

De invloed van cognitieve training en sportiviteit op cognitie

Spelenderwijs afstuderen op Coco en Ggiegl, gezellig en fit

Auteur:	Robert Mansveld
Datum:	Juni 2013
Opleiding:	Bewegingstechnologie
Instituut:	De Haagse Hogeschool

De invloed van cognitieve training en sportiviteit op cognitie

Spelenderwijs afstuderen op Coco en Ggiegl, gezellig en fit

Auteur:	Robert Mansveld
Datum:	Juni 2013
Opleiding:	Bewegingstechnologie
Instituut:	De Haagse Hogeschool
1 ^e begeleider:	Monique Berger
2 ^e begeleider:	Rochus van der Doef

Voorwoord

Afgelopen periode is een drukke en belangrijke periode geweest. In verband met mijn afstuderen heb ik voor het Lectoraat Revalidatie een onderzoek uitgevoerd naar het trainen van cognitieve vaardigheden. In mijn zesde jaar Bewegingstechnologie is het tijd om de studie met deze scriptie af te ronden. Als je laat bent, moet je zorgen dat je op tijd vertrekt.

Gedurende vijftien weken is er door mij onderzoek verricht. Dit onderzoek vond plaats in de Hogeschool onder de hoede van het ECBT*. De totstandkoming van de resultaten is op basis van eigen onderzoeksgegevens; literatuur is gelezen en gebruikt voor het vooronderzoek. De scriptie is geschreven voor diegenen die werken in de revalidatie en benieuwd zijn naar de mogelijkheid om cognitieve functies te trainen. Daarnaast is deze scriptie geschikt voor iedereen met een beroepsmatige of algemene interesse in het trainen van de hersenen.

Graag maak ik van deze gelegenheid gebruik voor een dankwoord. Allereerst wil ik in het kader van dit onderzoek al mijn proefpersonen bedanken. Zonder hen was er geen onderzoek mogelijk geweest, immers: zonder bal kun je niet winnen. Ook dank naar mijn mede-afstudeerders, zonder wie ik enkele nuttige functies van Word nooit gekend zou hebben. Verder wil ik Monique Berger, Manon Wentink en andere correctors bedanken voor hun bijdrage. Ook grote dank aan de docenten van de studie Bewegingstechnologie voor het, gedurende zes jaar, delen van hun kennis. Tot slot in het bijzonder dank aan mijn mentor Rochus van der Doef voor zijn immer energieke begeleiding gedurende mijn schoolcarrière.

Robert Mansveld
Den Haag, juni 2013

* De begrippen staan uitgelegd in de begrippenlijst op pagina negen.

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Inhoudsopgave	6
Samenvatting.....	8
Begrippenlijst.....	9
1. Inleiding	10
1.1 Relaties onderzoeken	12
2. Methode	14
2.1 Onderzoekspopulatie	14
Coco	14
Ggiegl.....	14
2.2 Werving	15
Coco	15
Ggiegl.....	15
2.3 Begeleiding	15
2.4 Metingen	16
Interventie	16
Chronologische opzet.....	16
Beginmeting	16
Trainingsperiode.....	16
Eindmeting	16
Meetprotocol	17
Meetinstrumenten	17
Uitkomstmaten.....	17
Data-verwerking	18
Statistische analyse	18
3. Resultaten.....	20
3.1 Coco, prestatieverschil beginmeting en eindmeting.....	21
3.2 Coco, significante prestatieverschillen groep Coco.....	22
3.3 Ggiegl, significante verschillen beginmeting	23
3.4 Ggiegl, significante verschillen eindmeting.....	24
3.5 Ggiegl, significante prestatieverschillen.....	25
3.6 Ggiegl, afwijkingen tussen Fit en Gezellig	26
Prestatieverschillen Fit	26

Prestatieverschillen Gezellig.....	26
3.7 Ggiegel, verband sportfrequentie en cognitie	27
4. Discussie	28
4.1 Methode.....	28
4.2 Resultaten.....	29
5. Conclusie	32
Literatuurlijst	34
Bijlagen	36
Bijlage A: Projectplan Spelenderwijs.....	38
Bijlage B: Meetinstrumenten projectplan Spelenderwijs	42
1. Block span test.....	42
2. Trail making test	42
3. Eriksen flanker test	42
4. Digit span	43
5. Raven standard progressive matrices	43
Bijlage C: Tabellen en grafieken	44
Bijlage D: Evaluatieformulier Coco & Ggiegel	54

Samenvatting

Moderne cognitieve games worden gebruikt om cognitie* te trainen. In deze afstudeerscriptie zijn de onderzoeken Coco* en Ggiegel* omschreven die beide verschillende aspecten van cognitieve training onderzoeken. Coco richt zich op het creëren van een controlegroep voor een onderzoek naar cognitieve training voor CVA*-patiënten, genaamd Spelenderwijs*. Ggiegel richt zich op de invloed van sport (de fitnorm* is de scheiding tussen wel of niet sportief) op cognitieve vaardigheden* en cognitieve training.

Gedurende een periode van zestien weken zijn de onderzoeken gezamenlijk uitgevoerd. Om het onderzoek succesvol uit te voeren waren proefpersonen nodig, in totaal hebben veertig proefpersonen, verdeeld over drie groepen, deelgenomen. De proefpersonen namen deel aan een interventie van acht weken waarin getraind werd met cognitieve games, ontwikkeld door Lumosity*. Deze trainingsperiode* werd voorafgegaan door een beginmeting en afgesloten met een vergelijkbare eindmeting.

Bij beide metingen is een vijftal tests afgenomen, gericht op het meten van enkele cognitieve vaardigheden en het prestatieverschil* tussen de meetmomenten. De uitslagen van de tests zijn middels SPSS* verwerkt en met enkele analyses is tot de resultaten gekomen. De hoofdvragen zijn met behulp van deze resultaten beantwoord.

Hoofdvraag Coco:

“Heeft cognitieve training effect op cognitieve vaardigheden en zo ja, op welke cognitieve vaardigheden geeft het een significant prestatieverschil bij mentaal gezonde proefpersonen in de leeftijdsgroep van 45 t/m 75 jaar?”

Ja, cognitieve training heeft effect op de cognitieve vaardigheden aandacht (alle geteste vormen) en spatueel werkgeheugen. Bij de cognitieve vaardigheden betreffende aandacht is een zeer sterk effect waarneembaar bij deze leeftijdscategorie. Het betreft verdeelde, vastgehouden en selectieve aandacht.

Hoofdvraag Ggiegel:

“Welke invloed heeft cognitieve training op cognitieve vaardigheden en prestatieverschil bij twee groepen, wanneer deze groepen zich enkel met het wel of niet halen van de fitnorm van elkaar onderscheiden?”

Cognitieve training bevordert de cognitieve vaardigheden van een groep jonge adolescenten minder sterk dan die van een oudere groep. Wel is er een significant prestatieverschil meetbaar op de cognitieve vaardigheden spatueel werkgeheugen, vastgehouden aandacht en verdeelde aandacht. Een verschil tussen de twee groepen is zeer minimaal en is alleen significant bij de cognitieve vaardigheid spatueel werkgeheugen. Bij deze vaardigheid doet de minder sportieve groep het iets beter. De sportieve groep lijkt een voordeel te hebben in de selectieve aandacht, maar dit komt niet significant naar voren in de resultaten.

* Begrippen staan uitgelegd in de begrippenlijst op pagina negen.

Begrippenlijst

In deze lijst worden alle begrippen die in het document aangegeven worden met een * nader verklaard. Bij het eerste verschijnen van een begrip in het document zal de * erachter staan.

Coco	Het onderzoek ' <u>C</u> ognitieve <u>c</u> ontrole', de controlegroep van Spelenderwijs
Cognitie	Het vermogen om externe informatie te verwerven en verwerken. Niet te verwarren met intelligentie, wat te definiëren is als het redeneringsvermogen.
Cognitieve vaardigheid	De mate van vaardigheid om informatie op te nemen en te verwerken. In dit onderzoek veronderstelde cognitieve vaardigheden zijn: spatieel werkgeheugen, verbaal werkgeheugen, vaste aandacht, verdeelde aandacht, selectieve aandacht.
CVA	Cerebro Vasculair Accident. Beter bekend als een beroerte of hersenbloeding
ECBT	Expertise Centrum Bewegingstechnologie, een kenniscentrum verbonden aan de opleiding Bewegingstechnologie. Neemt opdracht uit het bedrijfsleven aan.
Fitnorm	De Nederlandse overheid stelt met de fitnorm dat minstens drie maal per week gedurende twintig minuten intensief bewogen dient te worden. Wanneer iemand op of boven de norm presteert, is deze persoon 'normfit'. De mensen die dit niet halen zijn of 'semi-fit', of 'niet-fit' (www.rijksoverheid.nl, 2012)
Ggiegl	Het onderzoek ' <u>G</u> ezondere geest <u>i</u> n <u>e</u> en gezonder <u>l</u> ichaam', naar de invloed van sport op de prestaties bij cognitieve vaardigheden
Lumosity	Een commercieel bedrijf gericht op het maken van en laten spelen met online games die cognitieve vaardigheden trainen (www.lumosity.com)
Prestatieverschil	Het verschil in cognitieve prestatie tussen de beginmeting en de eindmeting
Spelenderwijs	Het hoofdonderzoek naar training van CVA-patiënten door middel van games die cognitieve prestaties trainen
SPSS	Een programma voor het verwerken van statistische gegevens.
Trainingsperiode	De periode van acht weken die tussen de beginmeting en eindmeting zit. In deze periode wordt vijf dagen per week tien minuten per dag met de games van Lumosity gespeeld

Tabel 1, overzicht van gebruikte begrippen in de scriptie

1. Inleiding

Moderne cognitieve games worden gebruikt om cognitieve vaardigheden te trainen. Verschillende onderzoeken tonen aan dat cognitieve vaardigheden trainbaar zijn. Dye et al.(2009) en Nouchi et al.(2012)zagen dat de verwerkingssnelheid verbeterde door gezonde proefpersonen met videogames te laten spelen. Wat opviel was dat dit bij een breed takenpakket terug te vinden was. De reactiesnelheid ging omhoog en taken bleven even accuraat uitgevoerd worden. Ook interessant is een onderzoek van Smith et al.(2009), waarin bij een groep van 487 ouderen is aangetoond het geheugen en de concentratie te kunnen verbeteren door middel van games.

Om te onderzoeken of cognitieve vaardigheden van CVA-patiënten verbeteren na een training met games op gebied van cognitieve vaardigheden, is het onderzoek Spelenderwijs gestart. Met cognitieve tests wordt op een aantal momenten de cognitieve vaardigheid bepaald. Tussen de testmomenten is een trainingsperiode van acht weken waarin geoefend wordt met de games van het bedrijf Lumosity. Dit is een commercieel bedrijf gericht op het ontwikkelen van cognitieve games. Het onderzoek kent een aantal groepen en controlegroepen die ieder een verschillend traject doorlopen om toevalsfactoren zoveel mogelijk uit te sluiten. Voor een uitgebreide omschrijving van Spelenderwijs, zie **bijlage A**.

Spelenderwijs richt zich op training van cognitieve vaardigheden bij CVA-patiënten. Om een referentiegroep te creëren, is het onderzoek Coco uitgevoerd. Coco heeft als doel om de resultaten op de cognitieve tests bij gezonde personen te bepalen en te analyseren. Met deze uitslagen kan meer gezegd worden over de uitslagen van de CVA-patiënten en over de vraag hoe deze zich verhouden tot die van gezonde personen. Om deze reden dient de onderzoeksopzet hetzelfde te zijn als die van Spelenderwijs, namelijk een beginmeting en een eindmeting met daartussen een trainingsperiode van acht weken met games van Lumosity.

De hoofdvraag voor Coco is als volgt:

“Heeft cognitieve training effect op cognitieve vaardigheden en zo ja, op welke cognitieve vaardigheden geeft het een significant prestatieverschil bij mentaal gezonde proefpersonen in de leeftijdsgroep van 45 t/m 75 jaar?”

De deelvragen voor Coco zijn als volgt:

1. Is er een prestatieverschil in cognitieve vaardigheden meetbaar tussen beginmeting en eindmeting?
2. Bij welke cognitieve vaardigheden is er een significant prestatieverschil?

Ook van sporten wordt aangetoond dat het de cognitie verbetert. Door Colcombe et al.(2004) zijn twee studies uitgevoerd die beide aantonen dat sporters bij een cognitief uitdagende taak aanzienlijk beter presteren dan een minder sportieve groep. Een ander onderzoek is van Liu-Ambrose et al.(2009) hierbij doorliepen ouderen een sportief trainingsprogramma. Dit leidde tot stimulering van bepaalde hersengebieden en doorbloeding waardoor cognitieve achteruitgang werd tegengegaan. Tot slot is er het onderzoek van Stroth et al.(2010), die gezonde jongvolwassenen gedurende zeventien weken een hardloopp programma hebben laten volgen. De metingen waren gericht op cognitieve tests en de aanwezigheid van dopamine in het bloed. De dopaminespiegel kan iets zeggen over het trainingseffect op de algemene gezondheid en op de uitslagen van de cognitieve tests. De resultaten gaven duidelijk weer dat er een verbetering was in controle bij cognitieve taken en cognitieve flexibiliteit; deze verbeteringen correleerden positief met de veranderingen van het dopamine-gehalte. In het werkgeheugen werden geen veranderingen geconstateerd. Er zijn ook onderzoeken die geen verband tussen sport en cognitie vinden. Komulainen et al.(2010) vonden in een grootschalig gerandomiseerd onderzoek in eerste aanleg geen verband tussen de VO2-max van proefpersonen en de prestaties bij cognitieve taken. Wel gaven de onderzoekers aan dat er bij

nadere analyse enig verband leek te zijn, maar duidelijke uitspraken konden op basis van de resultaten niet gedaan worden.

