



Fysieke inspanning in een klascontext bij adolescenten voor meer leerwinst en welzijn

CogiTraining: lichamelijke beweging en fysieke (inter)actie voor leerwinst

“Lichamelijke activiteit zorgt voor het behoud van een gezonde levensstijl, maar ook voor het behoud van de gezondheid van de hersenen.”

“CogiTraining heeft een effect op het werkgeheugen bij adolescenten”

“Door CogiTraining verbeteren de sociale relaties bij adolescenten”

“De toepassing van CogiTraining leidt tot effecten op leerresultaten”

Cöl Umare
De Smet Els
Everaert Lindsay
Prenen Lara

Promotor

Prof. Dr. Kris Janssens

Co-promotor

Prof. Dr. Hannelore Bové

Masterproef verkort traject
Educatieve Master
Gezondheidswetenschappen
Academiejaar 2020-2021

Proloog

Deze masterproef situeert zich binnen het onderzoeksdomein van de educatieve studies. Wanneer er wordt gekeken naar het huidig onderwijssysteem is het opvallend dat er diverse onderwijsvormen gehanteerd worden. Enerzijds het passief lesgeven waarbij de leerkracht doceert, anderzijds lesgeefvormen waarbij de leerkracht een coachende rol vervult en de leerlingen actief en interactief betrokken worden tijdens de les. Deze laatste onderwijsvorm, het activerend onderwijs, kent een merkelijke opmars in de huidige onderwijsvisies. In lijn hiermee heeft onderzoek bij lagereschoolkinderen aangetoond dat *embodied cognition*, dit is de samenwerking tussen de hersenen en het lichaam, een gunstig effect heeft op executieve functies, welzijn en leerresultaten bij lerenden. Deze huidige studie onderzoekt gelijkaardige aspecten binnen de adolescentie. Op deze manier wordt meer inzicht verworven in vernieuwde didactische principes die het leerproces bij jongeren ten goede kunnen komen. Belangstelling voor dit onderzoek zal zeer divers zijn, waaronder leerkrachten, toekomstige leerkrachten, directie, ouders en/of leerlingen.

Huidig onderzoek werd uitgevoerd door vier studenten van de Educatieve Master in de Gezondheidswetenschappen te Universiteit Hasselt, zijnde: Umare Cöl, Els De Smet, Lindsay Everaert en Lara Prenen. Huidig onderzoek stond onder supervisie van promotor Prof. dr. Kris Janssens en co-promotor Prof. dr. Hannelore Bové.

De onderzoekers willen hun promotor en co-promotor bedanken voor hun raad, adviezen en suggesties om dit onderzoek te vervolledigen. Daarnaast willen de onderzoekers de directrice Daisy Merlo, leerkrachten en leerlingen (en hun ouders) van het GO! Atheneum Campus van Eyck te Maaseik uitvoerig bedanken voor hun bereidwilligheid en participatie aan dit onderzoek.

De heer Frank Kerkhofs willen de onderzoekers bedanken voor zijn positieve en sportieve insteek bij het opbouwen van de trainingsschema's. Bijkomend willen de onderzoekers de heer Michel Bruyninckx en de heer Paul Beloy bedanken voor het gebruik van de *SenseBallen* alsook hun vakinhoudelijke input.

Als laatste willen de onderzoekers mevrouw Wendy Schouteden bedanken voor de coördinatie en het geven van richtlijnen omtrent de masterproef alsook de communicatiedienst van de Universiteit Hasselt voor de voorziening van een kleine attentie voor de betrokken leerkrachten en leerlingen. De familie en vrienden van de onderzoekers worden ter harte bedankt voor hun aanmoediging en steun.

Dit onderzoek werd geschreven door:
Umare Cöl
Els De Smet
Lindsay Everaert
Lara Prenen

Geschreven te Hasselt, België op 1 juni 2021.

Inhoudsopgave

PROLOOG	3
1 ABSTRACT	7
2 INLEIDING	8
2.1 <i>EMBODIED COGNITION</i> EN EXECUTIEVE FUNCTIES	9
2.2 <i>EMBODIED COGNITION</i> EN WELZIJN	9
2.3 <i>EMBODIED COGNITION</i> EN LEERRESULTATEN	11
2.4 HUIDIG ONDERZOEK	12
3 MATERIALEN EN METHODE	13
3.1 ZOEKPLAN LITERATUURONDERZOEK	13
3.1.1 <i>Onderzoeksvragen</i>	13
3.1.2 <i>PICO</i>	13
3.1.3 <i>Inclusie- en exclusiecriteria</i>	13
3.1.4 <i>Beschrijving onderzoeksstrategie</i>	13
3.1.5 <i>PRISMA statement</i>	14
3.2 STUDIEPOPULATIE	15
3.3 OPZET	15
3.3.1 <i>Interventie</i>	15
3.3.2 <i>Nul- en eindpuntsmeting</i>	15
3.3.3 <i>Leerresultaten</i>	16
3.3.4 <i>Executieve functies</i>	16
3.3.5 <i>Welzijn</i>	18
3.3.6 <i>Body mass index (BMI)</i>	18
3.4 STATISTISCHE ANALYSE	18
3.4.1 <i>Executieve functie testen</i>	18
3.4.2 <i>Welzijn</i>	18
3.4.3 <i>Leerresultaten</i>	19
4 RESULTATEN	20
4.1 INVLOED VAN COGITRAINING OP EXECUTIEVE FUNCTIES	20
4.2 INVLOED VAN COGITRAINING OP WELZIJN	26
4.3 INVLOED VAN COGITRAINING OP LEERRESULTATEN	31
5 DISCUSSIE	35
5.1 BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN HUIDIGE STUDIE	35
5.2 INVLOED VAN COGITRAINING OP EXECUTIEVE FUNCTIES, WELZIJN EN LEERRESULTATEN	35
5.3 STERKTES EN ZWAKTES HUIDIGE STUDIE	36
5.4 TOEKOMSTIG ONDERZOEK	38

5.5	CONCLUSIE	38
6	REFERENTIELIJST.....	39
7	BIJLAGE	41
7.1	BIJLAGE 1: TRAININGSSCHEMA COGITRAINING	41
7.2	BIJLAGE 2: OBSERVATIEFORMULIER	41
7.3	BIJLAGE 3: VRAGENLIJST WELBEVINDEN VAN DE VLAAMSE OVERHEID [36].....	42
7.4	BIJLAGE 4: BESCHRIJVING VAN HET CREATIEF EINDPRODUCT	44
7.5	BIJLAGE 5: INTERVIEWS	44
7.5.1	<i>Interview leerlingen.....</i>	44
7.5.2	<i>Interview leerkrachten.....</i>	45
7.6	BIJLAGE 6: TRAININGSSCHEMA.....	46

1 Abstract

Achtergrond: Voorgaand onderzoek toonde reeds het positieve effect van *embodied cognition*, d.w.z. de samenwerking tussen de hersenen en het lichaam, aan bij lagereschoolkinderen. Binnen onderzoeken rond *embodied cognition* wordt de nadruk gelegd op fysieke activiteit waarin positieve fysiologische effecten worden aangetoond. Ook heeft fysieke activiteit een gunstig effect op executieve functies bij lagereschoolkinderen. Dit is een subset aan doelgerichte processen in onze hersenen die ervoor zorgen dat gedrag bewust gestuurd kan worden. Binnen deze doelgroep werden ook al positieve effecten gevonden van *embodied cognition* op vlak van welzijn en leerresultaten. Het doel van het huidige onderzoek is nagaan of *embodied cognition* een positieve invloed heeft op executieve functies, welzijn en leerresultaten bij adolescenten én dit in een klascontext.

