - Snelheid COPx, COPy en COP (mm/s)

Testen die de BTWii Berg Balance Test test en de Berg Balance Scale observatieschaal meten:

BTWii Berg Balance Test	Berg Balance Scale (observatieschaal)
1. Zelfstandig staan	1. Zelfstandig staan
2. Zelfstandig staan ogen dicht	2. Zelfstandig staan met ogen dicht
3. Zelfstandig staan met voeten bij elkaar	3. Zelfstandig staan met de voeten bij elkaar
4a. Staan op rechterbeen met ogen open 4b. Staan op linkerbeen met ogen open 4c. Staan op rechterbeen met ogen gesloten 4d. Staan op linkerbeen met ogen gesloten	4. Staan op één been (Er mag zelf gekozen worden op welk been er gestaan wordt)
5a. Tandemstand (links voor) 5b. Tandemstand (rechts voor)	5. Staan met één been voor (Er mag zelf gekozen worden welk been voor staat)
6a. Draaien met hoofd over linkerschouder 6b. Draaien met hoofd over rechterschouder	6. Draaien met hoofd over linker en rechter schouder om naar achteren te kijken in stand
7. Functional Reach test	7. Reiken naar voren met uitgestrekte hand
	8. Oppakken van voorwerp van de grond in stand

	9. Van zit naar stand
	10. Van stand naar zit
	11. Zelfstandig zitten
	12. Transfer (Van de ene stoel in de andere stoel gaan zitten)
	13. Volledig om as draaien in stand
	14. Alternerend plaatsen van de voeten op krukje/opstapbankje in stand

Tabel 2, testen van de BTWii en de Berg Balance Scale.

Vergelijken van de twee testen:

- De meting van de Berg Balance Scale van de BTWii en de meting van de Berg Balance Scale (observatieschaal) zullen tegelijkertijd gemeten worden zodat er een ranking gemaakt kan worden. Zeven testen van de Berg Balance Scale (observatieschaal) kunnen getest worden tegelijkertijd met de BTWii Berg Balance Test en zeven zullen er nog apart gemeten moeten worden.
- Er zal een ranking plaatsvinden van alle uitkomstmaten van zowel de BTWii Berg Balance Test als de Berg Balance Scale. Dit zal een ranking zijn van 1 t/m 30 met bovenaan wanneer er sprake is van disbalans en onderaan wanneer er sprake is van balans. Er zal per testonderdeel en met de totaalscore een ranking gemaakt worden.

Dataverwerking:

- De uitkomstmaten van de BTWii worden in een Excel bestand weergegeven.
- De uitkomstmaten van de Berg Balance Scale zullen genoteerd worden in een Excel bestand.
- De data die uit de BTWii komt zal verwerkt worden met SPSS.

Statische Verwerking:

- De betrouwbaarheid zal berekend worden met de Interclass Correlatie Coëfficiënt.
- De ranking zal berekend worden met de Rank Cases.

4. Literatuurlijst:

Bartlett, HL., LH. Ting et al. (2014) "Accuracy of force and center of pressure measures of the Wii Balance Board." Gait & Posture **39**: 224-228.

Blum, L. and N. Korner-Bitensky (2008) "Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review" Phys Ther **88**: 559-566.

Chang, WD., WY. Chang et al. (2013) "Validity and reliability of Wii Fit Balance Board for assessment of balance of healthy young adults and the elderly." J. Phys. Ther. Sci. **25**: 1251-1253.

Clark, RA., AL. Bryant et al. (2010) “Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance.” Gait & Posture **31**: 307-310.

Geldhof, E., G. Cardon et al. (2006) “Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children.” Eur J Pediatr **165**: 779-786.

Huurnink, A., DP. Fransz et al. (2013) “Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks” Journal of Biomechanics **46**(7): 1392-1395

Karimiri, M. and S. Solomonidis (2011) “The relationship between parameters of static and dynamic stability tests.” J Res Med Sci. **16**(4): 530-535.