Tussen cognitieve training en verbeterde cognitie door sport lijkt een wederzijds versterkend effect te zijn. Onderzoek over dit onderwerp is echter schaars. Hötting & Roder (2013) vonden in een literatuurstudie aanwijzingen voor dit wederzijds versterkend effect. Verhoogde sportieve activiteit lijkt plasticiteit te bevorderen en de hersenen de gelegenheid te bieden om zich makkelijker aan te passen aan nieuwe taken. Hierdoor kan bij een sportief persoon makkelijker een prestatieverbetering plaatsvinden. Om deze status in stand te houden moet de persoon wel zijn sportieve leefstijl behouden. Een theoretische studie (Curlik & Shors, 2013) ondersteunt de theorie van het wederzijds versterkend effect ook. Het artikel geeft op biologische gronden aan dat sporten de aanmaak van neuronen bevordert en een regelmatige cognitieve uitdaging de levensduur van neuronen verlengt. Dit leidt ertoe dat cognitieve vaardigheden (makkelijk kunnen) verbeteren. Op het gebied van het versterkende effect ontbreekt het echter aan praktijkonderzoek om de theorie te ondersteunen. Om in de praktijk te bepalen of er een additioneel effect van sport is bij cognitieve training, moet een vergelijking gemaakt worden tussen twee groepen die beide cognitieve training ondergaan. Aldus tekent zich de hoofdvraag van het Ggiegl-onderzoek af.

De hoofdvraag voor Ggiegl is als volgt:

“Welke invloed heeft cognitieve training op cognitieve vaardigheden en prestatieverschil bij twee groepen, wanneer deze groepen zich enkel met het wel of niet halen van de fitnorm van elkaar onderscheiden?”

Het antwoord op deze hoofdvraag zal gegeven worden middels beantwoording van verschillende deelvragen. De vergelijking tussen beide groepen vindt plaats in dezelfde onderzoeksopzet als Coco. In Ggiegl worden de proefpersonen in twee groepen genaamd ‘Fit’ en ‘Gezellig’ ingedeeld.

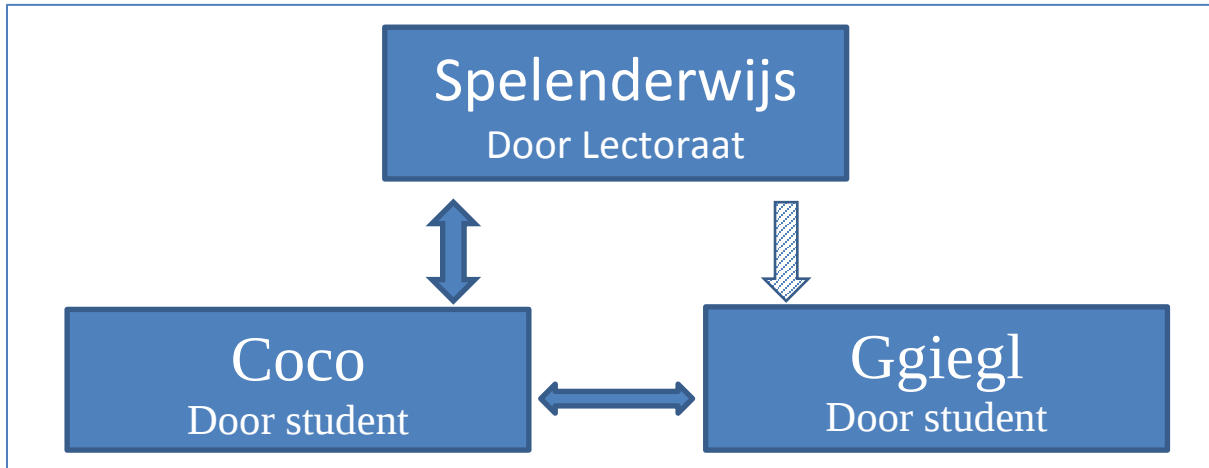
De deelvragen van Ggiegl zijn als volgt:

1. Zijn er significante verschillen in cognitieve vaardigheden tussen de groepen ‘Fit’ en ‘Gezellig’ bij de beginmeting?
2. Zijn er significante verschillen in cognitieve vaardigheden tussen de groepen ‘Fit’ en ‘Gezellig’ bij de eindmeting?
3. Bij welke cognitieve vaardigheden is er een significant prestatieverschil?
4. Wijken de prestatieverschillen bij cognitieve vaardigheden tussen de groepen ‘Fit’ en ‘Gezellig’ van elkaar af?
5. Correleert het aantal keer sporten met de cognitieve prestatie?

Met deze hoofdvragen en deelvragen zijn de onderzoeken Coco en Ggiegl uitgevoerd.

1.1 Relaties onderzoeken

Deze afstudeerscriptie omvat twee onderzoeken, Coco en Ggiegl. Deze onderzoeken maken gebruik van de opzet van het onderzoek Spelenderwijs. Resultaten van Coco zijn bestemd voor Spelenderwijs. In figuur 1 zijn de verbanden tussen de verschillende onderzoeken grafisch weergegeven.



Figuur 1, relatie tussen de onderzoeken. Coco is een onderzoek t.b.v. Spelenderwijs, tegelijk uitgevoerd met Ggiegl. Onderzoek Ggiegl gebruikt enkel de opzet van Spelenderwijs, verder geen samenhang.

2. Methode

2.1 Onderzoekspopulatie

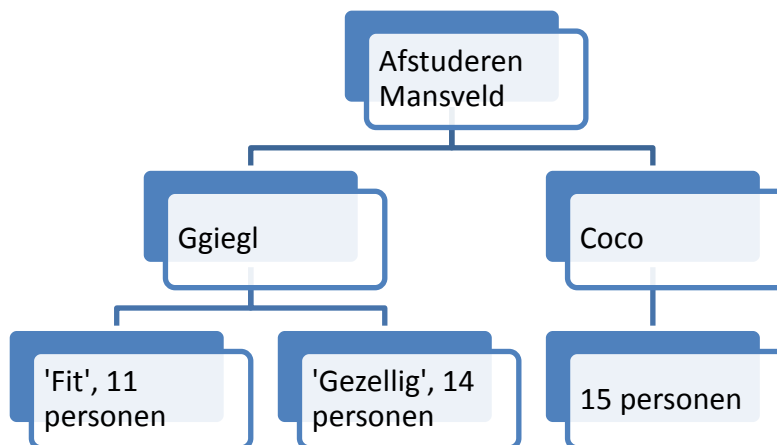
Voor de onderzoeken Coco en Ggiegl zijn de volgende eisen en wensen gesteld.

Coco

- Eis: de groep voor Coco bestaat uit personen in de leeftijdscategorie 45 t/m 75.
- Eis: proefpersonen zijn mentaal gezond en hebben geen medisch verleden met hersenproblematiek.
- Eis: proefpersonen beschikken over een PC om thuis games te kunnen spelen.
- Wens: onderzoeksgroep Coco bestaat uit ten minste twintig proefpersonen.
- Wens: alle proefpersonen hebben ten minste een HBO-diploma.
- Wens: de verdeling man-vrouw is gelijk.

Ggiegl

- Eis: beide groepen bestaan enkel uit proefpersonen in de leeftijdscategorie 18 t/m 28.
- Eis: proefpersonen zijn mentaal gezond en hebben geen medisch verleden met hersenproblematiek.
- Eis: proefpersonen worden naar sportiviteit over twee groepen verdeeld.
 - groep 1, Fit, bestaat uit proefpersonen die ten minste aan de Fitnorm voldoen.
 - groep 2, Gezellig, bestaat uit proefpersonen die niet aan de Fitnorm voldoen en volgens die norm dus als semi-fit of niet-fit omschreven kunnen worden.
- Eis: proefpersonen beschikken over een PC om thuis games te kunnen spelen.
- Wens: bij Ggiegl bestaan beide groepen uit ten minste twintig proefpersonen (veertig in totaal).
- Wens: alle proefpersonen volgen ten minste een HBO-opleiding.
- Wens: de verdeling man-vrouw is gelijk.



Figuur 2, verdeling uiteindelijke aantal proefpersonen, schematisch

2.2 Werving

Voor de werving van de proefpersonen werd gezocht binnen de roeiverenigingen in Den Haag. De proefpersonen werd gevraagd deel te nemen aan het onderzoek van acht weken. Wanneer zij toezegden hieraan deel te willen nemen, werden persoons- en contactgegevens gevraagd. Voor deelname was het noodzakelijk dat zij gedurende de gehele trainingsperiode een computer tot hun beschikking hadden.

Coco

Roeivereniging De Laak is de ideale vijver voor Coco, het ledenbestand van 500 leden kent een behoorlijk aantal leden ouder dan 45 jaar. Dit ledenbestand leent zich bij uitstek voor Coco.

Ggiegl

Bij de gemiddelde studentenvereniging is de leeftijdscategorie voor Ggiegl (18 t/m 28 jaar) goed vertegenwoordigd. Om een goede mix te krijgen van sporters en niet-sporters is een roeivereniging ideaal. In het geval van de studentenroeivereniging Pelargos is ongeveer de helft actief (normfit) sportend en ongeveer de helft minder actief (semi-fit of niet-fit) sportend.

2.3 Begeleiding

Bij de beginmeting is een instructie gegeven over de te volgen trainingsperiode, middels een korte mondelinge presentatie en hand-outs. De uitleg richtte zich op het inloggen op de website zelf en de eerste stappen bij het gebruik van de website. Gedurende de trainingsperiode tussen de begin- en eindmeting is op twee momenten contact opgenomen met het merendeel van de proefpersonen. Dit is in de weken vier en zes gebeurd via e-mail. Bij het afwijken van het trainingsprotocol is tussendoor persoonlijk contact gezocht.

2.4 Metingen

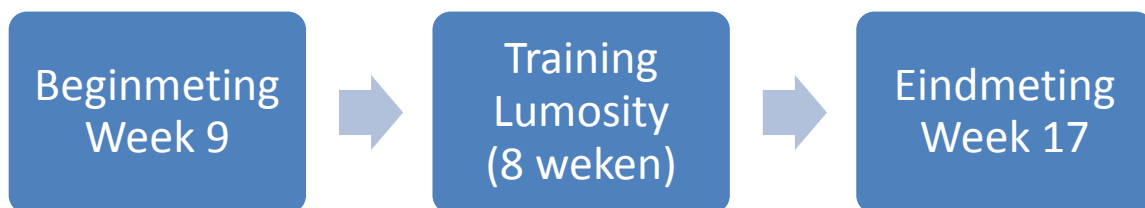
In dit hoofdstuk wordt de uitvoering van het onderzoek zonder onderscheid tussen Coco en Ggiegl besproken omdat de gebruikte metingen bij beide onderzoeken identiek zijn.

Interventie

De interventie liep over een periode van acht weken, aangevangen met een beginmeting en afgesloten met een eindmeting. In de tussenliggende periode trainden de proefpersonen met het gameaanbod van Lumosity. Deze onderzoeksopzet kwam overeen met de opzet van Spelenderwijs, hetgeen cruciaal is voor de vergelijkbaarheid van de resultaten. De vorderingen van de proefpersonen zijn bijgehouden door de onderzoeker, door in te loggen op de accounts van de proefpersonen.

Chronologische opzet

Hieronder een korte uitleg over de verschillende stappen binnen het onderzoek. Figuur 3 geeft weer hoe de periodes met elkaar in verband staan.



Figuur 3, onderzoeksopzet chronologisch

Beginmeting

Iedere proefpersoon heeft aan het begin van de onderzoeksperiode een beginmeting ondergaan. De meting vond plaats in week 9 van 2013. De beginmeting bestond uit een vijftal tests die werden afgenomen om de cognitieve prestatie te meten. De tests worden besproken onder 'Meetinstrumenten'. De resultaten uit deze beginmeting vormen het uitgangspunt voor het onderzoek en zijn gebruikt om het prestatieverschil met de eindmeting en het trainingseffect vast te stellen.

Trainingsperiode

Na de beginmeting was er een trainingsperiode die ertoe diende om de cognitieve vaardigheden te oefenen, waardoor een prestatieverbetering verwacht werd. Deze training gebruikte het volledige gameaanbod van Lumosity. De trainingsperiode duurde acht weken, waarbij de proefpersonen vijf dagen per week minstens tien minuten per dag met willekeurige games trainden. De in de trainingsperiode behaalde uitslagen zijn niet direct betrokken bij de resultaten.

Eindmeting

De trainingsperiode is voor iedere proefpersoon afgesloten met de eindmeting in week 17. De eindmeting omvatte dezelfde metingen als de beginmeting. De cognitieve prestatie die bij de eindmeting vastgesteld werd is vergeleken met de resultaten uit de beginmeting om het prestatieverschil te meten.

Meetprotocol

De metingen werden op één dag uitgevoerd in een vaste volgorde, zoals aangegeven bij het hoofdstuk meetinstrumenten. De metingen zijn bij iedere proefpersoon in de loop van de namiddag en avond georganiseerd en afgenomen. De metingen duurden in totaal ongeveer een half uur per persoon. De metingen werden binnen één uur achter elkaar afgenomen bij de proefpersoon. Bij voorkeur gebeurde dit op dezelfde computer, zodat de proefpersoon niet afgeleid raakte door wisselen van computer of plek. De computers hadden in ieder geval een goed werkende muis aangesloten. De proefpersoon kon zijn/haar voorkeurshand gebruiken om de muis te bedienen.