Methode: Het onderzoek was een samenwerking tussen de Universiteit Hasselt en het GO! Atheneum Van Eyck campus Maaseik. *Embodied cognition* werd in de huidige studie uitgewerkt in de vorm van CogiTraining waarbij de leerlingen in de interventiegroep (4^{de} middelbaar; n = 16) cognitieve en motorische oefeningen uitvoerden met een *SenseBall* gedurende vijf weken. De controlegroep (4^{de} middelbaar; n = 26) volgde de lessen zonder fysieke activiteit in klasverband. Voor en na de interventieperiode werden in beide groepen ICT-testen afgenomen om de executieve functies en welzijnsscores van de leerlingen te bepalen. Ook de impact van de interventie op de leerresultaten van de vakken biologie, Frans en aardrijkskunde werd nagegaan.

Resultaten: Na de CogiTraining werden effecten gevonden op vlak van executieve functies, welzijn en leerresultaten binnen de interventiegroep. Voor de executieve functies werd er een respectievelijk effect van 49,3%; 45,3% en 42,1% bekomen tussen de gemiddelde reactietijd voor en na de interventieperiode in de interventiegroep bij de reading span test (P = 0,002), de operational span test (P = 0,002) en de mixed span test (P = 0,007). Voor het welzijn werd er een respectievelijk effect bekomen van 83,7%; 47,9% en 47,1% van de gemiddelde welzijnsscore op vlak van tevredenheid (P < 0,0001), sociale relaties (P = 0,002) en pedagogisch klimaat (P = 0,002) voor en na de interventieperiode in de interventiegroep. Bovendien was de gemiddelde welzijnsscore van sociale relaties hoger in de interventiegroep t.o.v. de controlegroep na de interventieperiode (P = 0,049). Tot slot, had de CogiTraining ook een effect op de gemiddelde scores van biologie (P = 0,005, effectgrootte = 39,5%) en Frans (P = 0,043, effectgrootte = 22,2%). Hiernaast werd er ook een significant effect gevonden tussen het aantal trainingen en de scores op aardrijkskunde (P = 0,004, effectgrootte = 67,4%).

Conclusie: Het huidig onderzoek concludeert dat er een positief effect is van CogiTraining in een klascontext bij adolescenten op vlak van het werkgeheugen, tevredenheid, sociale relaties, pedagogisch klimaat en leerresultaten. Bijkomend onderzoek, in meerdere scholen met meerdere leerlingen tussen de leeftijd van 12 tot 18 jaar, is vereist om de positieve impact van CogiTraining verder te onderzoeken.

Belangrijkste keywords: CogiTraining, *embodied cognition*, executieve functies, welzijn, leerresultaten.

2 Inleiding

Lichamelijke activiteit is gekoppeld aan cognitieve prestaties, hersenstructuur en hersenfuncties. Het eerste bewijs voor de directe effecten van lichaamsbeweging op de hersenen wordt verkregen uit onderzoek bij dieren. Lichaamsbeweging bij knaagdieren lokt een cascade van neurologische veranderingen uit in de hippocampus die geassocieerd worden met versterking van het geheugen [1]. Op basis van talrijke experimenten bij dieren concludeert men dat lichamelijke activiteit in de vroege levensjaren leidt tot optimalisatie van hersennetwerken betrokken bij het geheugen en de creatie van een reserve aan voorlopercellen die een invloed hebben op het leervermogen van het individu gedurende het hele leven [2]. Daarnaast hebben talrijke onderzoeken bij volwassen mensen ook aangetoond dat routinematige lichaamsbewegingen specifieke hersenstructuren en -functies veranderen [3]. Dit effect treedt vooral op bij oefeningen die veel executieve functies vereisen. Dit zijn een subset van doelgerichte processen in onze hersenen die ervoor zorgen dat men gedrag bewust kan sturen [4]. Deze controlefuncties bevinden zich voornamelijk in de prefrontale cortex. Drie onderling samenhangende maar goed te onderscheiden executieve functies zijn inhibitie, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit. Met responsinhibitie doelt men op zelfbeheersing: het kunnen weerstaan van verleiding en impulsiviteit in handelingen. Daarnaast verwijst het werkgeheugen naar het behoud van informatie in de hersenen, en de mentale verwerking ervan. Hiermee wordt bedoeld dat er met informatie gewerkt wordt die zintuiglijk niet meer aanwezig is. Tot slot is de cognitieve flexibiliteit, ook wel mentale flexibiliteit genoemd, nauw verbonden met creativiteit. Het gaat over het flexibel aanpassen aan nieuwe eisen, regels of prioriteiten, die zich voordoen bij veranderende perspectieven of een naderend probleem [5].

In de executieve functies-hypothese stelde Kopp (2012) voor dat lichamelijke activiteit de potentie heeft om vascularisatie en neurale groei te induceren en om synaptische transmissie te veranderen zodanig dat het denken, de besluitvorming en het gedrag aangepast wordt in hersengebieden betrokken bij executieve functies [6]. Meer recent werd deze hypothese onderzocht bij kinderen. Hieruit bleek dat executieve functies cruciaal zijn voor hun adaptief gedrag. Executieve functies vormen hierbij de basis van leren en cognitie en worden geassocieerd met leerresultaten [5].

Het menselijk brein lost problemen op met behulp van het sensomotorisch systeem, bestaande uit sensorische input, perceptuele verwerking en spiercontrole. Wanneer cognitie geplaatst wordt in een sensorimotorische context spreekt men van *embodied cognition* [7]. Dit model beaamt dat lichaam en hersenen samenwerken [8]. Lichamelijke activiteit zorgt dus niet enkel voor het behoud van een gezonde levensstijl, maar ook voor het behoud van de gezondheid van de hersenen. Het gaat veroudering gerelateerd aan cognitieve processen tegen. Dit kan verklaard worden door het feit dat lichamelijke activiteit zorgt voor een verhoogde aanmaak van enkele neurotransmitters, vezels in de hersenen, alsook nieuwe neuronen [9]. Onderzoek bij kinderen en jongeren heeft aangetoond dat 9-jarigen gemiddeld nog drie uur per dag lichamelijke activiteiten voltooien, terwijl dit voor 15-jarigen gemiddeld maar 40 minuten per dag is. De aanbeveling voor deze leeftijdsgroep ligt nochtans op minimum 60 minuten per dag [9]. Concluderend kan men stellen dat *embodied cognition* zijn vruchten lijkt af te werpen bij jonge kinderen alsook dat adolescenten onder gemiddeld presteren op vlak van lichamelijke activiteit.