Langendam, L. (2013) “Het ontwikkelen van een valide en betrouwbaar meetinstrument om de balans op één been en de verandering daarin bij sporters in beeld te brengen.”

Pasma, JH., D. Engelhart, et al. (2014) “Impaired standing balance: The clinical need for closing the loop.” Neuroscience **16**: 157-165.

Pollock, AS., BR. Durward et al. (2000) “ What is balance?” Clinical Rehabilitation **14**: 402-406.

Rodrigues, LC., AP. Marques, et al (2014) “Reliability of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) and BESTest sections for adults with hemiparesis.” Braz. J. Phys. Ther. **18**(3): 276-281.

Tyson, SF. and LA. Connell (2009) “How to measure balance in clinical practice. A systematic review of the psychometrics and clinical utility of measures of balance activity for neurological conditions” Clinical Rehabilitation **23**: 824-840.

5. Planning

Week →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Analysefase													
Testfase													
Resultatenfase													
Discussie/evaluatie													
Verslag schrijven													
Inleveren afstudeerverslag													

Week →	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Analysefase													
Testfase													
Resultatenfase													
Discussie/evaluatie													
Verslag schrijven													
Inleveren afstudeerverslag													

Tabel 3, planning afstudeerproject.

Analysefase

- Er zal een verdere literatuurstudie gedaan worden naar de Wii Balance Board, de Berg Balance Scale en naar balans.
- Er zal gekeken worden wanneer iemand valt onder balans problemen.
- Er zal een uitgebreide meetprotocol opgesteld worden voor het meten van de Berg Balance Board.
- Er zal onderzocht worden welke statistiek er gebruikt gaan worden (ICC, Pearson's correlatie coëfficiënt etc.).

Testfase

- Het meetprotocol zal eerst getest worden voordat het gebruikt wordt voor de echte metingen, en aangepast worden waar nodig.
- Er zal gekeken worden naar de verschillende randvoorwaarden waaraan de meetmethode moet voldoen wil deze toepasbaar zijn voor de doelgroep en de (kinder)fysiotherapeuten.

Resultatenfase

- Er zal gekeken worden in hoeverre de observatielijst de Berg Balance Scale overeenkomt met de Berg Balance Scale van de BTWii. Dit zal per onderdeel bekeken worden.
- Er zal gekeken welke van de zes uitkomsten van de aangepaste Berg Balance Scale van de BTWii een indicator is van wat er gescoord wordt op de Berg Balance Scale (observatieschaal).
- Statistische verwerking van de gemeten gegevens. De betrouwbaarheid zal berekend worden met de interclass correlatie coëfficiënt.

Discussie/evaluatie

- Wanneer de resultaten afwijken van de verwachting zal er gekeken worden naar de oorzaak en als er de mogelijk voor is proberen een oplossing hiervoor te vinden.
- Er zal een advies geschreven worden over de meetmethode.

6. Persoonlijke leerdoelen afstudeerfase (minimaal 3)

- Het zelfstandig kunnen doorlopen van een onderzoek.
- In staat zijn een wetenschappelijk artikel af te leveren.
- Ontdekken wat het inhoud om de testfase van onderzoek te doorlopen en het eigen maken van de vaardigheden die daar voor nodig zijn.

Evaluatie persoonlijke leerdoelen

1. Het zelfstandig kunnen doorlopen van een onderzoek.

In de tijd dat ik aan mijn scriptie heb gewerkt heb ik alleen feedback gekregen van mijn twee stage begeleiders. Voorderest heb ik geheel zelfstandig aan mijn scriptie gewerkt. Naar mijn idee is het dan ook gelukt om een onderzoek zelfstandig te doorlopen. Wat ik verder ook heb geleerd is dat het goed is om af en toe om hulp te vragen bij anderen.