Meetinstrumenten

De hieronder omschreven metingen zijn in vaste volgorde afgenomen. Voor een uitgebreide beschrijving van deze tests, hun doel en wetenschappelijke achtergrond, zie **bijlage B**.

1. Block span test

Een test gericht op het bepalen van de opslagcapaciteit van de hersenen. Er verschijnt een raster van vier bij vier in beeld. Het is aan de proefpersoon om de in het raster verschijnende stippen in de volgorde van verschijnen aan te klikken wanneer ze allemaal verschenen zijn. Bij iedere geslaagde poging wordt de serie een stip langer. Bij een volgende ronde is het aan de proefpersoon om de stippen in omgekeerde volgorde aan te klikken.

2. Trail making test

Het doel van deze test is het bepalen van de mate van aandacht van de proefpersoon, zowel volgehouden als verdeelde aandacht. Er verschijnen 25 cirkels met een getal (volgehouden aandacht) of afwisselend getallen en letters (verdeelde aandacht) in beeld. Het is aan de proefpersoon om deze met de muis in de juiste volgorde te verbinden.

3. Eriksen flanker test

Deze test meet selectieve aandacht; de proefpersoon moet impulsen negeren. Er verschijnen steeds vijf pijlen in beeld, waarbij enkel op de middelste gereageerd moet worden door op de corresponderende toets op het toetsenbord te drukken.

4. Digit span test

Hetzelfde als de block span, met dit verschil dat deze test geen ruimtelijk inzicht vereist. Deze test werkt met het onthouden van getallen en hun volgorde, zowel regulier als vervolgens omgekeerd.

5. Raven test

Een intelligentietest (geen cognitietest) om het IQ van de proefpersoon te bepalen door middel van ruimtelijk redeneringsvermogen. Het is aan de proefpersoon om in een plaatje het missende puzzelstuk te plaatsen. Deze test wordt steeds moeilijker naarmate de opgaven vorderen.

Uitkomstmaten

Games	Cognitieve vaardigheid	Grootheid (Eenheid)
1. Block span test	Spatieel werkgeheugen	Langste serie (aantal correct)
2. Trail making test	Vaste/ Verdeelde aandacht	Tijd (sec.)
3. Eriksen flanker test	Selectieve aandacht	Reactietijd (milisec.), accuratesse (%goed)
4. Digit span test	Verbaal werkgeheugen	Langste serie (aantal correct)
5. Raven test	Algemene intelligentie	Intelligentiequotiënt (nvt)

Tabel 2, uitkomstmaten. In de eerste kolom de games, in kolom twee de cognitieve vaardigheid die een game bepaalt. In kolom drie de grootheid en eenheid middels welke de cognitieve vaardigheid bepaalt wordt, mits van toepassing.

Data-verwerking

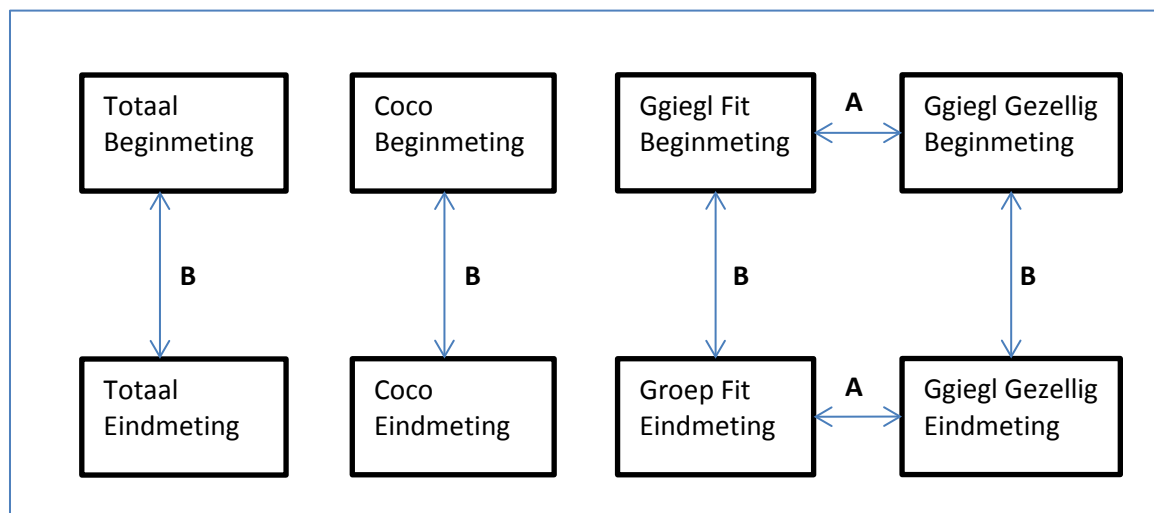
Om de uitslagen uit de metingen om te zetten naar de juiste uitkomstmaat hebben de onderzoekers van Spelenderwijs tegelijk met de games Excel-bestanden aangeleverd met daarin de formules om de data automatisch te reduceren naar de gewenste uitkomstmaten. Deze data-reducers brengen alle data terug naar een algemene uitkomst. Bij de Trail making test geeft de data-reducer in enkele gevallen een 'missing value' wanneer deze test niet binnen de tijd voltooid wordt. In dat geval is er geëxtrapoleerd om een uitslag uit deze tests te krijgen. Dit is gedaan door de totaal gebruikte tijd te delen door het aantal voltooide stappen en dit te vermenigvuldigen met het totaal aantal benodigde stappen. Dit corrigeert naar de verwachte eindtijd.

Om statistisch verwerkbare resultaten te krijgen, moet het aantal gegevens per game teruggebracht worden naar zo min mogelijk - bij voorkeur één - variabelen. Om deze reden is bij games die meer dan één score in dezelfde uitkomstmaat geven, de gemiddelde score als resultaat genomen.

Statistische analyse

De statistische tests die zijn uitgevoerd op de data in uitkomstmaten zijn de volgende:

- A. **Independent-Samples T test**, in dit onderzoek toegepast voor het vergelijken van prestaties tussen de beginmetingen of eindmetingen van twee groepen. Een enkelvoudig horizontaal verband zoals in figuur 4 zichtbaar.
- B. **Paired-Samples T test**, voornamelijk geschikt voor het vergelijken van de beginmeting en eindmeting binnen een groep. Verticaal verband.



Figuur 4, visueel weergegeven welke statistische tests welk type verband leggen tussen de onderzoeksgroepen.

Alle statistische analyses zijn uitgevoerd in het programma 'IBM SPSS Statistics 21' nadat de data uit de tests in 'Microsoft Excel 2010' zijn verwerkt ter voorbereiding op de analyses.

3. Resultaten

De resultaten zijn opgedeeld aan de hand van de deelvragen. De in dit hoofdstuk gebruikte tabellen zijn opgebouwd uit SPSS-tabellen in **bijlage C**. Voor de analyses zijn alleen de meetgegevens gebruikt van diegenen die het onderzoek volledig hebben afgerond en voldoende trainingssessies hebben gedaan (Totaal N=40, Coco N=15, Fit N=11, Gezellig N=14).

PP per fase	Aangemeld	Beginmeting	Eindmeting	Trainingsprotocol
Coco	22	21	15	15
Fit	28	21	17	11
Gezellig	30	21	18	14

Tabel 3, verloop van aantal proefpersonen per fase van onderzoek

De eigenschappen van de proefpersonen die uiteindelijk gebruikt zijn in het onderzoek zijn in tabel 4 beschreven. Daarin is te zien hoe de groepen er statistisch uitzien.

PP	Aantal	gem. leeftijd	bereik	std.dev.	%vrouw	gem. sport	bereik	std. dev.
Totaal	40	33,90	56	1,42	62	2,30	6	1,42
Coco	15	55,33	29	9,26	46,7	2,13	4	1,36
Fit	11	21,91	7	2,43	72,7	3,73	3	0,91
Gezellig	14	20,36	6	1,99	85,7	1,36	2	0,84

Tabel 4, beschrijvende statistiek van belangrijke eigenschappen van proefpersonen

Er moet worden opgemerkt dat in een aantal gevallen wel grote verschillen in uitslagen geconstateerd zijn, maar dat deze niet significant zijn. Significantie en een noemenswaardig verschil zijn twee verschillende dingen. Een waarde is significant als $\alpha \leq 0,05$. Naast de grootte van het gemeten verschil is hiervoor het aantal proefpersonen van belang.

3.1 Coco, prestatieverschil beginmeting en eindmeting

Wanneer alle uitslagen tezamen een analyse ondergaan worden een aantal significante verschillen aangetroffen, in tabel 5 zijn deze met een asterisk aangeduid. Er zijn drie testuitslagen zijn significant verbeterd, te weten: Blockspan, Trail making en Flanker Rt. Twee testuitslagen zijn significant verslechterd. Dit zijn de Flanker Acc en de Raven.

Uit de kolom 'Verschil' kan afgelezen worden hoe groot het verschil tussen de beginmeting en eindmeting is. Of dit verschil significant is staat in de kolom Sig.(α). De Blockspan test heeft een heldere significantie ($\alpha=0,00$) over een verschil van 0,61. Ook bij Trail making is het verschil een aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid aangezien $\alpha=0,00$ bij een verschil van -6,89sec. De Flanker reactietijd heeft een gemiddelde verbetering van 25,1ms en een significantie van $\alpha=0,00$. De accuratesse waarmee de Flanker is gemaakt is ook veranderd maar niet in positieve zin. Het blijkt dat de accuratesse gedaald is met 0,5%. Een significant verschil, $\alpha=0,05$. Opgemerkt moet worden dat alleen correcte reacties tellen voor de reactietijd, er is dus geen uitruil tussen de gemeten reactiesnelheid en accuratesse in de Flanker. Bij de Raven-test is over het geheel genomen een significante daling waarneembaar. Een daling van 1,7 met $\alpha=0,05$. Een daling van intelligentie over een korte periode is een onwaarschijnlijke ontwikkeling. De verwachting was een gelijke of iets hogere score (door oefening). In de discussie wordt hier verder op ingegaan.

Coco, deelvraag 1: Is er een prestatieverschil in cognitieve vaardigheden meetbaar tussen beginmeting en eindmeting?

Ja, er is een prestatieverschil bij meerdere cognitieve vaardigheden. Het spatieel werkgeheugen, de vaste en de verdeelde aandacht evenals de reactiesnelheid bij selectieve aandacht zijn verbeterd. De accuratesse bij selectieve aandacht is verslechterd.

Opvallend: de Digitspan geeft aan dat er gemiddeld geen verandering is opgetreden bij de proefpersonen. Tevens is de spreiding van de antwoorden ongeveer gelijk gebleven en is de correlatie van de antwoorden relatief hoog. Ondanks de trainingsperiode heeft er dus geen enkele verandering plaatsgevonden bij de proefpersonen. Voor alle uitgevoerde analyses bij de digitspan geldt dat zij geen of een verwaarloosbaar verschil.

Test	Meting	Gem.	Std. afw.	Verschil	Std. afw.	Sig.(α)
Blockspan (aantal)	Begin	4,65	1,21	0,61	1,18	*0,00
	Eind	5,26	0,98			
Trail making (sec)	Begin	55,19	17,77	-6,89	9,28	*0,00
	Eind	48,30	15,60			
Flanker Rt (milisec)	Begin	548,73	87,26	-25,13	45,07	*0,00
	Eind	523,60	69,39			
Flanker Acc (%)	Begin	97,77	2,12	-0,54	1,68	*0,05
	Eind	97,24	2,13			
Digitspan (aantal)	Begin	5,80	1,07	0,00	0,78	1,00
	Eind	5,80	1,12			
Raven (IQ)	Begin	50,33	5,90	-1,73	5,34	*0,05
	Eind	48,60	6,77			

Tabel 5, vergelijking van waarden en de verschillen tussen begin- en eindmeting van totaal deelnemers (N=40)

3.2 Coco, significante prestatieverschillen groep Coco

In tabel 6 is te zien dat er op drie tests, de Trail making, de Flanker Rt en de Raven een significant prestatieverschil is. Tweemaal is het resultaat bijna significantie maar is het verschil net niet groot genoeg (Blockspan en Flanker Acc).

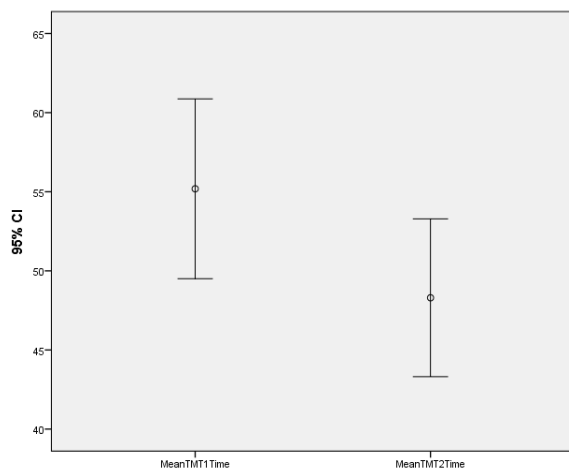
Het eerste significante verschil is bij Trail making met $\alpha=0,00$ (zie figuur 5). Het absolute prestatieverschil is vrij groot met een gemiddelde verbetering van 11,9sec. Het volgende significante verschil is de uitslag bij de Flanker Rt. Er is een aanzienlijke verbetering van 50,5ms wat leidt tot een significant verschil met $\alpha=0,00$ (zie figuur 6). Tot slot een significant verschil op de Raven-test. Hier is een achteruitgang te zien van 3 punten, dit is een significant verschil met $\alpha=0,02$.