Men spreekt van *embodied cognition* wanneer er activiteiten worden uitgevoerd waarbij de cognitieve processen in directe relatie staan met het fysieke lichaam. Er is bijgevolg een onafscheidelijke interactie tussen de hersenen, het lichaam en de wereld [10-12]. Toegespitst op de onderwijscontext spreekt men van een studiemethode waarin zowel de zintuigen als ledematen gestimuleerd worden om de cognitieve vaardigheden te verbeteren [12]. De impact van *embodied cognition* op executieve functies, welzijn en leerresultaten wordt onderzocht in onderstaande literatuurreview.

2.1 *Embodied cognition* en executieve functies

De eerste pijler in deze literatuurreview gaat de impact van *embodied cognition* op executieve functies na. De manier waarop men *embodied cognition* wil bereiken, kan erg uiteenlopend zijn. Onderzoek van Kosmas et al. (2018) heeft de effecten van *embodied cognition* onderzocht bij kinderen met speciale noden binnen het reguliere onderwijs door middel van Microsoft Kinect-gebaseerde educatieve spellen [13]. In lijn met dit onderzoek vond ook een andere studie significante resultaten op vlak van executieve functies - coderen, begrijpen en terugroepen van informatie - na Kinect-gebaseerde oefeningen in vergelijking met een controlegroep [14]. Na één maand werd een significante verbetering van de concentratie alsook inhibitie van impulsiviteit waargenomen in de interventiegroep. Echter werd er net geen significant verschil vastgesteld voor de volgehouden visuele aandachtstest (sustained visual attention test). Wellicht is dit te verklaren door de geringe steekproefgrootte en korte interventieperiode [15].

Vervolgens voerde Barenberg's et al. (2011) onderzoek uit naar de relatie tussen de verbetering van de executieve functies en de duur van de interventieperiode. Uit deze review blijkt er een verschil tussen korte termijn interventies - waar men een voordeel ziet op vlak van inhibitietaken - en lange termijn interventies - waar er een voordeel wordt gezien op vlak van executief functioneren in het algemeen [16].

Daarnaast toont onderzoek bij kleuters een significante verbetering van de executieve functies (vrije herinneringstest en gecuede herinneringstest) onmiddellijk en zes weken na de interventieperiode. Deze kleuters hebben tijdens de wetenschapsles wetenschappelijke kennis *embodied* door middel van lichamelijke activiteit. Bijkomend werd geconcludeerd dat *embodied cognition* betere resultaten oplevert op vlak van executieve functies dan enkel lichamelijke activiteit [17]. Een ander onderzoek bij kleuters uitgevoerd door Mavilidi et al. (2018) maakte gebruik van vier verschillende groepen. Groep 1 kreeg *embodied cognition*, groep 2 kreeg niet-geïntegreerde lichamelijke activiteit, groep 3 observeerde de geïntegreerde lichamelijke activiteit en groep 4 was de controlegroep. De kinderen in groep 1 voerden lichamelijke activiteiten uit (bv. lopen en stappen op genummerde blokken) terwijl ze cognitieve activiteiten leerden. De kinderen in groep 2 voerden dezelfde cognitieve taak uit, maar voerden de lichamelijke activiteit apart uit (bv. eerst tellen en dan lopen). In de derde groep zaten de kinderen passief op een stoel en keken ze naar de uitvoering van hun medeleerlingen van groep 1. Er kon worden geconcludeerd dat de leerlingen die *embodied cognition* uitvoeren, beter presteren op vlak van executieve functies dan de andere drie groepen [18].

Men concludeert dat al deze verbeteringen op vlak van executieve functies een fysiologische verklaring aan de grondslag hebben. Als gevolg van lichamelijke activiteit treden er fysiologische veranderingen op zoals verhoogde cerebrale bloedstroom en verhoogde zuurstoftoevoer naar de hersendelen die verantwoordelijk zijn voor leren en geheugen [19]. Naast deze fysiologische veranderingen, heeft *embodied cognition* een significant effect op vlak van leerresultaten in een onderwijscontext (zie 2.3).

2.2 *Embodied cognition* en welzijn

Een tweede pijler gaat de impact na van *embodied cognition* op welzijn. *Embodied cognition* heeft een positieve invloed op de fysieke en mentale gezondheid bij volwassenen aangezien het leidt tot een afname van sedentair gedrag.

Zo zijn hogeschoolstudenten die hun cognitieve taken uitvoeren m.b.v. een fietsbureau meer gemotiveerd en ontwikkelen ze een verbeterde mentale veerkracht in vergelijking met hogeschoolstudenten die hun cognitieve taken uitvoeren m.b.v. een werkstation met een traditionele stoel en bureau. Deze positieve invloeden worden verkregen ongeacht het feit dat het cognitief vermogen constant bleef [20]. Bijkomend stelt men in een ander onderzoek vast dat een korte aerobe oefening van tien minuten, tijdens de wiskundelessen in het lager onderwijs, zal zorgen voor een aangename leservaring bij leerlingen in vergelijking met leerlingen die geen activiteit uitvoeren [21].

Bijkomend onderzoek van Toumpaniari et al. (2015) toont aan dat peuters met een leeftijd van vier jaar enthousiaster waren in de les waarbij ze nieuwe woorden in een vreemde taal leerden a.d.h.v. *embodied cognition* onder de vorm van taak-gerelateerde lichamelijke activiteiten en/of gebaren in vergelijking met een controlegroep. De auteurs beschrijven hierbij dat deze positieve ingesteldheid een verklaring kan zijn op het beter presteren in leeractiviteiten zoals het terugroepen van informatie a.d.h.v. aanwijzingen. Deze nieuwe leerstijl stimuleerde de peuters om meer inspanning te tonen in het leren [22].

Volgens Barsalou (2020) hebben motivatie en emoties, meer bepaald het sentiment, een invloed op het cognitief gedrag op basis van de 'The Situated Action Cycle'. Dit is een lineaire cyclus waarbij verschillende waarden, normen en gevoelens een invloed kunnen hebben op de beweging en het gewenste resultaat [23]. Als de motivatie hoog of sterk genoeg is, worden acties ingeschakeld zoals openlijke lichamelijke bewegingen en cognitieve processen. Barsalou (2020) beweert ook dat niet enkel beweging zelf, maar ook de vitale lichaamssystemen een belangrijke rol spelen in *embodied cognition* en bijgevolg ook de cognitieve functie [23]. Net zoals de Romeinse dichter Juvenal citeert in zijn werk: "Mens sana in corpore sano" (een gezonde geest in een gezond lichaam), is een gezond lichaam onafscheidelijk gerelateerd aan een gezonde geest [22].

Positieve emoties zoals blijdschap en genot zijn vermoedelijk geassocieerd met een stijging in approach motivatie; een begrip dat gebruikt wordt waarbij men naar een persoonlijk doel toe gestimuleerd wordt [24]. Indien deze positieve emoties geassocieerd worden met een bepaald doel, neemt de motivatie toe om dat specifieke doel te bereiken [25]. Op deze manier zorgt de voorbereiding van participanten voor een bepaald doel, zoals wandelen, geassocieerd met een positieve emotie, dat de motivatie stijgt om dit doel te bereiken [24]. Daarnaast toont men eveneens aan dat positieve emoties meer invloed zouden hebben op de approach motivatie indien deze geïnitieerd worden vóór de training [25].