2. In staat zijn een wetenschappelijk artikel af te leveren.

Het verslag is een beetje anders geworden dan een wetenschappelijk artikel omdat het ook moet voldoen aan de eisen die gesteld worden aan een scriptie. Al met al heeft het wel veel weg van een in het Nederlands geschreven wetenschappelijk artikel.

3. Ontdekken wat het inhoud om de testfase van onderzoek te doorlopen en het eigen maken van de vaardigheden die daar voor nodig zijn.

In het begin van de testfase was het even zoeken naar hoe ik alles moest aanpakken. Hierdoor zijn een paar fouten gemaakt die voorkomen hadden kunnen worden. Het voordeel was dat er besloten was om eerst de controlegroep te meten waardoor er meer tijd was om uit te zoeken hoe alles werkte en eigen te maken.

Totaalscore Berg Balance Scale

Score groep met balansproblemen

B001	B002	B003	B004	B005	B006	B007	B008
52	39	47	49	34	50	40	14

Score controlegroep

C001	C002	C003	C004	C005	C006	C007	C008	C009	C010	C011
56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
C012	C013	C014	C015	C016	C017	C018	C019	C020	C021	
56	56	56	56	56	56	55	56	56	56	

1. Zelfstandig staan

Proefpersoon ID	Oppervlakte eli	Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)
C001	100	-44	1	4	-29	45	737	2	5	6
C002	176	3	3	4	17	-11	876	4	5	7
C003	683	55	5	8	77	-46	1572	6	10	13
C004	106	45	1	5	55	-19	734	2	5	6
C005	224	44	2	7	-29	41	675	2	5	6
C006	310	-20	4	4	-5	18	961	5	5	8
C007	202	-15	2	6	0	19	817	3	5	7
C008	237	22	2	6	-3	29	1076	4	7	9
C009	73	-22	1	4	-10	22	569	2	4	5
C010	139	44	2	5	-31	46	1227	2	9	10
C011	395	-28	4	6	-6	40	1470	4	10	12
C012	289	-19	3	5	-3	20	720	3	4	6
C013	552	1	5	7	21	0	1237	5	6	9
C014	229	-25	3	4	-15	34	981	4	6	8
C015	279	19	3	5	40	-17	1167	2	6	6
C016	246	-44	2	6	-26	43	1034	4	7	8
C017	234	-39	3	5	-27	36	950	3	7	8
C018	262	46	3	5	-31	40	817	4	5	7
C019	323	-45	4	5	-30	43	970	4	6	8
C020	66	-18	1	3	-11	21	511	1	4	4
C021	193	-47	3	4	-37	47	1133	3	8	9
B001	402	-37	5	5	5	-17	31	1589	7	8
B002	638	-52	4	8	-19	40	1898	7	12	15
B003	450	-27	4	7	7	-10	21	1183	4	8
B004	507	66	5	6	45	65	1476	4	10	12
B005	2300	-50	11	12	-3	36	3838	11	27	31
B006	328	-16	2	8	8	2	1000	3	7	8
B007	1699	-31	10	9	-7	30	2308	11	12	19
B008										

2. Zelfstandig staan ogen dicht

Proefpersoon ID	Oppervlakte ellips : Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)
C001	120	2	4	-19	27	140	6	11	14
C002	135	2	4	10	-4	137	5	11	13
C003	146	1	6	32	-22	135	4	12	13
C004	136	2	4	-53	68	133	6	11	13
C005	25	1	2	-39	43	51	1	5	5
C006	522	4	6	19	3	110	4	9	11
C007	257	3	5	-11	25	154	5	13	15
C008	178	2	4	33	39	189	8	15	18
C009	21	1	2	-18	22	71	2	6	7
C010	130	2	5	-27	42	209	4	19	20
C011	84	1	4	-10	20	124	3	11	12
C012	56	1	3	-26	37	81	3	7	8
C013	471	3	9	43	69	254	8	22	25
C014	81	1	4	-41	46	73	3	6	7
C015	273	3	7	-12	32	181	5	16	17
C016	149	2	4	-10	22	122	7	8	12
C017	61	1	5	-36	40	83	2	7	8
C018	111	3	2	44	45	68	4	5	7
C019	167	2	5	-31	42	105	3	9	10
C020	53	1	3	22	36	89	2	8	9
C021	553	4	8	-62	78	301	7	27	29
B001	147	2	4	9	18	151	6	11	14
B002									
B003	331	3	7	-14	26	128	4	11	12
B004	508	3	9	-13	44	454	11	41	44
B005	1251	2	6	10	23	338	9	27	30
B006	90	1	4	-45	49	103	3	9	10
B007	1099	10	7	11	12	214	10	16	21
B008									