Coco, deelvraag 2: Bij welke cognitieve vaardigheden is er een significant prestatieverschil?

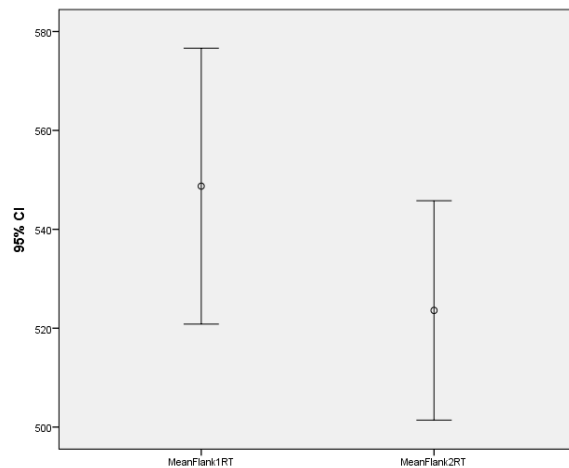
Binnen de groep Coco zijn er significante prestatieverschillen op de cognitieve vaardigheden vastgehouden en verdeelde aandacht en selectieve aandacht.

Test	Meting	Gem.	Std. afw.	Vershil	Std. afw.	Sig.(α)
Blockspan (aantal)	Begin	4,23	1,02	0,43	0,98	0,11
	Eind	4,67	0,90			
Trail making (sec)	Begin	70,96	18,64	-11,93	7,98	*0,00
	Eind	59,04	16,50			
Flanker Rt (milisec)	Begin	609,31	83,87	-50,51	53,21	*0,00
	Eind	558,80	58,51			
Flanker Acc (%)	Begin	98,91	0,93	-0,76	1,91	0,14
	Eind	98,15	1,63			
Digitspan (aantal)	Begin	5,80	1,03	-0,10	0,60	0,53
	Eind	5,70	1,21			
Raven (IQ)	Begin	51,60	6,33	-3,00	4,54	*0,02
	Eind	48,60	7,79			

Tabel 6, vergelijking van waarden en de verschillen tussen begin- en eindmeting van Coco (N=15)



Figuur 5, error-bar Trail making, begin- resp. eindmeting



Figuur 6, error-bar Flanker Rt, begin- resp. eindmeting

3.3 Ggiegl, significante verschillen beginmeting

Deze analyse van de beginmeting heeft betrekking op het onderzoek Ggiegl. De groepen Fit en Gezellig worden met elkaar vergeleken. De groep Coco valt buiten dit onderzoek. Dit is tevens van toepassing op de eindmeting zoals in de volgende paragraaf besproken.

De beginmeting toont geen significante verschillen tussen de groepen Fit en Gezellig. In het geval van de Flanker Rt is er een aanzienlijk maar niet significant verschil van 39,1ms in reactietijd tussen beide groepen. Ook is opvallend dat de spreiding van de groep Fit (34,1ms) en Gezellig (82,9ms) bij deze test ver uit elkaar ligt. Verder zijn er geen noemenswaardige verschillen tussen de beide groepen.

Ggiegl, deelvraag 1: Zijn er significante verschillen in cognitieve vaardigheden tussen de groepen 'Fit' en 'Gezellig' bij de beginmeting?

Nee, er zijn geen significante verschillen geconstateerd tussen Fit en Gezellig bij de beginmeting.

Test	Groepen	Gem.	Std. afw.	Vershil	Std. afw.	Sig.(α)
Blockspan (aantal)	Fit	4,68	1,33	-0,39	0,51	0,46
	Gezellig	5,07	1,24			
Trail making (sec)	Fit	46,90	6,54	2,10	3,20	0,52
	Gezellig	44,80	8,86			
Flanker Rt (milisec)	Fit	490,48	34,12	-39,09	26,69	0,16
	Gezellig	529,58	82,89			
Flanker Acc (%)	Fit	96,82	3,14	-0,48	0,96	0,63
	Gezellig	97,30	1,58			
Digitspan (aantal)	Fit	5,91	1,39	0,19	0,45	0,67
	Gezellig	5,71	0,87			
Raven (IQ)	Fit	49,91	6,47	0,62	2,31	0,79
	Gezellig	49,29	5,09			

Tabel 7, vergelijking waarden en verschillen bij beginmeting Ggiegl (N=25), tussen Fit (N=11) en Gezellig (N=14)

3.4 Ggiegl, significante verschillen eindmeting

Het verschil tussen Fit en Gezellig is vergelijkbaar met de beginmeting. In tabel 5 is te zien dat er wederom geen significante verschillen zijn. De verschillen gaan richting een betere score van Fit bij de Flanker Rt ($\alpha=0,07$), maar ook dit is niet significant.

Ggiegl, deelvraag 2: Zijn er significante verschillen in cognitieve vaardigheden tussen de groepen 'Fit' en 'Gezellig' bij de eindmeting?

Nee, er zijn geen significante verschillen geconstateerd tussen Fit en Gezellig bij de eindmeting.

Test	Groepen	Gem.	Std. afw.	Vershil	Std. afw.	Sig.(α)
Blockspan (aantal)	Fit	5,36	1,03	-0,46	0,34	0,19
	Gezellig	5,82	0,67			
Trail making (sec)	Fit	42,53	9,98	1,21	4,53	0,79
	Gezellig	41,33	12,12			
Flanker Rt (milisec)	Fit	476,51	23,08	-46,37	23,48	0,07
	Gezellig	522,88	83,91			
Flanker Acc (%)	Fit	96,23	2,37	-0,83	0,90	0,36
	Gezellig	97,05	2,13			
Digitspan (aantal)	Fit	5,86	1,14	0,01	0,45	0,99
	Gezellig	5,86	1,08			
Raven (IQ)	Fit	49,91	3,86	2,34	2,34	0,33
	Gezellig	47,57	7,61			

Tabel 8, vergelijking waarden en verschillen bij eindmeting Ggiegl (N=25), tussen Fit (N=11) en Gezellig (N=14)

3.5 Ggiegl, significante prestatieverschillen

Uit de analyse van de gehele groep Ggiegl (Fit en Gezellig samen) zijn twee significante uitslagen gekomen. Deze zijn te zien in tabel 9 in de kolom significantie (Sig.), aangeduid met een asterisk. Het betreft Blockspan en Trail making.

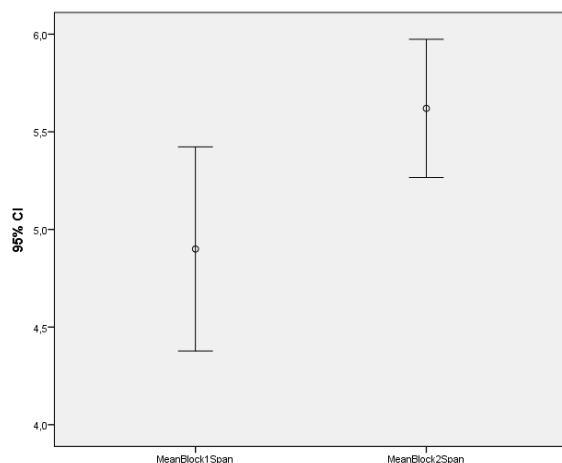
Blockspan heeft met een verschil van 0,72 tussen beginmeting en eindmeting een significant verschil met $\alpha=0,01$ (zie figuur 7). De tweede significante uitslag is Trail making met een verschil van -3,87sec en een significantie van $\alpha=0,04$ (zie figuur 8).

Ggiegl, deelvraag 3: Bij welke cognitieve vaardigheden is er een significant prestatieverschil?

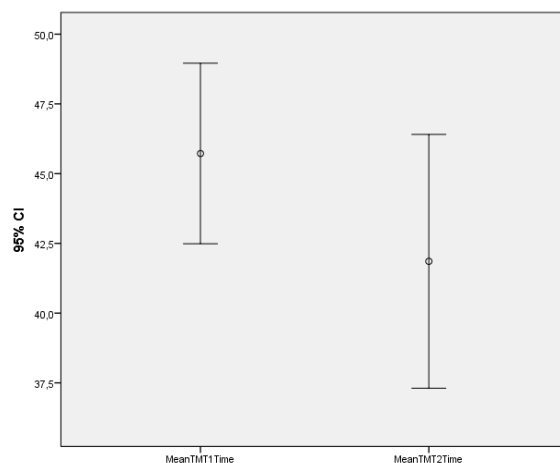
De cognitieve vaardigheden spatueel werkgeheugen en vastgehouden en verdeelde aandacht vertonen een significant prestatieverschil.

Test	Meting	Gem.	Std. afw.	Vershil	Std. afw.	Sig.(α)
Blockspan (aantal)	Begin	4,90	1,27	0,72	1,29	*0,01
	Eind	5,62	0,86			
Trail making (sec)	Begin	45,72	7,84	-3,87	8,80	*0,04
	Eind	41,86	11,02			
Flanker Rt (milisec)	Begin	512,37	67,82	-9,90	31,70	0,13
	Eind	502,48	67,73			
Flanker Acc (%)	Begin	97,09	2,35	-0,40	1,55	0,21
	Eind	96,69	2,23			
Digitspan (aantal)	Begin	5,80	1,11	0,06	0,87	0,73
	Eind	5,86	1,09			
Raven (IQ)	Begin	49,56	5,62	-0,96	5,73	0,41
	Eind	48,60	6,25			

Tabel 9, vergelijking van waarden en de verschillen tussen begin- en eindmeting van Ggiegl totaal (N=25)



Figuur 7, error-bar Blockspan Ggiegl, begin- resp. eindmeting



Figuur 8, error-bar Trail making Ggiegl, begin- resp. eindmeting

3.6 Ggiegel, afwijkingen tussen Fit en Gezellig

Prestatieverschillen Fit

Bij de analyse van de metingen van groep Fit zien we (in tabel 10) een vergelijkbaar beeld als bij de analyse van de groep Coco ontstaan, maar de verschillen zijn overwegend minder uitgesproken. Uitslagen van Fit gaan richting een verbetering op een aantal uitslagen, te weten: Blockspan, Trail making en Flanker Rt. In geen van deze gevallen is het verschil echter significant.

Test	Meting	Gem.	Std. afw.	Vershil	Std. afw.	Sig.(α)
Blockspan (aantal)	Begin	4,68	1,33	0,68	1,33	0,12
	Eind	5,36	1,03			
Trail making (sec)	Begin	46,90	6,54	-4,37	8,07	0,10
	Eind	42,53	9,98			
Flanker Rt (milisec)	Begin	490,48	34,12	-13,98	24,73	0,09
	Eind	476,51	23,08			
Flanker Acc (%)	Begin	96,82	3,14	-0,60	1,49	0,21
	Eind	96,23	2,38			
Digitspan (aantal)	Begin	5,91	1,39	-0,05	1,01	0,88
	Eind	5,86	1,14			
Raven (IQ)	Begin	49,91	6,47	0,00	5,53	1,00
	Eind	49,91	3,86			

Tabel 10, vergelijking van waarden en de verschillen tussen begin- en eindmeting van groep Fit (N=11)

Prestatieverschillen Gezellig

Bij de groep Gezellig is tussen de beginmeting en eindmeting wel een aanzienlijk verschil in de Blockspan. Deze uitslag is significant aangezien $\alpha=0,05$, zoals te zien in tabel 11. Verder zijn er geen significante verschillen in de uitslagen te zien. Ook zijn er geen prestatieverschillen die richting significant gaan.

Test	Meting	Gem.	Std. afw.	Vershil	Std. afw.	Sig.(α)
Blockspan (aantal)	Begin	5,07	1,24	0,75	1,31	*0,05
	Eind	5,82	0,67			
Trail making (sec)	Begin	44,80	8,86	-3,47	9,62	0,20
	Eind	41,33	12,12			
Flanker Rt (milisec)	Begin	529,58	82,89	-6,69	36,87	0,51
	Eind	522,88	83,91			
Flanker Acc (%)	Begin	97,30	1,58	-0,25	1,63	0,58
	Eind	97,05	2,13			
Digitspan (aantal)	Begin	5,71	0,87	0,14	0,77	0,50
	Eind	5,86	1,08			
Raven (IQ)	Begin	49,29	5,09	-1,71	5,97	0,30
	Eind	47,57	7,61			

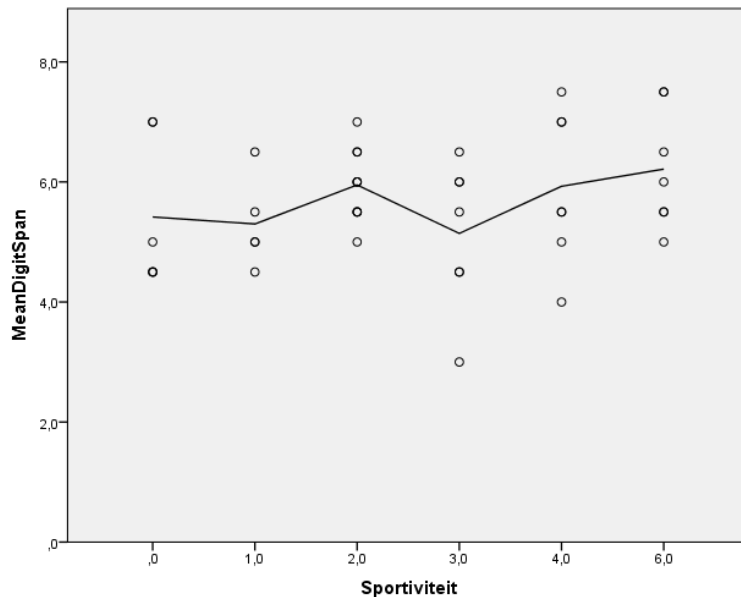
Tabel 11, vergelijking van waarden en de verschillen tussen begin- en eindmeting van groep Gezellig (N=14)

Ggiegel, deelvraag 4: Wijken de prestatieverschillen bij cognitieve vaardigheden tussen de groepen 'Fit' en 'Gezellig' van elkaar af?