Hiernaast wordt miming, het gebruik van gebaren en bewegingen zonder woorden, ook beschouwd als een vorm van *embodied cognition*. In een studie van Dickson en Stephens (2015) hebben studenten in hun tweede jaar biomedische wetenschappen gebruik gemaakt van miming tijdens een anatomieles met het onderwerp 'craniale zenuwen'. Tijdens deze les kreeg elke craniale zenuw een bepaalde mime o.a. de hypoglossale zenuw werd aangeleerd via het gebaar 'tong uitsteken' omdat het als functie de belangrijke tongspieren omvat. Uit de resultaten bleek dat de leerlingen het miming hoorcollege veel interessanter en interactiever vonden. Hierdoor steeg hun motivatie, nieuwsgierigheid, amusement en collegialiteit [26]. Echter, moet er nog verder in detail onderzocht worden of deze motivatie een significant effect zou kunnen hebben op de mentale gezondheid.

Binnen het gebied van mentale gezondheid en *embodied cognition*, speelt de mind-body therapie (MBT) ook een belangrijke rol. Men toont namelijk aan dat MBT's, zoals bijvoorbeeld yoga, Tai Chi en Qigong, zorgen voor een verlaging in mentale stress en symptomen van angst, alsook een verbetering in veerkracht en humeur [27].

Kort samengevat heeft *embodied cognition* een positieve invloed op de mentale veerkracht, motivatie en interactiviteit. Deze factoren kunnen elk op hun beurt ook een positieve invloed hebben op de mentale gezondheid. Echter is er verder onderzoek nodig om deze directe link te bevestigen.

2.3 *Embodied cognition* en leerresultaten

Een derde en laatste pijler, gaat de impact van *embodied cognition* op leerresultaten na. In het verleden werden lichaam en geest in het onderwijs beschouwd als twee aparte entiteiten [28]. In het heden heeft men deze visie bijgesteld. Men ziet deze wisselwerking als een belangrijke bijdrage tot succesvol leren. Studies uit de neurowetenschappen en de psychologie tonen dit ook aan [29].

Cognitieve vaardigheden zijn cruciaal voor leerresultaten en ontwikkeling van de kindertijd tot aan de adolescentie. De neuroplasticiteit, ook wel de veranderingen in de hersenen genoemd, kunnen op een positieve en negatieve manier beïnvloed worden, respectievelijk door te leren en te verbeteren of door te vergeten of een verslaving [30]. Daarnaast heeft lichamelijke activiteit een positieve invloed op de fysieke en mentale gezondheid, alsook neuroplasticiteit. Lichamelijke activiteit verhoogt namelijk de neurogenese en angiogenese, versterkt het metabolisme van het centraal zenuwstelsel en het verhoogt de beschikbaarheid van een aantal groeifactoren. Al deze factoren spelen een rol bij het onderhouden van de structurele en functionele plasticiteit van de hersenen, dat onlosmakelijk verbonden is met leren en geheugen [31, 32]. Diverse studies vergelijken verschillen in type en in frequentie van lichamelijke activiteit met elkaar, maar includeren geen controlegroep zonder lichamelijke activiteit. Op deze manier worden er conclusies getrokken over het effect van aanpassingen in lichamelijke activiteit op cognitieve en academische vaardigheden, maar niet over het effect van lichamelijke activiteit zelf op deze vaardigheden [33].

McClelland et al. (2014) onderzocht het effect van lichamelijke activiteit in klascontext bij 7-13-jarigen. De onderzoekers includeerden een controlegroep waarbij geen lichamelijke activiteit werd geïntroduceerd. De leerlingen in de interventiegroep hebben korte videofragmenten bekeken met duidelijk verbale, muzikale en visuele instructies om verschillende bewegingen uit te voeren. De moeilijkheidsgraad werd opgebouwd gedurende de interventieperiode van twaalf weken met als doel de gerichte aandacht en executieve functies te verbeteren. De leerresultaten, gemeten als percentage van leerlingen dat slaagde voor het nationale examen van Engels en wiskunde, waren significant beter bij de deelnemende leerlingen t.o.v. de controlegroep. De grootste impact wordt waargenomen bij leerlingen die voor de interventieperiode onder het 20^e percentiel scoorden. Leerlingen die hogere resultaten hadden, bereikten een kleinere, maar nog steeds significante verbetering in hun academische resultaten na de interventieperiode [8]. In een gerandomiseerde gecontroleerde setting werd het effect van lichamelijke activiteit tijdens de les wiskunde op de academische prestatie onderzocht bij 7-jarigen. De vaardigheden voor wiskunde werden beoordeeld m.b.v. een gestandaardiseerde wiskunde test, die speciaal ontworpen was voor deze leeftijdsgroep. Leerlingen in de interventie- en controlegroep kregen wekelijks zes uur wiskunde. In de interventiegroep werd er tijdens elk lesuur een kwartier aan lichamelijke activiteit in klascontext besteed gedurende een periode van negen maanden. Na de interventieperiode was het resultaat voor wiskunde met 17,5% significant toegenomen in de controlegroep en met 24,7% in de interventiegroep. Er wordt geen significant verschil waargenomen in executieve functies en body-mass-index (BMI) [34]. Mullender-Wijnsma et al. (2019) onderzocht of een twee jaar durende lichamelijke activiteit tijdens de lessen wiskunde en taal een blijvend effect zou hebben op de leerresultaten bij 8-jarigen [35]. Tijdens de interventieperiode scoorden leerlingen die deelnamen aan het project "fit en vaardig op school" significant beter op rekenen en spelling in vergelijking met de controlegroep. Er wordt geen effect gevonden in het niveau van lezen. Een half jaar nadat de lichamelijke activiteit beëindigd was, werd er een blijvend significant verschil aangetoond voor wiskunde, maar niet meer voor spelling [35].

2.4 Huidig onderzoek

Vanuit de literatuur zijn er reeds veel gunstige effecten gepubliceerd met een sterke link tussen *embodied cognition* en verbetering van executieve functies en leerresultaten, voornamelijk bij kleuters en lagereschoolkinderen. Daarnaast heeft *embodied cognition* ook een invloed op de mentale gezondheid. Echter, is er nog verder onderzoek vereist om de specifieke effecten van *embodied cognition* te onderzoeken op vlak van executieve functies, welzijn en leerresultaten binnen een klascontext bij adolescenten. Binnen deze context is er nog onvoldoende onderzoek verricht en het huidig onderzoek tracht deze aspecten verder te onderzoeken. Hiervoor werd er samengewerkt met de secundaire school het GO! Atheneum Van Eyck campus Maaseik. Er werd gedurende zes weken een interventie, namelijk een vorm van *embodied cognition*, vooropgesteld waarbij de leerlingen verdeeld werden in een controle- en interventiegroep. De onderzoekers hebben een driedelige hypothese opgesteld. Er werd verwacht dat de executieve functies, het welzijn en de leerresultaten van de leerlingen in de interventiegroep verbeterden als gevolg van de interventie. Huidig onderzoek is van maatschappelijk belang aangezien het meer inzichten geeft in de cognitieve processen die verwickeld zijn met het leerproces bij adolescenten.