3. Zelfstandig staan met voeten bij elkaar										
Proefpersoon ID	Oppervlakte ellip	Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)
C001	373	-7	3	7	18	14	563	6	5	9
C002	237	24	3	4	35	-19	598	7	6	10
C003	384	41	4	5	54	-51	921	11	9	15
C004	469	43	4	6	25	42	865	10	8	14
C005	517	-18	6	6	-6	24	683	7	6	10
C006	1112	-7	6	10	18	15	1044	13	8	17
C007	457	61	5	5	36	57	894	10	9	15
C008	385	-37	5	4	-26	31	911	11	8	15
C009	454	-39	5	5	-26	32	650	8	6	11
C010	638	-30	6	5	-10	32	1055	12	10	17
C011	579	-36	6	5	-17	41	1145	13	11	19
C012	409	-47	5	5	-33	45	692	8	6	11
C013	1451	-14	7	11	11	30	1066	12	10	18
C014	663	-33	5	7	-18	31	945	10	10	15
C015	728	-15	8	5	-1	10	967	11	8	16
C016	907	-14	7	7	0	22	831	9	8	14
C017	1113	-54	9	7	-39	48	1212	15	10	20
C018	300	-22	4	4	-10	29	495	6	4	8
C019	872	-84	8	6	-56	73	1131	12	11	18
C020	108	-48	3	2	-41	48	445	4	5	7
C021	531	0	6	5	12	11	932	8	11	15
B001	511	-46	5	5	-29	37	1339	15	13	22
B002										
B003	1809	-43	10	10	-13	31	1481	16	14	24
B004	979	-14	7	8	15	8	1665	17	17	27
B005										
B006	939	-66	6	8	-45	53	749	8	7	12
B007	2685	-30	15	10	-7	31	1454	18	12	24
B008										

4. Staan op rechterbeen ogen open											
Proefpersoon ID	Oppervlakte ellips 95	Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)	
C001	418	22	4	5	7	23	224	13	14	22	
C002	484	38	4	7	51	23	246	16	15	24	
C003	801	38	7	6	52	34	376	26	21	37	
C004	605	47	5	6	35	49	363	25	19	35	
C005	607	29	4	7	16	29	261	17	13	25	
C006	930	1	7	8	14	4	364	23	22	35	
C007	180	3	3	3	3	5	208	14	12	20	
C008	644	43	7	5	31	37	351	25	19	34	
C009	462	11	5	5	2	8	296	23	14	29	
C010	1382	30	9	8	15	38	577	37	31	53	
C011	408	42	4	5	29	37	332	23	19	32	
C012	891	47	6	9	35	39	433	24	28	41	
C013	1315	31	8	9	6	37	376	21	25	36	
C014	983	32	6	10	4	20	264	17	15	25	
C015	1383	11	9	9	16	3	628	44	35	61	
C016	1025	4	6	9	22	3	411	27	25	40	
C017	987	27	5	11	2	41	420	25	28	41	
C018	1121	28	8	8	15	30	282	17	18	27	
C019	1680	36	8	11	13	18	371	22	25	36	
C020	240	13	3	4	21	9	247	18	12	24	
C021	1169	40	9	7	22	41	413	27	23	40	
B001											
B002											
B003											
B004											
B005											
B006											
B007											
B008											