Ja, er is één afwijking tussen Fit en Gezellig geconstateerd. Namelijk de significante verbetering van spatieel werkgeheugen bij de groep Gezellig.

3.7 Ggiegl, verband sportfrequentie en cognitie

Er is geen verband aantoonbaar tussen de mate van sportiviteit (aantal keer sporten per week) en de cognitieve prestatie. Er is geen lineair verband tussen aantal keer sporten als onafhankelijke en de prestatie bij verschillende games als afhankelijke variabele. Bij alle varianten is het beeld vergelijkbaar met de uiteenzetting van de digitspan in figuur 9, geen aantoonbare samenhang tussen het aantal keer sporten en de verbetering van de prestaties. Een regressie-analyse gaf geen verband tussen sportiviteit en prestaties.



Figuur 9, score op Digitspan uitgezet tegen sportiviteit. Interpolatielijn tussen gemiddelde scores bij sportfrequentie.

Ggiegl, deelvraag 5: Correleert het aantal keer sporten met de cognitieve prestatie?

Nee, er is geen correlatie tussen sportfrequentie per week en de cognitieve prestatie.

4. Discussie

4.1 Methode

De onderzoeken zijn uitgevoerd met een totaal van 40 proefpersonen. De verdeling van personen over de groepen was Coco N=15, Ggiegel Fit N=11, Ggiegel Gezellig N=14. Dit was minder dan de gewenste 20 proefpersonen per groep, waardoor de testresultaten mogelijk minder uitgesproken zijn dan gewenst. Een dergelijke grootte is voor een onderzoek naar effect van cognitieve games niet ongebruikelijk, maar bij een dergelijk klein aantal proefpersonen zijn gemeten verschillen vaak niet significant. Door het lagere aantal proefpersonen is in de resultaten een discrepantie tussen mate van verschil in uitkomsten en de significantie van de uitkomsten in dit onderzoek als ze vergeleken worden met andere onderzoeken. Dit is te illustreren met de Blockspan-uitkomsten bij de Paired-samples test van Coco en Fit. De groep Fit heeft een groter verschil (0,68) dan Coco (0,43) maar de significantie is minder (resp. 0,12 en 0,11). Met meer proefpersonen waren de uitkomsten meer voorspellend geweest, maar helaas bleek dit binnen het afstuderen een niet-haalbare uitdaging. Het verzamelen van proefpersonen verliep in eerste instantie zeer goed, echter net voor en na aanvang van de test gaf een deel van de proefpersonen aan toch niet mee te kunnen doen. Dit leidde tot krappe groepen en vanwege de lange trainingsduur was er geen tijd om nog nieuwe proefpersonen te zoeken. Er is voor gekozen de tests met een kleinere groep proefpersonen aan te vangen. Bij analyses waarbij de proefpersonen als één groep bekeken werden kwamen direct significante resultaten. Het aantal proefpersonen was wel voldoende om voor de groep als geheel verbeteringen in prestatie door training aan te tonen.

De tests bij de begin- en eindmeting zijn zoveel mogelijk in vergelijkbare omstandigheden afgenomen. Er zijn veel factoren die niet of nauwelijks gecontroleerd of beïnvloed kunnen worden. Invloedsfactoren kunnen zijn (niet uitputtend): scholing, leefgewoonten, ontspanningsactiviteiten, werkactiviteiten en leeftijd (Kramer, et al., 2004).

Enkele van deze invloedsfactoren hangen nauw samen met een sportieve leefstijl. Een leefgewoonte zoals bijvoorbeeld voldoende rust is een belangrijke factor voor cognitie. Serieuze sporters zullen waarschijnlijk meer slapen om het lichaam te laten herstellen. Om die reden zullen de sporters wellicht meer uitgerust naar de test komen en deze beter kunnen maken. Hierdoor wordt dus niet slechts de invloed van sport gemeten maar onbedoeld ook de invloed van een goede nachtrust. Dit maakt een dergelijk onderzoek over lange termijn en op een begrip als sportiviteit (met de vele bijbehorende factoren) zeer lastig te duiden.

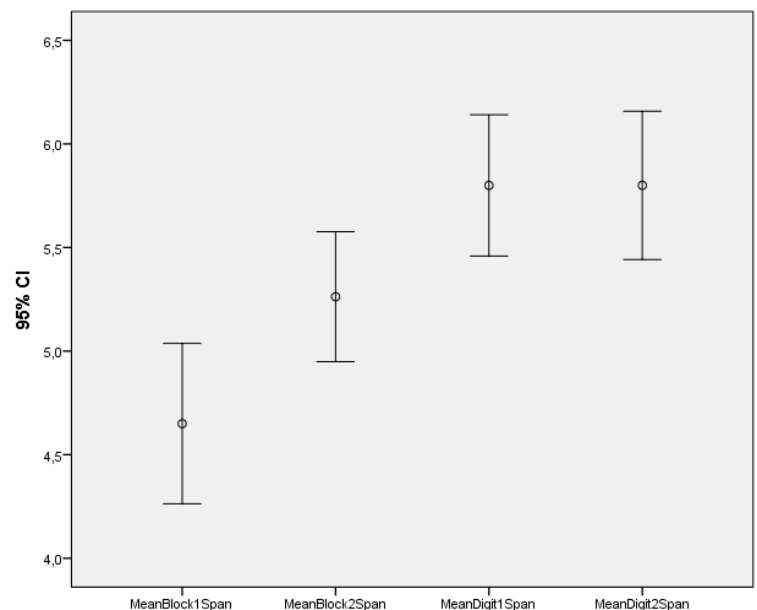
Het platform www.lumosity.com slaat enkele gebruikersstatistieken op. Deze gegenereerde scores zijn helaas niet bruikbaar voor analyse in het onderzoek omdat de scores ontstaan vanuit een adaptief score-systeem. Met het vorderen van de speler in niveau groeit het scoresysteem mee en is met weinig moeite een (soms veel) hogere score te halen. Deze manier van score genereren is waarschijnlijk bedoeld om de speler een succesbeleving te geven middels de snelle verbetering van score in de eerste fase van het spelen met Lumosity-games. Pas in de hoogste niveaus van een game past het score-systeem zich niet meer aan, maar dit wordt pas na enige tijd spelen behaald en niet door iedere speler. Derhalve kunnen scores onderling ook niet vergeleken worden. Dit maakt de gegevens uit Lumosity, buiten het controleren van trainingsactiviteit, ongeschikt voor onderzoek.

Gedurende het onderzoek verliepen de metingen soepel. Er waren weinig problemen met de testprogramma's en de doorloop van proefpersonen ging gemakkelijk. Hierdoor konden alle gegevens in korte tijd verzameld worden. Wegens de duur van het onderzoek was dit ook nodig.

4.2 Resultaten

Het analyseren van de gegevens leidde tot een aantal opvallende resultaten. Uit de resultaten van de Raven-test bleek dat de proefpersonen gedurende het onderzoek significant dommer waren geworden, terwijl intelligentie van een individu doorgaans beschouwd wordt als een niet veranderlijke eigenschap. Men zou dus bij de tweede test een vergelijkbare score verwachten, of wellicht een iets hogere score omdat de proefpersonen een dergelijke test al eens uitgevoerd hebben. Aangezien dit niet het geval was, bestaat het vermoeden dat de versie die bij de eindmeting is gegeven (versie 2) moeilijker is dan die bij de beginmeting (versie 1). Dit is aan enkele proefpersonen gevraagd en door hen onderschreven; de tweede versie werd als moeilijk ervaren. De uitslagen op de Raven-test zijn in dit onderzoek dus moeilijk te duiden en hooguit een ruwe controle van intelligentie.

Ook opvallend is het verschil tussen de uitslagen bij Blockspan en Digitspan (zie figuur 10). De Blockspan-uitslagen zijn over het algemeen verbeterd terwijl de Digitspan-uitslagen gemiddeld exact hetzelfde gebleven zijn. Beide zouden het werkgeheugen moeten testen, de één een spatiële component en de ander een verbale component. Ook zijn er veel games in het aanbod van Lumosity die veronderstellen het verbale werkgeheugen te trainen. Het verschil in deze resultaten doet vermoeden dat in ieder geval geen brede cognitieve verbetering heeft plaatsgevonden, in die zin dat de verbetering op één cognitief gebied gebruikt kan worden bij een andere maar enigszins vergelijkbare taak. Er treedt mogelijk een specifieke verbetering op. Dit houdt bijvoorbeeld in dat door veel te schaken men beter wordt in schaken maar niet in dammen, terwijl beide bordspelen gebaseerd zijn op redeneringsvermogen.



Figuur 10, error-bar met het prestatieverschil van Blockspan (staaf 1 naar 2) en Digitspan (staaf 3 naar 4)

Na de eindmeting hebben de proefpersonen een evaluatieformulier ingevuld, zie **bijlage D**. Deze evaluatie gaf informatie over de beleving van het onderzoek vanuit de proefpersonen. Over het algemeen hebben de proefpersonen het onderzoek als positief ervaren. De was voldoende en de games van Lumosity waren leuk om te spelen. Een voorkeur voor specifieke games was er niet, de meningen hierover gingen alle kanten op. De site van Lumosity werd ervaren als leuk en intuïtief. Ongeveer de helft van de proefpersonen vond het onderzoek aan de lange kant, het had voor een aantal "niet veel langer moeten duren". Daarnaast hadden de proefpersonen over het algemeen niet het gevoel persoonlijk baat te hebben bij het spelen van de games. De moeilijkheidsgraad van de testgames vonden de proefpersonen prima. Wel werd het spelen van de testgames als onprettig ervaren omdat er bij een aantal testgames lange periodes naar het scherm getuurd moest worden. De grijs met zwarte testomgeving werd ook als onprettig ervaren.

Een interessante toevoeging aan het onderzoek zou zijn geweest om het trainingseffect van sporten te meten, door proefpersonen een sporttraject te laten doorlopen gedurende de trainingsperiode met cognitieve games. Ook dit viel buiten de onderzoeksopzet, maar is wel een aanbeveling voor later onderzoek. Om dit goed te kunnen registreren moeten meerdere tests gedaan worden met

grotere groepen, waarbij een verandering in leefpatroon moet worden bewerkstelligd. Dit is voor een afstudeeronderzoek helaas te ambitieus. Derhalve is gekozen een vergelijking te maken tussen enerzijds een reeds sportende groep en anderzijds een minder sportende groep. De uitslagen geven dus een indicatie van een mogelijke invloed van sport op de denkvaardigheden.

De waarde van de Ggigl-uitslagen is dat een indicatie wordt gegeven of vervolgonderzoek nuttig kan zijn. Daarnaast zal het in beperkte mate, door de opzet, bevestigen of ontkrachten dat sport een positieve invloed heeft op cognitieve vaardigheden.

5. Conclusie

De deelvragen en hoofdvragen zullen, op basis van de resultaten, hieronder beantwoord worden.

Deelvragen Coco

1. *Is er een prestatieverschil in cognitieve vaardigheden meetbaar tussen beginmeting en eindmeting?*

Ja, er is een prestatieverschil bij meerdere cognitieve vaardigheden. Het spatieel werkgeheugen, de vaste en de verdeelde aandacht evenals de reactiesnelheid bij selectieve aandacht zijn verbeterd. De accuratesse bij selectieve aandacht is verslechterd.

2. *Bij welke cognitieve vaardigheden is er een significant prestatieverschil?*

Binnen de groep Coco zijn er significante prestatieverschillen bij de cognitieve vaardigheden vastgehouden en verdeelde aandacht en selectieve aandacht.

Hoofdvraag Coco:

“Heeft cognitieve training effect op cognitieve vaardigheden en zo ja, op welke cognitieve vaardigheden geeft het een significant prestatieverschil bij mentaal gezonde proefpersonen in de leeftijdsgroep van 45 t/m 75 jaar?”

Ja, cognitieve training heeft effect op de cognitieve vaardigheden aandacht (alle geteste vormen) en spatieel werkgeheugen. Bij de cognitieve vaardigheden betreffende aandacht is een zeer sterk effect waarneembaar bij deze leeftijdscategorie. Het betreft de verdeelde, vastgehouden en selectieve aandacht.

Deelvragen Ggiegl

1. *Zijn er significante verschillen in cognitieve vaardigheden tussen de groepen ‘Fit’ en ‘Gezellig’ bij de beginmeting?*

Nee, er zijn geen significante verschillen geconstateerd tussen Fit en Gezellig bij de beginmeting.

2. *Zijn er significante verschillen in cognitieve vaardigheden tussen de groepen ‘Fit’ en ‘Gezellig’ bij de eindmeting?*

Nee, er zijn geen significante verschillen geconstateerd tussen Fit en Gezellig bij de eindmeting.

3. *Bij welke cognitieve vaardigheden is er een significant prestatieverschil?*

De cognitieve vaardigheden spatieel werkgeheugen en vastgehouden en verdeelde aandacht vertonen een significant prestatieverschil.

4. *Zijn er afwijkende prestatieverschillen bij cognitieve vaardigheden tussen de groepen ‘Fit’ en ‘Gezellig’?*

Ja, er is één afwijkende bevinding tussen Fit en Gezellig geconstateerd. Namelijk de significante verbetering van spatieel werkgeheugen bij de groep Gezellig.