3 Materialen en methode

3.1 Zoekplan literatuuronderzoek

3.1.1 Onderzoeksvragen

Er werden drie onderzoeksvragen opgesteld, namelijk:

- Op welke manier beïnvloedt CogiTraining de executieve functies bij adolescenten in een klascontext?
- Op welke manier beïnvloedt CogiTraining het welzijn bij adolescenten in een klascontext?
- Op welke manier beïnvloedt CogiTraining de leerresultaten bij adolescenten in een klascontext?

3.1.2 PICO

Tabel 1: PICO-model voor de onderzoeksvragen.

	Executieve functies	Welzijn	Leerresultaten
Participanten (participants)	Adolescenten	Adolescenten	Adolescenten
Interventie (intervention)	CogiTraining	CogiTraining	CogiTraining
Controle (control)	Geen CogiTraining	Geen CogiTraining	Geen CogiTraining
Uitkomst (outcome)	Executieve functies	Welzijn	Leerresultaten

3.1.3 Inclusie- en exclusiecriteria

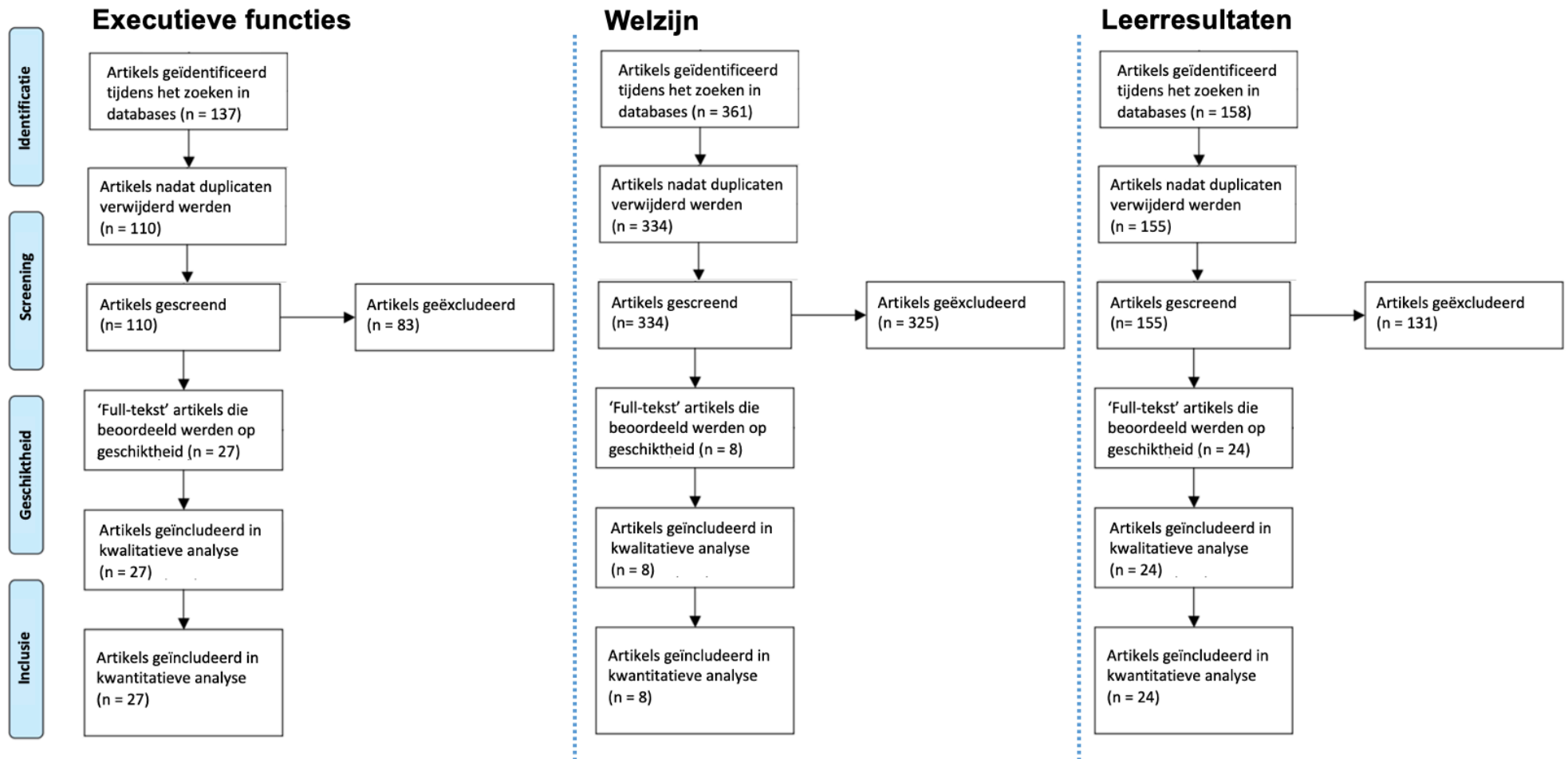
De inclusiecriteria zijn 1) Nederlandstalige en Engelstalige literatuur en 2) mensen. De exclusiecriteria zijn publicatiedata ouder dan 10 jaar.

3.1.4 Beschrijving onderzoeksstrategie

Tabel 2: Onderzoeksstrategie voor de onderzoeksvragen.

	Executieve functies	Welzijn	Leerresultaten
Zoektermen	embodied cognition AND executive functions	embodied cognition AND mental health	embodied cognition AND academic achievement
Pubmed	32 artikels	83 artikels	3 artikels
Web of Science	55 artikels	31 artikels	15 artikels
Universiteitsbibliotheek Hasselt	77 artikels	248 artikels	140 artikels
Onderzoeksdatum	26/11/2020	13/02/2021	09/02/2021

3.1.5 PRISMA statement



Figuur 1: PRISMA statement voor de onderzoeksvragen.

3.2 Studiepopulatie

Het huidige onderzoek werd uitgevoerd bij leerlingen van het vierde middelbaar van het GO! Secundair onderwijs Campus van Eyck te Maaseik (België). De studie werd uitgevoerd volgens de richtlijnen, vastgelegd in de Verklaring van Helsinki en werd goedgekeurd door het Comité voor Medische Ethiek UHasselt. Ouders van minderjarige leerlingen gaven een geïnformeerde schriftelijke toestemming vooraleer hun kind geïncorporeerd werd in de huidige studie.

3.3 Opzet

Huidig onderzoek werd uitgevoerd onder vorm van een Pilot-studie; kleinschalig onderzoek om na te gaan of de hypothese kan worden verwezenlijkt. Indien dit het geval is, kan huidig onderzoek worden uitgevoerd op grotere schaal.

De interventiegroep bestond uit 16 leerlingen van het vierde middelbaar Latijn en Wetenschappen. De controlegroep bestond uit 26 leerlingen van het vierde middelbaar Economie en Humane Wetenschappen. De ouders en hun kinderen wisten niet tot welke groep hun kind zou behoren op het moment van het geven van geïnformeerde schriftelijke toestemming. 93% van de ouders gaven toestemming voor deelname aan de studie.