5. Staan op linkerbeen ogen open											
Proefpersoon ID	Oppervlakte ellips 95	Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)	
C001	413	0	4	5	10	11	232	14	15	22	
C002	465	-6	5	5	3	10	342	23	19	33	
C003	472	-2	6	5	8	-2	290	25	10	28	
C004	585	-10	7	6	2	9	344	26	16	33	
C005	846	-10	7	7	4	17	290	20	16	28	
C006	482	12	4	7	27	-11	275	20	15	27	
C007	471	23	5	5	32	-14	303	22	16	29	
C008	5169	-4	21	15	58	5	708	32	55	69	
C009	1060	-2	6	9	11	11	325	23	17	31	
C010	809	-38	6	7	-23	46	415	31	20	40	
C011	586	61	6	6	42	55	313	23	15	30	
C012	601	-18	6	6	-5	16	472	32	25	45	
C013	817	47	7	7	-32	36	306	22	16	30	
C014	405	-19	4	6	-8	15	236	14	15	22	
C015	857	-30	6	8	-10	37	343	23	20	33	
C016	525	-21	5	6	-5	18	268	17	18	26	
C017	1102	-4	8	8	13	8	449	24	31	44	
C018	903	52	7	8	37	40	254	16	16	25	
C019	1089	1	7	9	26	-6	318	22	17	31	
C020	281	29	4	4	-16	26	273	18	17	26	
C021	814	-57	6	7	-41	54	298	23	14	29	
B001											
B002											
B003											
B004											
B005											
B006											
B007											
B008											

6. Staan op rechterbeen met ogen gesloten										
Proefpersoon ID	Oppervlakte ellips	Gemiddelde COPx (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)
C001	2498	-38	13	11	-14	36	640	39	40	62
C002										
C003										
C004	5484	77	13	23	135	58	793	34	58	76
C005										
C006										
C007										
C008										
C009										
C010										
C011	1805	-9	8	12	16	18	663	39	44	65
C012										
C013										
C014										
C015										
C016										
C017										
C018										
C019	2730	46	9	16	76	-34	597	34	39	57
C020	1242	-48	9	8	-34	57	464	34	23	45
C021										

7. Staar op linkerbeen met ogen gesloten

Proefpersoon ID	Oppervlakte ellip Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)
C001	3153	10	20	26	23	484	25	34	
C002									
C003									
C004	2202	7	17	55	13	510	27	34	49
C005									
C006									
C007									
C008									
C009									
C010									
C011									
C012									
C013									
C014	2172	10	11	4	24	557	36	33	54
C015									
C016									
C017	3817	14	15	68	38	891	53	59	87
C018									
C019	3438	13	16	44	72	848	48	57	82
C020	1250	10	7	19	1	428	31	20	42
C021									

8. Tandemstand (links voor)											
Proefpersoon ID	Oppervlakte ellips	Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)	
C001	347	20	4	4	-9	17	638	14	13	21	
C002	1115	18	8	8	40	-12	704	13	16	23	
C003	1143	-2	10	6	18	5	1089	21	24	35	
C004	1997	-1	13	8	21	3	1002	18	24	33	
C005	892	-39	6	8	-16	35	894	10	23	27	
C006	1123	20	15	4	-8	18	740	11	20	24	
C007	938	-14	8	6	0	10	1000	19	23	33	
C008	1302	-19	12	6	-6	11	823	12	21	27	
C009	1062	-10	8	8	11	4	849	12	22	27	
C010	2096	32	12	10	57	-33	1645	31	33	50	
C011	914	4	6	8	18	13	1299	20	33	43	
C012	80027	-51	63	78	515	27	6981	187	238	325	
C013	3845	-17	26	8	1	9	1112	22	24	36	
C014	876	-28	7	6	-13	29	976	9	15	19	
C015											
C016	965	31	11	5	-18	23	660	11	17	22	
C017	534	-31	6	6	-16	34	872	15	22	29	
C018											
C019	1468	-22	11	7	5	25	917	20	17	30	
C020	372	-43	5	4	-32	40	578	9	15	19	
C021	1264	-28	10	7	-13	28	1045	21	22	34	
B001											
B002											
B003	1477	2	11	9	20	-7	786	16	16	26	
B004	1621	19	9	9	46	-13	1602	40	26	52	
B005											
B006	686	-11	4	9	8	16	547	9	14	18	
B007											
B008											