5. *Correleert het aantal keer sporten met de cognitieve prestatie?*

Nee, er is geen correlatie gevonden tussen sportfrequentie per week en de cognitieve prestatie.

Hoofdvraag Ggieg!:

“Welke invloed heeft cognitieve training op cognitieve vaardigheden en prestatieverschil bij twee groepen, wanneer deze groepen zich enkel met het wel of niet halen van de fitnorm van elkaar onderscheiden?”

Cognitieve training bevordert de cognitieve vaardigheden van een groep jongvolwassenen minder sterk dan die van een oudere groep (Coco). Wel is er een significant prestatieverschil meetbaar in de cognitieve vaardigheden spatieel werkgeheugen, vastgehouden aandacht en verdeelde aandacht. Een verschil tussen de twee groepen is zeer minimaal en is alleen significant bij de cognitieve vaardigheid spatieel werkgeheugen. Bij deze vaardigheid doet de minder sportieve groep het iets beter. De sportieve groep lijkt beter te presteren qua selectieve aandacht, maar dit komt niet significant naar voren in de resultaten.

Literatuurlijst

- Colcombe, S., Kramer, A., Erickson, K., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N., et al. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity and aging. *PNAS*, 3316-3321.
- Curlik, D., & Shors, T. (2013). Training your brain: Do mental and physical (MAP) training enhance cognition through the process of neurogenesis in the hippocampus? *Neuropharmacology*, 506-514.
- Dye, M., Green, C., & Bavelier, D. (2009). Increasing Speed of Processing With Action Video Games. *NIH Public Access, Author Manuscript*, 1-9.
- Hötting, K., & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, NBR 1757 1–14.
- Komulainen, P., Kivipelto, M., Lakka, T., Savonen, K., Hassinen, M., Kiviniemi, V., et al. (2010). Exercise, fitness and cognition – A randomised controlled trial in older individuals: The DR's EXTRA study. *European Geriatric Medicine*, 266-272.
- Kramer, A., Bherer, L., Colcombe, S., Dong, W., & Greenough, W. (2004). Environmental Influences on Cognitive and Brain Plasticity During Aging. *MEDICAL SCIENCES*, 940-957.
- Liu-Ambrose, T., & Donaldson, M. (2009). Exercise and cognition in older adults: is there a role for resistance training programmes? *Sports Med*, 25-27.
- Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., Hashizume, H., Akitsuki, Y., Shigemune, Y., et al. (2012). Brain Training Game Improves Executive Functions and Processing Speed in the Elderly: A Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE*, e29676, 1-9.
- Smith, G., Housen, P., Yaffe, K., Ruff, R., Kennison, R., Mahncke, H., et al. (2009). A Cognitive Training Program Based on Principles of Brain Plasticity: Results from the Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training (IMPACT) Study. *JAGS*, 594-603.
- Stroth, S., Reinhardt, R., Thöne, J., Hille, K., Schneider, M., Härtel, S., et al. (2010). Impact of aerobic exercise training on cognitive functions and affect associated to the COMT polymorphism in young adults. *Neurobiology of Learning and Memory*, 364-372.
- www.rijksoverheid.nl. (2012). *cbs.nisb.nl*. Opgeroepen op December 2012, van cbs.nl: <http://cbs.nisb.nl/30minuten/page/209/fitnorm>

Bijlagen

Bijlage A: Projectplan Spelenderwijs

Bijlage B: Meetinstrumenten projectplan Spelenderwijs

Bijlage C: Tabellen en grafieken

Bijlage D: Evaluatieformulier

Bijlage A: Projectplan Spelenderwijs

Spelenderwijs

versie 4-10-2012

Gamen in neuropsychologische revalidatie na CVA **Projectplan**

Projectgroep

Drs. A.J. de Kloet, projectleider

T: 06-53560553 / E: a.j.dekloet@hhs.nl

De Haagse Hogeschool
Johanna Westerdijkplein 75
2521 EN Den Haag

Dr. T.P.M. Vliet Vlieland, methodoloog

T: 070-3593593/06-51835529 / E: t.p.m.vliet_vlieland@lumc.nl

Sophia Revalidatie
Vrederustlaan 180
2543 SW 'S-GRAVENHAGE

Dr. M.A.M. Berger, onderzoekscoördinator

T: 06-19406765 / E: m.a.m.berger@hhs.nl

De Haagse Hogeschool
Laan van Poot 363
2566 DA Den Haag

M.Wentink, uitvoerend onderzoeker

Drs. I. Verhoeven, assistent onderzoeker, kenniskring lectoraat Revalidatie

K.van Haastrecht, assistent onderzoeker, kenniskring lectoraat Revalidatie

M.Jacobs, assistent onderzoeker, Rijnlands Revalidatiecentrum Leiden

Dr. G.P.H. Band, universitair hoofddocent Cognitieve Psychologie Univ Leiden

Drs. B. Mulder, lector Informatie, Technologie en Samenleving, De Haagse Hogeschool

Begeleidingscommissie

R.Ahmad,

vertegenwoordiger Cerebraal

Dr. P.H. Goossens, revalidatiearts Rijnlands Revalidatiecentrum Leiden

Drs.A.ter Steeg, revalidatiearts Sophia Revalidatie

Drs.H.Arwert, revalidatiearts Sophia Revalidatie

Drs. N.van Kempen, beleidsmedewerker Revalidatiefonds

Ir. R. van Nies, beleidsmedewerker Hersenstichting Nederland

Drs.E. Groet, klinisch neuropsycholoog/klinisch psycholoog Heliomare

Dr. J. Hardy, Ph.D Psychology, R&D Lumos Lab San Francisco

Drs. J.Meesters, bewegingswetenschapper en onderzoeker LUMC en Sophia Revalidatie

Drs. N.J. van Drie, gz-psycholoog Sophia Revalidatie

Inleiding

Spelenderwijs betekent: 'met gemak, ongemerkt, gaandeweg'. Een belangrijk gedeelte van levenslang leren en ontwikkelen vindt impliciet plaats, veelal 'spelenderwijs'.

De gevolgen van een CVA (Cerebro Vasculair Accident, een hersenbloeding of herseninfarct) kunnen divers zijn: sensorisch, motorisch, cognitief, communicatief, sociaal, emotioneel en gedragsmatig.

De impact van de gevolgen is afhankelijk van de aard en de ernst van het letsel, maar zeker ook van premorbide kenmerken, persoonlijkheid en sociale en omgevingsfactoren. Vaak leiden de gevolgen tot een onomkeerbare breuk in hun ontwikkelingslijn en verminderd participeren ervaren, moeten eerder geleerde en beheerste vaardigheden opnieuw of anders leren. Een fysiek, cognitief en emotioneel belastend proces, waarin motivatie en zelfvertrouwen vaak zwaar op de proef worden gesteld. Dit wordt mede veroorzaakt door de intensiteit van vaak langdurig, herhaald en saai oefenen en de scheve verhouding tussen investering en resultaat. Juist motivatie, intensief/gedoseerd/gevarieerd/functioneel oefenen en feedback zijn sterk bepalend voor de therapietrouw aan en het effect van een interventie in de revalidatie. Ook blijven deze 'leervoorwaarden' belangrijk in de chronische fase voor behoud van een optimaal niveau van functies, activiteiten en participatie.

Toepassing van gamen in de revalidatie van mensen met een CVA kan er toe leiden dat de bovenstaande vraag met 'ja' kan worden beantwoord. Gamen appelleert spelenderwijs aan meerdere modaliteiten tegelijk, (bv visueel, tactiel, auditief), verschillende functies (bv visuele informatieverwerking, aandacht en geheugen) worden simultaan geoefend. Een goede game houdt de aandacht en motivatie langer vast door een visueel rijke en afwisselende omgeving, geeft direct feedback en is adaptief (tempo, dosering, niveau), waardoor intensiever oefenen gestimuleerd wordt. Gamen maakt oefenen in de thuisomgeving mogelijk met het voordeel van zelfmanagement: eigen regie en controle over wanneer, waar, hoe lang, wat en met wie geoefend wordt.

Projectbeschrijving

Doelstelling project

Een game-aanbod gericht op verbeteren van het cognitief functioneren *selecteren, toepasbaar maken* en het potentiële *effect hiervan bepalen* bij mensen met cognitieve problemen na een CVA, gebruik makend van al beschikbare games.

Onderzoek

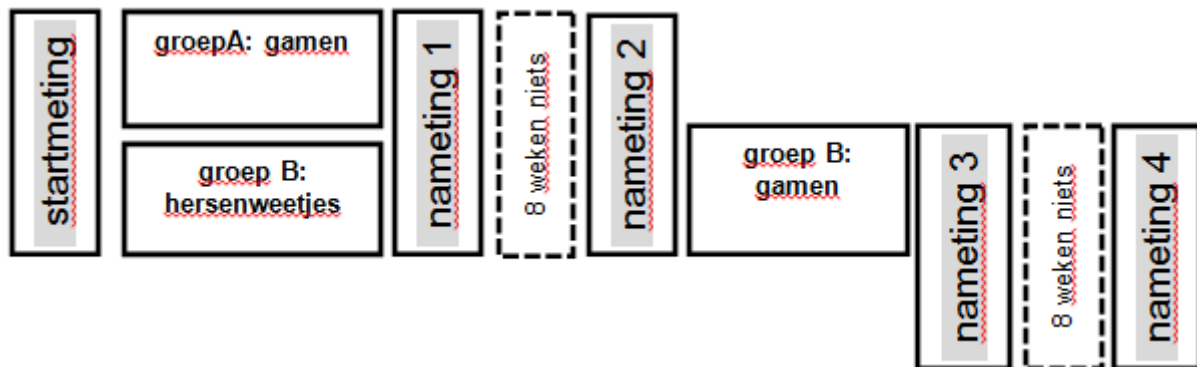
Randomised Clinical Trial (RCT) waarin het effect van een interventie, gebruik makend van commercieel verkrijgbare computergames, wordt vergeleken met een interventie die niet gericht is op het verbeteren van het cognitief functioneren bij patiënten die last hebben van cognitieve klachten na een CVA.

Deelnemers

120 patiënten met de diagnose CVA, 12-36 maanden geleden ontstaan, in de leeftijd van 45-75 jaar.

Planning

In schema ziet het project er zo uit:



Interventie

Via een voor dit project ontworpen website krijgt de deelnemer middels een login code toegang tot een set games van Lumosity. De interventie bestaat uit gamen (zie bijlage 1 voor overzicht games naar cognitief domein).

De toewijzing van de games gebeurt automatisch, op basis van antwoorden op vragenlijst 1 (ervaren cognitieve problemen). Het betreft 4 vragen per cognitief domein (aandacht, geheugen, tempo, flexibiliteit en probleemoplossend vermogen), die van de site van Lumosity zijn vertaald in het Nederlands en na beantwoording door de onderzoeker op de site worden ingevoerd. Enkele vragen zijn aan de vragenlijst toegevoegd tbv de metingen, de antwoorden op deze vragen bepalen de gametoewijzing niet.

De deelnemer krijgt elke dag een aanbod van 3-4 games, dit aanbod wordt aangepast op basis van behaalde resultaten. Door te gamen in een persoonlijk account worden gebruik en resultaten exact geregistreerd, de onderzoeker kan zo controleren of de interventie volgens afspraak wordt gevolgd door de deelnemer.

Duur: 8 weken, 3-4 games per dag, 5 dg per week. Dagelijkse sessie van 3-5 games; 2^e sessie op zelfde dag is toegestaan, meer niet.

Controle-interventie

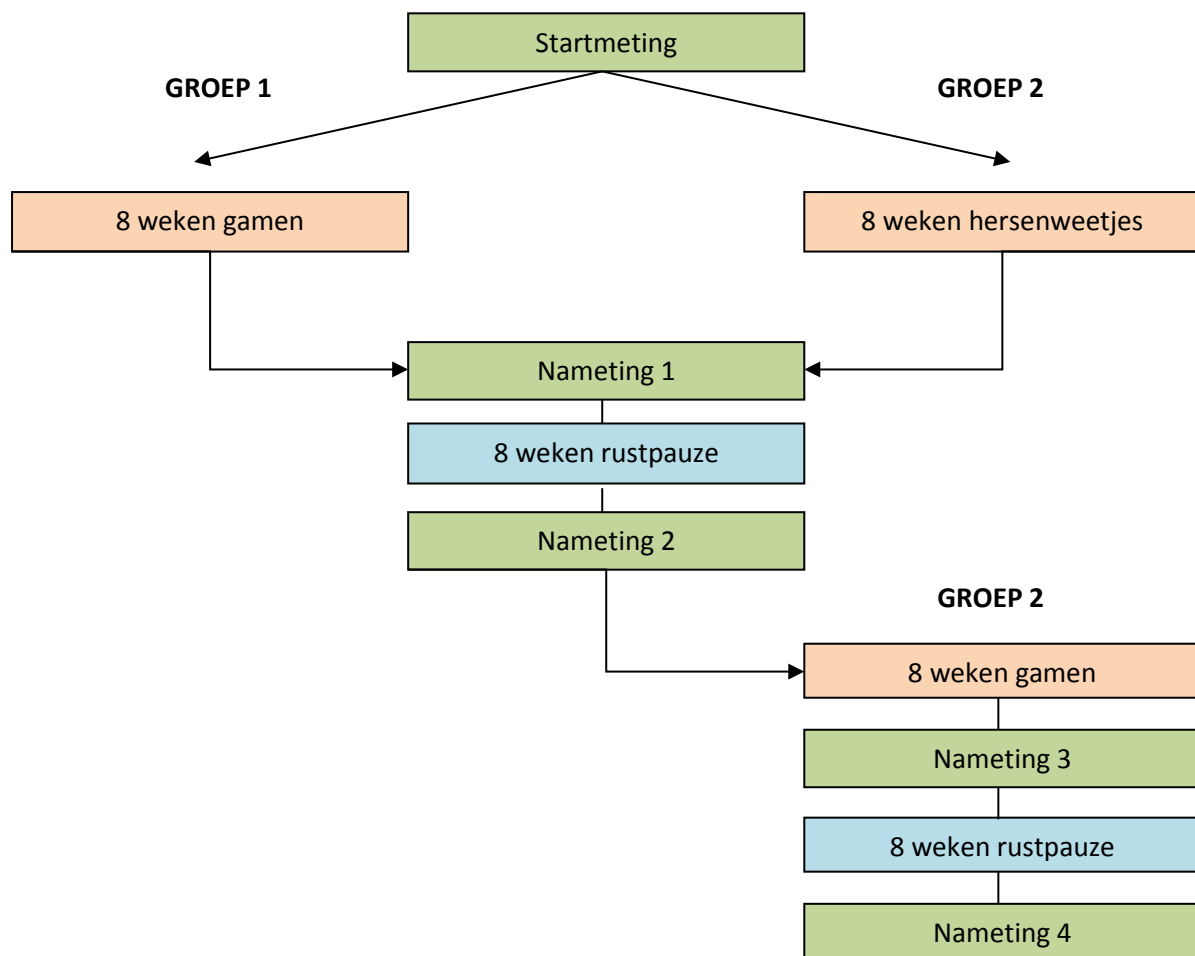
Ook deze patiënten worden na de randomisatie uitgenodigd voor een informatiebijeenkomst. De patiënten in de controle interventie krijgen de eerste 8 weken wekelijks een bericht met een 'hersenweetje', een informatief filmpje met korte tekst. Deze patiënten krijgen echter geen telefoon of e-mail van begeleiders gedurende de eerste periode van 8 weken.