De indeling van interventie- en controlegroep, werd later uitgevoerd door de directrice in samenspraak met de deelnemende leerkrachten. De initiële opzet was om de volgende gegevens van zowel de interventie- als controlegroep te verzamelen: naam, leeftijd, geslacht, gewicht, lengte, socio-economische status en leerresultaten. De gegevens werden geanonimiseerd door de onderzoekers.

3.3.1 Interventie

Voor de start van de interventieperiode werd er een oefensessie voorzien voor de interventiegroep om correct de *SenseBall* te leren hanteren, zonder inoefenen van leerstof.

De initiële opzet was om de CogiTraining gedurende zes weken uit te voeren in een klascontext. Omwille van de Covid-19-maatregelen werd halftijds afstandsonderwijs gegeven waarbij de leerlingen om de dag op school waren. De leerlingen van de interventiegroep kregen wekelijks 50 minuten CogiTraining tijdens de les lichamelijke opvoeding of de ICT-les. Deze trainingen werden gegeven door de onderzoekers. Gedurende deze 50 minuten, werden ritmische oefeningen met de *SenseBall* gecombineerd met het luidop inoefenen van de leerstof van de vakken Frans, biologie en aardrijkskunde. De onderzoekers documenteerden de afwezigheden en data van trainingen. Er werd een score gegeven voor de inzet van de leerlingen op basis van een Likert-schaal.

Naast de training van 50 minuten vond er iedere week een korte CogiTraining plaats van 10 minuten tijdens de les Frans, biologie of aardrijkskunde door de desbetreffende leerkracht. Elke leerkracht werd opgeleid door de onderzoekers om de CogiTraining te geven. De leerkrachten noteerden het tijdstip van hun trainingen, afwezigheden van leerlingen en score voor inzet op basis van Likert-schaal in een schema. Tijdens de CogiTraining werd de moeilijkheidsgraad gradueel opgebouwd, zodat elke leerling steeds uitgedaagd werd om zijn/haar brein maximaal uit te dagen. De onderzoekers hadden een trainingsschema, bestaande uit acht reeksen, opgesteld onder leiding van een jeugdtrainer voetbal die jarenlange ervaring genoot van CogiTraining (zie bijlage 6). Er werd een Youtube videotraining gemaakt door de onderzoekers (https://youtu.be/x_kN7aV6a7q) die de leerkrachten en leerlingen konden raadplegen.

In de controlegroep werd er geen CogiTraining gegeven en kregen de leerlingen les volgens de authentieke manier.

3.3.2 Nul- en eindpuntsmeting

De studie werd uitgevoerd gedurende negen weken op school. Gedurende de eerste week, werden nulmetingen uitgevoerd bij de interventie- en controlegroep. De executieve functies van de leerlingen werden gescoord aan de hand van vijf gevalideerde testen: stop-signaal test, attention network test,

reading span test, operation span test en mixed span test (zie 3.3.4). Vervolgens vulden de leerlingen een gevalideerde welzijnstest in (zie 3.3.5).

Gedurende week twee werd er overgeschakeld op voltijds afstandsonderwijs als gevolg van de verstrengde Covid-19-maatregelen. Na week drie startte de interventieperiode en werd opnieuw overgegaan tot halftijds afstandsonderwijs. Aan het einde van de interventieperiode (week negen) werden de testen van de executieve functies en de welzijnstest opnieuw afgenomen bij zowel de interventie- als controlegroep (figuur 2).



Figuur 2: Visualisatie van de studieperiode.

3.3.3 Leerresultaten

Zowel van de controle- als van de interventiegroep werden de leerresultaten van biologie, Frans en aardrijkskunde, behaald gedurende de negen weken van de studieperiode, geïncludeerd als resultaten voor de start van de interventie. De individuele leerresultaten werden, via de berekening van een gemiddelde, herleid naar een punt op tien per vak. Het aantal afgelegde toetsen voor de desbetreffende vakken, staat weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Aantal afgelegde toetsen voor de vakken biologie, Frans en aardrijkskunde in de controlegroep en interventiegroep.

	Controlegroep (n = 26)		Interventiegroep (n = 16)			
	Voor interventie	Na interventie	Voor interventie		Na interventie	
Studierichting	Economie-Humane wetenschappen		Latijn	Wetenschappen	Latijn	Wetenschappen
Biologie	1	2	1	2	2	1
Frans	4	1	6		3	
Aardrijkskunde	1	1	1		1	

3.3.4 Executieve functies

De leerlingen van de controle- en interventiegroep vulden aan het begin en aan het einde van de interventieperiode vijf testen digitaal in om hun executieve functies te scoren onder het toezien van de onderzoekers. Ook gaven de onderzoekers aan het begin van elke test een korte uitleg. Na elke test werd de data anoniem opgeslagen door een onderzoeker. Hierdoor had elke leerling enkele minuten pauze tussen de testen door. Op deze manier trachtten de onderzoekers demotivatie te voorkomen. De leerlingen mochten, tijdens en tussen de testen door, niet met elkaar praten.

3.3.4.1 Stop-signaal test

De stop-signaal test werd uitgevoerd om een indicatie te verkrijgen van de responsinhibitie en impulscontrole van de leerlingen. Tijdens de 'go-taak' (75% van de test) moesten de leerlingen zo snel mogelijk correct drukken op de linker- of rechter pijltjestoets als reactie op de overeenkomstig weergegeven pijlrichting op het scherm. Tijdens de 'stop-signaaltaak' (25% van de test) kleurde de pijl rood na een variabele vertraging, wat impliceert dat de leerlingen niet op de overeenkomstige pijltjestoets mochten drukken (figuur 3). Deze test duurde in totaal vijf minuten en bestond uit één oefenronde en vier experimentele rondes.



Figuur 3: Visualisatie van de stop-signaal test.

3.3.4.2 Attention network test

Om een indicatie te verkrijgen van de alertheid en aandacht bij de leerlingen, werd de attention network test (ANT) uitgevoerd. Op het beeldscherm werden vijf pijlen getoond. De leerlingen moesten zo snel mogelijk met de rechter- of linker pijltjestoets de overeenkomstige richting van de middelste pijl aanduiden. Om te vermijden dat ze met hun ogen continu heen en weer zouden kijken, moesten ze focussen op een kruisje dat op het beeldscherm verscheen. Af en toe verschenen er sterretjes op het beeldscherm. Deze verschenen exact 30 milliseconden voor de pijlen. Als er maar één ster verscheen net boven of onder het kruis, gaf dit de locatie aan van de pijlen die 30 milliseconden later verschenen (figuur 4). Deze test duurde in totaal vijf minuten en bestond uit één oefenronde en één uitgebreide experimentele ronde.



Figuur 4: Visualisatie van de attention network test.

3.3.4.3 Attention span test

De attention span test (AST) is een verzameling van de reading, de operation en de mixed span test. Deze testen geven een indicatie van de tijd dat leerlingen zich kunnen focussen op een taak en een indicatie van het werkgeheugen van de leerlingen. Bij de reading en mixed span test moesten de leerlingen (twee tot zes) zinnen beoordelen op geloofwaardigheid; bij de operation span test moesten ze (twee tot zes) rekensommen beoordelen. Vervolgens moesten ze respectievelijk woorden, letters of cijfers onthouden na iedere zin of rekensom, dewelke ze later moesten heroproepen. Elke test bestond uit vijftien reeksen waarvan de reactietijd (RT) en het aantal correcte antwoorden van elke reeks berekend werd (figuur 5). Deze test duurde in totaal 30 minuten en bestond uit één uitgebreide experimentele ronde zonder oefenronde.