9. Tandemstand (rechts voor)										
Proefpersoon ID	Oppervlakte ellips 95%	Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)
C001	745	-13	8	5	-2	10	734	16	15	24
C002	1107	-27	7	8	-4	14	832	14	20	27
C003	1055	-8	9	6	9	9	837	16	19	27
C004	1223	-12	12	6	4	13	705	14	15	23
C005	691	-39	5	8	-21	38	804	13	20	26
C006	927	-25	11	5	40	-21	785	15	18	26
C007	900	-20	7	7	-6	25	780	15	17	26
C008	484	-5	5	5	9	9	710	15	15	23
C009	574	16	4	7	40	-13	701	10	18	23
C010	823	18	7	7	33	-10	1354	30	28	44
C011	618	-2	6	6	13	-2	953	19	21	31
C012	2655	-20	17	9	1	19	1809	40	35	59
C013	1782	27	9	10	60	-23	1101	22	24	36
C014	1096	-22	9	7	1	16	834	16	19	27
C015	577	-44	4	7	-27	48	661	10	17	22
C016	622	-12	6	5	4	14	737	14	17	24
C017	974	9	10	5	22	-14	989	17	24	32
C018	352	3	3	5	16	-7	696	11	18	23
C019	599	-8	5	6	7	8	692	15	14	23
C020	103	2	2	3	12	-4	483	7	13	16
C021	998	-1	7	7	17	1	1019	21	22	33
B001										
B002	2369	25	13	10	48	-19	1702	35	35	55
B003	1081	-23	7	9	-6	24	442	9	9	14
B004	2676	15	17	11	42	-6	1322	34	21	43
B005										
B006	1612	28	10	10	58	-25	690	14	15	22
B007										
B008										

10. Draaien met hoofd over linkerschouder

Proefpersoon ID	Oppervlakte ellips ± Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)
C001	319	22	3	14	29	275	5	6	9
C002	908	-1	8	15	-7	386	7	9	13
C003	2242	5	9	41	-8	686	12	16	22
C004	983	-61	7	28	59	530	12	10	17
C005	1507	-55	13	42	48	433	9	9	14
C006	1194	10	8	31	-7	489	10	10	16
C007	596	-10	3	-6	28	180	26	29	43
C008	307	-9	4	-6	21	173	23	23	35
C009	865	-8	6	-1	14	300	35	41	58
C010	1291	-12	6	-6	52	239	35	38	61
C011	604	-10	6	-6	35	186	24	29	41
C012	250	-7	3	5	16	198	41	29	57
C013	356	-6	5	15	11	185	22	28	39
C014	69	-9	1	-6	24	64	3	9	11
C015	1027	-8	7	13	5	410	31	49	62
C016	1127	-11	5	-6	26	212	22	29	40
C017	329	-7	6	-6	20	106	15	17	25
C018	1935	-16	16	-6	39	257	19	16	27
C019	723	-12	6	-6	52	114	18	20	29
C020	940	-10	9	-6	30	223	39	36	58
C021	981	-11	8	-6	33	244	34	31	51
B001	1237	-8	19	-1	23	271	31	23	45
B002	357	-11	2	-6	61	156	9	35	38
B003	229	-9	4	-6	22	94	12	22	26
B004									
B005	2527	-19	22	-6	52	423	21	35	45
B006	305	-10	3	-6	45	103	11	21	25
B007	871	-9	4	-6	44	141	23	39	48
B008	1231	-8	17	6	-6	27	277	28	22
									39