Zij doen mee met de 2^e en 3^e meting na resp. 8 en 16 weken en krijgen vervolgens de interventie aangeboden (niet verplicht). Voor de start van de interventie krijgen zij informatie zoals boven voor de interventiegroep staat aangegeven. De controlegroep zal strategiegerichte ondersteuning volgens protocol krijgen.

Uitkomstmaten

1. score op gevalideerde cognitieve tests
2. score op vragenlijsten cognitieve problemen, self-efficacy en kwaliteit van leven
3. resultaat op een functionele, alledaagse (cognitieve) taak.

Onderzoeksopzet



Bijlage B: Meetinstrumenten projectplan Spelenderwijs

1. Block span test

Werkgeheugen -opslagcapaciteit

Block Span test

Een visuo-spatiele variant op de digit-span test (Wechsler, 1981), een test voor de opslagcapaciteit van het werkgeheugen. In de oorspronkelijke versie konden op vier posities van links naar rechts stimuli van verschillende kleuren worden aangeboden die moesten worden onthouden. Om te voorkomen dat deelnemers een verbale strategie kunnen gebruiken hebben Kessels et al. (2008) een versie ontwikkeld met 4 regels x 4 kolommen, maar zonder kleur. Afhankelijke variabele is het aantal posities dat een deelnemer correct kan onthouden.

Tijdsduur: 5 minuten

Buschkuhl, M., Jaeggi, S.M., Hutchison, S., Perrig-Chiello, P., Dapp, C., Muller, M., Breil, F., Hoppeler, H., and Perrig, W.J. (2008). Impact of working memory training on memory performance in old-old adults. *Psychol Aging* 23, 743-753.

Kessels, R. P. C., E. van den Berg, et al. (2008). "The Backward Span of the Corsi Block-Tapping Task and Its Association With the WAIS-III Digit Span." *Assessment* 15(4): 426-434.

Wechsler, D. (1981). *WAIS-R manual: Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised*. New York: Psychological Corporation.

2. Trail making test

Aandacht -volgehouden

Trail making test (TMT A)

Aandacht -verdeeld

Trail making test (TMT B)

De trail making tests, in twee versies, zijn samen een maat voor (visuele) selectieve aandacht en mentale flexibiliteit. De taak is om een reeks cijfers of letters, die over het scherm verspreid staan, te verbinden door er in de juiste volgorde op te klikken. Bij de TMT-A moet een reeks 1-2-3 ...25 worden verbonden, bij de TMT-B moet een reeks A-1-B-2-C-3 ... Y-25, waarbij dus moet worden afgewisseld tussen letters en getallen. Afhankelijke variabele is de benodigde tijd. Het verschil tussen de tijd benodigd voor TMT-B vs. TMT-A is een maat van mentale flexibiliteit.

Tijdsduur: 5 minuten

Reitan, R.M. & Wolfson, D. (2004). The trail making test as an initial screening procedure for neuropsychological impairment in older children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 281-288.

3. Eriksen flanker test

Aandacht -selectief

Eriksen flanker test

In de flanker taak wordt steeds een groep van vijf pijlen naast elkaar in beeld gebracht en moet worden bepaald in welke richting de middelste pijl wijst. ← ← → ← ← De omliggende pijlen moeten worden genegeerd, en kunnen in dezelfde of tegengestelde richting wijzen (congruent vs. incongruent). Uit de verschillen in reactietijd is af te leiden hoeveel last proefpersonen hebben van irrelevante informatie (interferentie), of omgekeerd, in hoeverre ze deze kunnen onderdrukken (inhibitie) door de aandacht goed te focusen op relevante informatie (selectieve aandacht). Voor deze taak zijn geen normgegevens, maar het interferentie effect is robuust.

Tijdsduur: 10 minuten

Mullane, J.C., Corkum, P.V., Klein, R.M., & McLaughlin, E. (2009). Interference control in children with and without ADHD: a systematic review of Flanker and Simon task performance. *Child Neuropsychology*, 15, 321-342.

Ridderinkhof, K. R., Van der Molen, M. W., Band, G. P. H., & Bashore, T. R. (1997). Sources of interference from irrelevant information: A developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 65(3), 315-341.

4. Digit span

Werkgeheugen -manipulatiecapaciteit

Digit Span

Zelfde als Block Span test.

Tijdsduur: 5 minuten

5. Raven standard progressive matrices

Fluid intelligence

Raven Standard Progressive Matrices (SPM)

Raven SPM is een maat van fluid intelligence of inductief redeneren. Fluid intelligence is het kennis-onafhankelijke deel van intelligentie: perceptuele vaardigheden, visueel ruimtelijk redeneren en andere niet-verbale vaardigheden. Daarom doet de taak geen beroep op taal, maar moet de logica worden herkend in een reeks figuren, waarna een ontbrekend figuur uit 6-8 opties moet worden gekozen. De taak bestaat in de volledige versie uit 60 opdrachten in oplopende moeilijkheid (progressief). Wanneer een voor- versus nameting wordt gebruikt, kan worden volstaan met de 30 even items voor de voormeting en de 30 oneven items voor de nameting (of omgekeerd). De afhankelijke variabele is het aantal correcte items.

Tijdsduur: maximum 7 minuten

Raven, J. (2000). The Raven's progressive matrices: change and stability over culture and time. *Cognitive Psychology*, 41, 1-48.

Bijlage C: Tabellen en grafieken

Independent-samples test beginmeting

Group Statistics

Groep	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
MeanBlock1 Span Fit	11	4,682	1,3280	,4004
Gezellig	14	5,071	1,2381	,3309
MeanTMT1Time Fit	11	46,901	6,5394	1,9717
Gezellig	14	44,796	8,8550	2,3666
MeanFlank1RT Fit	11	490,4831	34,11834	10,28707
Gezellig	14	529,5755	82,89048	22,15341
MeanFlank1ACC Fit	11	96,8245	3,13500	,94524
Gezellig	14	97,2996	1,58095	,42253
MeanDigit1 Span Fit	11	5,909	1,3932	,4201
Gezellig	14	5,714	,8708	,2327
Raven1score Fit	11	49,91	6,472	1,951
Gezellig	14	49,29	5,090	1,360

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
MeanBlock1 Span	Equal variances assumed	,235	,632	-,757	23	,457	-,3896	,5149	-1,4548	,6756
	Equal variances not assumed			-,750	20,845	,462	-,3896	,5194	-1,4704	,6911
MeanTMT1Time	Equal variances assumed	,467	,501	,659	23	,517	2,1045	3,1958	-4,5064	8,7155
	Equal variances not assumed			,683	22,941	,501	2,1045	3,0803	-4,2685	8,4776
MeanFlank1RT	Equal variances assumed	4,072	,055	-1,464	23	,157	-39,09241	26,69460	-94,31441	16,12958
	Equal variances not assumed			-1,600	18,116	,127	-39,09241	24,42534	-90,38467	12,19984
MeanFlank1ACC	Equal variances assumed	3,607	,070	-,494	23	,626	-,47508	,96074	-2,46253	1,51237
	Equal variances not assumed			-,459	13,967	,653	-,47508	1,03538	-2,69624	1,74608
MeanDigit1 Span	Equal variances assumed	2,376	,137	,429	23	,672	,1948	,4545	-,7454	1,1350
	Equal variances not assumed			,406	15,927	,690	,1948	,4802	-,8236	1,2132
Raven1score	Equal variances assumed	1,650	,212	,270	23	,790	,623	2,310	-4,154	5,401
	Equal variances not assumed			,262	18,687	,796	,623	2,379	-4,361	5,608

Independent-samples test eindmeting

Group Statistics

Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
MeanBlock2Span	Fit	11	5,364	1,0269
	Gezellig	14	5,821	,6682
MeanTMT2Time	Fit	11	42,533	9,9824
	Gezellig	14	41,326	12,1151
MeanFlank2RT	Fit	11	476,5076	23,08384
	Gezellig	14	522,8825	83,90649
MeanFlank2ACC	Fit	11	96,2258	2,37723
	Gezellig	14	97,0526	2,12744
MeanDigit2Span	Fit	11	5,864	1,1422
	Gezellig	14	5,857	1,0818
Raven2score	Fit	11	49,91	3,859
	Gezellig	14	47,57	7,613

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
MeanBlock2Span	Equal variances assumed	1,588	,220	-1,348	23	,191	-,4578	,3397	-1,1605	,2449
	Equal variances not assumed			-1,281	16,366	,218	-,4578	,3574	-1,2141	,2985
MeanTMT2Time	Equal variances assumed	,197	,661	,267	23	,792	1,2077	4,5278	-8,1587	10,5742
	Equal variances not assumed			,273	22,923	,787	1,2077	4,4207	-7,9390	10,3544
MeanFlank2RT	Equal variances assumed	6,888	,015	-1,774	23	,089	-46,37488	26,14575	-100,46150	7,71173
	Equal variances not assumed			-1,975	15,439	,066	-46,37488	23,48022	-96,29813	3,54837
MeanFlank2ACC	Equal variances assumed	,011	,918	-,916	23	,369	-,82689	,90231	-2,69346	1,03968
	Equal variances not assumed			-,904	20,347	,377	-,82689	,91490	-2,73324	1,07947
MeanDigit2Span	Equal variances assumed	,024	,879	,015	23	,989	,0065	,4466	-,9174	,9304
	Equal variances not assumed			,014	21,029	,989	,0065	,4497	-,9285	,9415
Raven2score	Equal variances assumed	8,457	,008	,926	23	,364	2,338	2,524	-2,883	7,558
	Equal variances not assumed			,997	20,098	,330	2,338	2,344	-2,550	7,225

Paired-samples test totaal**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	MeanBlock1Span	4,650	40	1,2100	,1913
	MeanBlock2Span	5,263	40	,9805	,1550
Pair 2	MeanTMT1Time	55,187	40	17,7660	2,8090
	MeanTMT2Time	48,300	40	15,6018	2,4669
Pair 3	MeanFlank1RT	548,7260	40	87,25751	13,79662
	MeanFlank2RT	523,5983	40	69,38585	10,97087
Pair 4	MeanFlank1ACC	97,7744	40	2,12143	,33543
	MeanFlank2ACC	97,2379	40	2,12875	,33658
Pair 5	MeanDigit1Span	5,800	40	1,0670	,1687
	MeanDigit2Span	5,800	40	1,1198	,1770
Pair 6	Raven1score	50,33	40	5,903	,933
	Raven2score	48,60	40	6,766	1,070

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	MeanBlock1Span & MeanBlock2Span	40	,436	,005
Pair 2	MeanTMT1Time & MeanTMT2Time	40	,853	,000
Pair 3	MeanFlank1RT & MeanFlank2RT	40	,859	,000
Pair 4	MeanFlank1ACC & MeanFlank2ACC	40	,689	,000
Pair 5	MeanDigit1Span & MeanDigit2Span	40	,749	,000
Pair 6	Raven1score & Raven2score	40	,652	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	MeanBlock1Span - MeanBlock2Span	-,6125	1,1793	,1865	-,9897	-,2353	-3,285	39	,002
Pair 2	MeanTMT1Time - MeanTMT2Time	6,8878	9,2817	1,4676	3,9194	9,8562	4,693	39	,000
Pair 3	MeanFlank1RT - MeanFlank2RT	25,12764	45,06612	7,12558	10,71480	39,54049	3,526	39	,001
Pair 4	MeanFlank1ACC - MeanFlank2ACC	,53652	1,67509	,26486	,00080	1,07224	2,026	39	,050
Pair 5	MeanDigit1Span - MeanDigit2Span	,0000	,7763	,1227	-,2483	,2483	,000	39	1,000
Pair 6	Raven1score - Raven2score	1,725	5,344	,845	,016	3,434	2,041	39	,048