Andy werd aangehouden door de politie, omdat hij door een gele hemel was gereden.



$$(6 \div 3) + 2 = 7$$



Figuur 5: Visualisatie van de reading span, mixed span en operational span test.

3.3.5 Welzijn

Er werd gebruikt gemaakt van de gevalideerde vragenlijst van de onderwijsinspectie om te peilen naar het welbevinden van leerlingen (zie bijlage 3) [36]. De vragenlijst werd via Google Forms aan de leerlingen aangeboden.

3.3.6 Body mass index (BMI)

De BMI werd berekend als lichaamsgewicht (kg) gedeeld door lengte in het kwadraat (m^2). De lengte van de leerlingen werd gemeten zonder schoenen, gebruikmakend van een meetlint. Het gewicht werd gemeten zonder schoenen, gebruikmakend van een personenweegschaal.

3.4 Statistische analyse

Alle statistische analyses werden uitgevoerd in RStudio v1.2.1335. Associaties met een P-waarde $<0,05$ werden als statistisch significant beschouwd. De executieve functie testen werden afgenomen op de computers van de desbetreffende school. Voorafgaand werden de testen, en de browser Firefox, door de onderzoekers geïnstalleerd op de computers. Na afronding van de testen hebben de onderzoekers onmiddellijk de data geanonimiseerd, opgeslagen op een USB-stick en verwijderd van de computers van de school. Na afronding van alle testen werden de geanonimiseerde data eveneens opgeslagen op een Google Drive account van de Universiteit Hasselt. Dit Google Drive account werd enkel gedeeld tussen onderzoekers en hoofdonderzoekers van de studie. Tabel 4 t.e.m. 11 geven weer welke informatie specifiek werd geëxtraheerd uit de datasets.

3.4.1 Executieve functie testen

De gegevens van de stop-signaaltest, ANT- en AST-testen werden log-getransformeerd om normaliteit te bekomen. Normaliteit werd nagegaan via de Shapiro-Wilk test ($P < 0,05$). Voor de stop-signaaltest, ANT- en AST-testen werd een tweezijdige gepaarde t-test uitgevoerd als basismodel om de associatie van gemiddelde RT, juiste antwoorden en foute antwoorden na te gaan binnen de **controlegroep** ($n = 13$) en **interventiegroep** ($n = 15$) *voor en na interventieperiode*. Dezelfde associaties werden nagegaan met een ANCOVA-model met integratie van een covariaat en onafhankelijke variabelen. Onafhankelijke variabelen die getest werden zijn geslacht, BMI, aantal trainingen en interventie (al dan niet trainingen gehad). De covariaat is de gemiddelde RT voor de interventieperiode. De assumpties van het ANCOVA-model werden voldaan (normaliteit, gelijke variantie, onafhankelijke observaties en lineariteit tussen de covariaten met de gemiddelde RT na interventie. Aan homogeniteit werd niet voldaan). Om de nulhypothese te testen, werd de post-hoc analyse met Bonferroni-correctie uitgevoerd rekening houdend met de onafhankelijke variabelen en/of covariaten die resulteren uit de ANCOVA analyse. Het significantie level na Bonferroni-correctie, bedroeg $\alpha/\text{aantal vergelijkingen}$.

Een ongepaarde t-test werd toegepast om de associatie na te gaan van de gemiddelde RT, juiste antwoorden en foute antwoorden tussen de **controlegroep en interventiegroep** *voor of na de interventieperiode*.

3.4.2 Welzijn

De gegevens van de testen van welbevinden werden log-getransformeerd om normaliteit te bekomen. Normaliteit werd nagegaan via de Shapiro-Wilk test ($P < 0,05$). Een tweezijdige gepaarde t-test werd uitgevoerd als basismodel om de associatie van de welzijnsscores, voor alle vijf clusters afzonderlijk, na te gaan binnen de **controlegroep** ($n = 13$) of **interventiegroep** ($n = 15$) *voor en na interventieperiode*. Dezelfde associaties werden nagegaan met een ANCOVA-model met integratie van een covariaat en onafhankelijke variabelen. Onafhankelijke variabelen die getest werden zijn geslacht, BMI, aantal trainingen en interventie (al dan niet trainingen gehad). De covariaat die de onderzoekers in rekening brachten, was de gemiddelde welzijnsscore voor de interventieperiode. De assumpties van het ANCOVA-model werden voldaan (normaliteit, gelijke variantie, onafhankelijke observaties en lineariteit tussen de covariaten met de gemiddelde welzijnsscores na interventie. Aan homogeniteit werd niet voldaan). Om de nulhypothese te testen, werd de post-hoc analyse met

Bonferroni-correctie uitgevoerd, rekening houdend met de onafhankelijke variabelen en/of covariaten die resulteren uit de ANCOVA analyse. Het significantie level na Bonferroni-correctie, bedroeg α /aantal vergelijkingen.

Een ongepaarde t-test werd toegepast om de associatie na te gaan van de gemiddelde welzijnsscores, voor alle vijf clusters afzonderlijk, tussen de **controlegroep en interventiegroep voor- of na de interventieperiode**.

3.4.3 Leerresultaten

De gegevens van de leerresultaten werden log-getransformeerd om normaliteit te bekomen. Normaliteit werd nagegaan via de Shapiro-Wilk test ($P < 0,05$). Om de leerresultaten te toetsen werd een tweezijdige gepaarde t-test uitgevoerd als basismodel om de associatie van de leerresultaten van biologie, aardrijkskunde of Frans na te gaan binnen de **controlegroep** ($n = 26$) of **interventiegroep** ($n = 16$) *voor en na interventieperiode*. Dezelfde associaties werden nagegaan met een ANCOVA-model met integratie van covariaten en onafhankelijke variabelen. Onafhankelijke variabelen die getest werden zijn geslacht, BMI, aantal trainingen en interventie (al dan niet trainingen gehad). De covariaat die de onderzoekers in rekening brachten, was de leerresultaten voor de interventieperiode. De assumpties van het ANCOVA-model werden voldaan (normaliteit, gelijke variantie, onafhankelijke observaties en lineairiteit tussen de covariaten met de gemiddelde scores van de leerresultaten na interventie. Aan homogeniteit werd niet voldaan). Om de nulhypothese te testen, werd de post-hoc analyse met Bonferroni-correctie uitgevoerd rekening houdend met de onafhankelijke variabelen en/of covariaten die resulteren uit de ANCOVA analyse. Het significantie level na Bonferroni-correctie, bedroeg α /aantal vergelijkingen.

Een ongepaarde t-test werd toegepast om de associatie na te gaan van de gemiddelde scores van de leerresultaten voor de vakken biologie, Frans en aardrijkskunde tussen de **controlegroep en interventiegroep voor of na de interventieperiode**.