11. Draaien met hoofd over rechterschouder													
Proefpersoon ID	Oppervlakte ellij	Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)			
C001	300	-22	5	8	-13	29	286	5	7	9			
C002	193	5	3	3	14	-6	297	5	7	10			
C003	1293	12	8	9	35	-10	731	11	18	24			
C004	973	-44	8	8	-6	41	540	10	13	18			
C005	1973	-18	7	15	-1	38	465	8	12	15			
C006	1565	41	10	9	68	-21	557	13	11	18			
C007	1539	-13	6	19	-6	49	228	27	38	52			
C008	612	1	3	11	49	-15	206	22	32	43			
C009	526	-5	6	5	35	7	180	25	31	45			
C010	1279	-13	4	19	-6	34	321	35	57	73			
C011	713	-9	8	7	-6	25	249	40	25	51			
C012	561	-6	8	4	5	13	213	55	45	77			
C013	438	7	5	5	2	19	262	45	33	61			
C014	20	-7	1	2	-6	12	28	4	5	7			
C015	1835	-11	8	13	7	34	465	35	60	75			
C016	198	-6	2	5	13	10	161	28	32	47			
C017	92	-8	1	5	-6	22	85	12	13	19			
C018	936	-13	8	11	-6	41	231	13	14	21			
C019	1095	-11	5	16	-6	43	146	22	28	39			
C020	395	-10	4	11	-6	28	115	10	18	24			
C021	1840	-10	10	11	11	34	392	49	36	68			
B001	408	7	6	4	2	14	223	25	24	38			
B002	212	-9	4	11	-6	41	125	19	27	35			
B003	124		-6	3	3	1	18	50	5	10			12
B004													
B005	1062	-6	9	6	26	19	337	36	56	72			
B006	135	8	4	6	6	22	108	10	23	27			
B007	852	-10	15	11	-6	37	154	27	29	42			
B008	2062	-12	12	13	-6	25	464	32	41	55			

12. Functional Reach Test

Proefpersoon ID	Oppervlakte ellips 9° Gemiddelde COPy (mm)	SDy (mm)	SDx (mm)	Max. y-waarde (mm)	Min. y-waarde (mm)	Afgelegde weg (mm)	Snelheid COPy (mm/s)	Snelheid COPx (mm/s)	Snelheid COP (mm/s)
C001									
C002	3099	9	24	128	-24	737	11	20	24
C003	2581	4	31	76	11	662	9	18	22
C004	5479	10	29	-24	61	1001	16	23	33
C005	2317	5	28	-33	56	594	8	16	19
C006	1095	6	9	28	-11	609	12	13	20
C007	1928	6	25	2	28	475	21	46	54
C008	5554	19	22	16	6	491	50	73	100
C009	8253	10	50	6	18	537	22	42	51
C010	1866	3	30	-6	50	416	27	51	64
C011	987	12	26	-6	47	329	20	36	44
C012	499	4	7	25	3	333	29	56	69
C013	2084	6	37	-6	27	561	15	62	66
C014	2012	9	20	15	27	333	30	40	55
C015	1643	9	27	19	3	639	22	54	61
C016	3821	6	39	-6	35	359	22	46	56
C017	3346	10	35	-6	55	502	17	48	55
C018	5421	7	44	-6	47	498	10	21	25
C019	7033	12	56	0	68	563	20	39	50
C020	3790	7	39	-6	34	518	20	36	45
C021	1985	4	30	8	8	485	23	52	60
B001	5214	30	10	37	26	323	24	39	
B002	3249	13	36	-6	69	287	18	27	35
B003	350	5	4	3	9	188	11	19	24
B004	4166	14	30	-6	45	614	12	52	55
B005	512	5	6	14	17	214	14	31	38
B006	1211	3	24	-6	26	235	5	19	20
B007	1336	6	16	-6	36	252	20	23	35
B008	3072	9	26	-6	50	547	18	37	44