Paired-samples test Coco**Paired Samples Statistics^a**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	MeanBlock1Span	4,233	15	1,0154	,2622
	MeanBlock2Span	4,667	15	,8997	,2323
Pair 2	MeanTMT1Time	70,963	15	18,6368	4,8120
	MeanTMT2Time	59,038	15	16,5019	4,2608
Pair 3	MeanFlank1RT	609,3112	15	83,86734	21,65445
	MeanFlank2RT	558,7996	15	58,50634	15,10627
Pair 4	MeanFlank1ACC	98,9142	15	,93250	,24077
	MeanFlank2ACC	98,1531	15	1,62715	,42013
Pair 5	MeanDigit1Span	5,800	15	1,0316	,2664
	MeanDigit2Span	5,700	15	1,2071	,3117
Pair 6	Raven1score	51,60	15	6,334	1,635
	Raven2score	48,60	15	7,790	2,011

a. Groep = Coco

Paired Samples Correlations^a

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	MeanBlock1Span & MeanBlock2Span	15	,482	,069
Pair 2	MeanTMT1Time & MeanTMT2Time	15	,904	,000
Pair 3	MeanFlank1RT & MeanFlank2RT	15	,777	,001
Pair 4	MeanFlank1ACC & MeanFlank2ACC	15	-,039	,891
Pair 5	MeanDigit1Span & MeanDigit2Span	15	,866	,000
Pair 6	Raven1score & Raven2score	15	,813	,000

a. Groep = Coco

Paired Samples Test^a

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	MeanBlock1Span - MeanBlock2Span	-,4333	,9796	,2529	-,9758	,1091	-1,713	14	,109
Pair 2	MeanTMT1Time - MeanTMT2Time	11,9251	7,9844	2,0616	7,5035	16,3467	5,784	14	,000
Pair 3	MeanFlank1RT - MeanFlank2RT	50,51155	53,20582	13,73768	21,04715	79,97595	3,677	14	,002
Pair 4	MeanFlank1ACC - MeanFlank2ACC	,76112	1,90656	,49227	-,29470	1,81694	1,546	14	,144
Pair 5	MeanDigit1Span - MeanDigit2Span	,1000	,6036	,1558	-,2342	,4342	,642	14	,531
Pair 6	Raven1score - Raven2score	3,000	4,536	1,171	,488	5,512	2,562	14	,023

a. Groep = Coco

Paired-samples test Ggiegl totaal**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	MeanBlock1Span	4,900	25	1,2666	,2533
	MeanBlock2Span	5,620	25	,8573	,1715
Pair 2	MeanTMT1Time	45,722	25	7,8376	1,5675
	MeanTMT2Time	41,857	25	11,0181	2,2036
Pair 3	MeanFlank1RT	512,3749	25	67,81569	13,56314
	MeanFlank2RT	502,4776	25	67,73121	13,54624
Pair 4	MeanFlank1ACC	97,0906	25	2,34668	,46934
	MeanFlank2ACC	96,6888	25	2,23199	,44640
Pair 5	MeanDigit1Span	5,800	25	1,1087	,2217
	MeanDigit2Span	5,860	25	1,0851	,2170
Pair 6	Raven1score	49,56	25	5,620	1,124
	Raven2score	48,60	25	6,245	1,249

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	MeanBlock1Span & MeanBlock2Span	25	,309	,133
Pair 2	MeanTMT1Time & MeanTMT2Time	25	,610	,001
Pair 3	MeanFlank1RT & MeanFlank2RT	25	,891	,000
Pair 4	MeanFlank1ACC & MeanFlank2ACC	25	,773	,000
Pair 5	MeanDigit1Span & MeanDigit2Span	25	,686	,000
Pair 6	Raven1score & Raven2score	25	,538	,005

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	MeanBlock1Span - MeanBlock2Span	-,7200	1,2916	,2583	-1,2532	-,1868	-2,787	24	,010
Pair 2	MeanTMT1Time - MeanTMT2Time	3,8654	8,7995	1,7599	,2331	7,4976	2,196	24	,038
Pair 3	MeanFlank1RT - MeanFlank2RT	9,89730	31,69581	6,33916	-3,18609	22,98069	1,561	24	,132
Pair 4	MeanFlank1ACC - MeanFlank2ACC	,40175	1,54557	,30911	-,23623	1,03973	1,300	24	,206
Pair 5	MeanDigit1Span - MeanDigit2Span	-,0600	,8699	,1740	-,4191	,2991	-,345	24	,733
Pair 6	Raven1score - Raven2score	,960	5,726	1,145	-1,404	3,324	,838	24	,410

Paired-samples test Fit

Paired Samples Statistics^a

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	MeanBlock1Span	4,682	11	1,3280	,4004
	MeanBlock2Span	5,364	11	1,0269	,3096
Pair 2	MeanTMT1Time	46,901	11	6,5394	1,9717
	MeanTMT2Time	42,533	11	9,9824	3,0098
Pair 3	MeanFlank1RT	490,4831	11	34,11834	10,28707
	MeanFlank2RT	476,5076	11	23,08384	6,96004
Pair 4	MeanFlank1ACC	96,8245	11	3,13500	,94524
	MeanFlank2ACC	96,2258	11	2,37723	,71676
Pair 5	MeanDigit1Span	5,909	11	1,3932	,4201
	MeanDigit2Span	5,864	11	1,1422	,3444
Pair 6	Raven1score	49,91	11	6,472	1,951
	Raven2score	49,91	11	3,859	1,163

a. Groep = Fit

Paired Samples Correlations^a

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	MeanBlock1Span & MeanBlock2Span	11	,387	,240
Pair 2	MeanTMT1Time & MeanTMT2Time	11	,592	,055
Pair 3	MeanFlank1RT & MeanFlank2RT	11	,689	,019
Pair 4	MeanFlank1ACC & MeanFlank2ACC	11	,889	,000
Pair 5	MeanDigit1Span & MeanDigit2Span	11	,698	,017
Pair 6	Raven1score & Raven2score	11	,524	,098

a. Groep = Fit

Paired Samples Test^a

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	MeanBlock1Span - MeanBlock2Span	-,6818	1,3280	,4004	-1,5740	,2104	-1,703	10	,119
Pair 2	MeanTMT1Time - MeanTMT2Time	4,3676	8,0683	2,4327	-1,0528	9,7879	1,795	10	,103
Pair 3	MeanFlank1RT - MeanFlank2RT	13,97548	24,72557	7,45504	-2,63538	30,58634	1,875	10	,090
Pair 4	MeanFlank1ACC - MeanFlank2ACC	,59877	1,49120	,44961	-,40304	1,60057	1,332	10	,213
Pair 5	MeanDigit1Span - MeanDigit2Span	,0455	1,0113	,3049	-,6339	,7249	,149	10	,884
Pair 6	Raven1score - Raven2score	,000	5,532	1,668	-3,716	3,716	,000	10	1,000

a. Groep = Fit

Paired-samples test Gezellig**Paired Samples Statistics^a**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	MeanBlock1Span	5,071	14	1,2381	,3309
	MeanBlock2Span	5,821	14	,6682	,1786
Pair 2	MeanTMT1Time	44,796	14	8,8550	2,3666
	MeanTMT2Time	41,326	14	12,1151	3,2379
Pair 3	MeanFlank1RT	529,5755	14	82,89048	22,15341
	MeanFlank2RT	522,8825	14	83,90649	22,42495
Pair 4	MeanFlank1ACC	97,2996	14	1,58095	,42253
	MeanFlank2ACC	97,0526	14	2,12744	,56858
Pair 5	MeanDigit1Span	5,714	14	,8708	,2327
	MeanDigit2Span	5,857	14	1,0818	,2891
Pair 6	Raven1score	49,29	14	5,090	1,360
	Raven2score	47,57	14	7,613	2,035

a. Groep = Gezellig

Paired Samples Correlations^a

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	MeanBlock1Span & MeanBlock2Span	14	,156	,594
Pair 2	MeanTMT1Time & MeanTMT2Time	14	,618	,018
Pair 3	MeanFlank1RT & MeanFlank2RT	14	,902	,000
Pair 4	MeanFlank1ACC & MeanFlank2ACC	14	,652	,012
Pair 5	MeanDigit1Span & MeanDigit2Span	14	,709	,005
Pair 6	Raven1score & Raven2score	14	,623	,017

a. Groep = Gezellig

Paired Samples Test^a

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	MeanBlock1Span - MeanBlock2Span	-,7500	1,3119	,3506	-1,5075	,0075	-2,139	13	,052
Pair 2	MeanTMT1Time - MeanTMT2Time	3,4708	9,6173	2,5703	-2,0821	9,0237	1,350	13	,200
Pair 3	MeanFlank1RT - MeanFlank2RT	6,69301	36,86854	9,85353	-14,59425	27,98027	,679	13	,509
Pair 4	MeanFlank1ACC - MeanFlank2ACC	,24696	1,62508	,43432	-,69134	1,18525	,569	13	,579
Pair 5	MeanDigit1Span - MeanDigit2Span	-,1429	,7703	,2059	-,5876	,3019	-,694	13	,500
Pair 6	Raven1score - Raven2score	1,714	5,967	1,595	-1,731	5,159	1,075	13	,302

a. Groep = Gezellig

Beschrijvende statistiek proefpersonen per groep

Descriptives				Statistic	Std. Error
Groep					
Leeftijd	Coco	Mean		55,33	2,392
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	50,20	
			Upper Bound	60,46	
		5% Trimmed Mean		54,87	
		Median		53,00	
		Variance		85,810	
		Std. Deviation		9,263	
		Minimum		45	
		Maximum		74	
		Range		29	
		Interquartile Range		18	
		Skewness		,577	,580
		Kurtosis		-,726	1,121
	Fit	Mean		21,91	,732
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	20,28	
			Upper Bound	23,54	
		5% Trimmed Mean		21,95	
		Median		23,00	
		Variance		5,891	
		Std. Deviation		2,427	
		Minimum		18	
		Maximum		25	
		Range		7	
		Interquartile Range		5	
		Skewness		-,538	,661
		Kurtosis		-1,392	1,279
	Gezellig	Mean		20,36	,530
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	19,21	
			Upper Bound	21,50	
		5% Trimmed Mean		20,29	
		Median		20,00	
		Variance		3,940	
		Std. Deviation		1,985	
		Minimum		18	
		Maximum		24	
		Range		6	
		Interquartile Range		4	
		Skewness		,522	,597
		Kurtosis		-,840	1,154
Sportiviteit	Coco	Mean		2,13	,350
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1,38	
			Upper Bound	2,88	
		5% Trimmed Mean		2,15	
		Median		2,00	
		Variance		1,838	
		Std. Deviation		1,356	
		Minimum		0	
		Maximum		4	
		Range		4	
		Interquartile Range		2	
		Skewness		-,474	,580
		Kurtosis		-,813	1,121
	Fit	Mean		3,73	,273
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3,12	
			Upper Bound	4,33	
		5% Trimmed Mean		3,64	
		Median		4,00	
		Variance		,818	
		Std. Deviation		,905	
		Minimum		3	
		Maximum		6	
		Range		3	
		Interquartile Range		1	
		Skewness		1,638	,661
		Kurtosis		3,531	1,279
	Gezellig	Mean		1,36	,225
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	,87	
			Upper Bound	1,84	
		5% Trimmed Mean		1,40	
		Median		2,00	
		Variance		,709	
		Std. Deviation		,842	
		Minimum		0	
		Maximum		2	
		Range		2	
		Interquartile Range		1	
		Skewness		-,829	,597
		Kurtosis		-1,017	1,154

Beschrijvende statistiek proefpersonen totaal

Descriptives

			Statistic	Std. Error
Leeftijd	Mean		33,90	2,814
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	28,21	
		Upper Bound	39,59	
	5% Trimmed Mean		32,75	
	Median		23,00	
	Variance		316,708	
	Std. Deviation		17,796	
	Minimum		18	
	Maximum		74	
	Range		56	
	Interquartile Range		30	
	Skewness		,826	,374
	Kurtosis		-,870	,733
Sportiviteit	Mean		2,30	,224
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1,85	
		Upper Bound	2,75	
	5% Trimmed Mean		2,28	
	Median		2,00	
	Variance		2,010	
	Std. Deviation		1,418	
	Minimum		0	
	Maximum		6	
	Range		6	
	Interquartile Range		2	
	Skewness		,060	,374
	Kurtosis		-,080	,733

Bijlage D: Evaluatieformulier Coco & Ggiegl

Evaluatieformulier afstudeeronderzoek Mansveld

U heeft in de afgelopen periode meegedaan aan het afstudeeronderzoek gericht op cognitieve verbetering door middel van computerspellen. Dank voor uw deelname. Hieronder een aantal vragen en ruimte voor opmerkingen over het onderzoek.

1. Heeft u eerder meegedaan aan een dergelijk onderzoek?

2. Vond u het leuk om deel te nemen aan dit onderzoek?

3. Wat is de reden dat u besloot om mee te doen aan het onderzoek?

4. Had u meer of minder begeleiding willen hebben?

5. Wat vond u van de algemene duur van het onderzoek?

6. Wat vond u van de eisen van het onderzoek (de gevraagde toewijding)?

7. Wat vond u van de site van Lumosity?

8. Wat vond u van de spellen van Lumosity in algemene zin?

9. Wat waren uw favoriete spellen?

10. Wat waren uw minst favoriete spellen?

11. Heeft u het idee dat u baat heeft gehad bij het spelen van de spellen van Lumosity?

12. Wat vond u van de spellen bij de begin- en eindmeting?

Heeft u verder nog op- of aanmerkingen op dit onderzoek?