4 Resultaten

Voor de executieve functies en de testen welbevinden werden voor de controle- en interventiegroep respectievelijk 13 en 15 leerlingen geïnccludeerd (tabel 4). Enkele leerlingen waren niet aanwezig op dag van de test-afname o.w.v. quarantaine door de geldende Covid-19-maatregelen. Voor de leerresultaten werden voor de controle- en interventiegroep respectievelijk 26 en 16 leerlingen geïnccludeerd (tabel 5).

Tabel 4: Kenmerken van de deelnemers aan de executieve functies en welzijnsscore.

	Controlegroep (n = 13)	Interventiegroep (n = 15)
Geslacht, n jongens (%)	4 (30,769)	11 (73,333)
BMI, gemiddeld in kg/m ² (SD)	21,306 ± 2,399	21,610 ± 2,788
Aantal trainingen	0	8 ± 0,743

De resultaten worden beschreven als gemiddelde ± standaarddeviatie.
n = aantal leerlingen.

Tabel 5: Kenmerken van de deelnemers aan de leerresultaten.

	Controlegroep (n = 26)	Interventiegroep (n = 16)
Geslacht, n jongens (%)	8 (30,769)	11 (68,750)
BMI, gemiddeld in kg/m ² (SD)	21,346 ± 2,310	21,935 ± 2,990
Aantal trainingen	0	8 ± 0,727

De resultaten worden beschreven als gemiddelde ± standaarddeviatie.
n = aantal leerlingen.

4.1 Invloed van CogiTraining op executieve functies

Om de hypothese te testen dat de gemiddelde RT van de executieve functies bij de interventiegroep, na het uitvoeren van de interventie, lager lag dan bij de controlegroep, werd een ongepaarde t-test uitgevoerd. Geen significante resultaten werden bekomen (tabel 6).

Daarnaast werd de hypothese getoetst die stelt dat de gemiddelde RT, na het krijgen van de interventie, lager lag dan voor de interventieperiode in de interventiegroep. Hiervoor werd een gepaarde t-test uitgevoerd. Er werden significante resultaten bekomen, maar deze waren geen meerwaarde voor het onderzoek aangezien ze werden waargenomen in de controlegroep (tabel 6).

Tabel 6: Vergelijking RT, juiste- en foute antwoorden van de executieve functies voor en na de interventieperiode in de interventie -en controlegroep.

Stop-signaal test			
Gepaarde tweezijdige T-test			
Vergelijking tussen:			
*Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Gemiddelde RT juiste antwoorden	Gemiddelde RT foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,787 (-0,056; 0,073)	0,254 (-0,027; 0,093)	0,513 (-0,049; 0,093)
Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Gemiddelde RT juiste antwoorden	Gemiddelde RT foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,995 (-0,079; 0,079)	0,703 (-0,087; 0,061)	0,667 (-0,097; 0,065)
Ongepaarde tweezijdige T-test			
Vergelijking tussen:			
I en C voor IP	Gemiddelde RT	Gemiddelde RT juiste antwoorden	Gemiddelde RT foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,997 (-0,084; 0,084)	0,381 (-0,056; 0,147)	0,361 (-0,052; 0,131)
I en C na IP	Gemiddelde RT	Gemiddelde RT juiste antwoorden	Gemiddelde RT foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,820 (-0,084; 0,067)	0,896 (-0,107; 0,122)	0,893 (-0,113; 0,099)
ANT test			
Gepaarde tweezijdige T-test			
Vergelijking tussen:			
Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,683 (-0,023; 0,034)	0,555 (-0,010; 0,018)	0,468 (-0,418; 0,202)
Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,959 (-0,041; 0,039)	0,393 (-0,030; 0,071)	0,420 (-0,626; 0,281)
Ongepaarde tweezijdige T-test			
Vergelijking tussen:			
I en C voor IP	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,172 (-0,074; 0,014)	0,874 (-0,014; 0,016)	0,217 (-0,474; 0,119)
I en C na IP	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden

P-waarde (CI)	0,055 (-0,074; 0,0008)	0,369 (-0,022; 0,057)	0,505 (-0,403; 0,206)
----------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------

Reading span web test

Gepaarde tweezijdige T-test

Vergelijking tussen:

Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,057 (-0,001; 0,081)	0,451 (-0,020; 0,042)	0,772 (-0,171; 0,130)
Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,277 (-0,028; 0,091)	0,603 (-0,056; 0,034)	0,067 (-0,006; 0,157)

Ongepaarde tweezijdige T-test

Vergelijking tussen:

I en C voor IP	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,284 (-0,037; 0,121)	0,164 (-0,024; 0,136)	0,097 (-0,329; 0,029)
I en C na IP	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,370 (-0,042; 0,110)	0,415 (-0,050; 0,117)	0,758 (-0,259; 0,190)

Operational span web test

Gepaarde tweezijdige T-test

Vergelijking tussen:

Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,609 (-0,051; 0,031)	0,719 (-0,015; 0,022)	0,562 (-0,149; 0,260)
Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	< 0,0001 (0,074; 0,166)	0,348 (-0,057; 0,022)	0,905 (-0,222; 0,198)

Ongepaarde tweezijdige T-test

Vergelijking tussen:

I en C voor IP	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,001 (-0,210; -0,059)	0,111 (-0,011; 0,103)	0,317 (-0,553; 0,187)
I en C na IP	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,890 (-0,076; 0,066)	0,252 (-0,019; 0,069)	0,089 (-0,637; 0,048)

Mixed span web test**Gepaarde tweezijdige T-test****Vergelijking
tussen:**

Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,231 (-0,083; 0,022)	0,233 (-0,010; 0,037)	0,200 (-0,399; 0,094)
Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,033 (0,004; 0,081)	0,947 (-0,036; 0,038)	0,951 (-0,265; 0,250)

Ongepaarde tweezijdige T-test**Vergelijking
tussen:**

I en C voor IP	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,435 (-0,092; 0,041)	0,058 (-0,001; 0,079)	0,164 (-0,548; 0,098)
I en C na IP	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde (CI)	0,158 (-0,020; 0,115)	0,253 (-0,020; 0,073)	0,495 (-0,362; 0,180)

C = controlegroep; I = interventiegroep, IP = interventieperiode, CI = betrouwbaarheidsinterval. P-waarde < 0,05 is statistisch significant.

Desondanks er geen significante resultaten uit de gepaarde t-test kwamen, werden mogelijke hoofdeffecten en interactie-effecten nagaan binnen de interventie- of controlegroep door een ANCOVA-model op te bouwen. Het standaardmodel toont geen significante effecten (tabel 7). Als onafhankelijke variabele werd geslacht geïncorporeerd in het finale model aangezien voorgaand onderzoek heeft aangetoond dat geslacht in relationeel verband kan worden gebracht met executieve functies. Als covariaat werd gekozen voor de gemiddelde RT voor interventie om het effect van deze variabele na te gaan op de gemiddelde RT na de interventie (tabel 7).

Tabel 7: Standaard en finaal model voor executieve functies a.d.h.v. ANCOVA.

Standaardmodel (SM)

Covariaat: gemiddelde RT voor interventieperiode

Geteste onafhankelijke variabelen: BMI, geslacht, trainingen en interventie

	P-waarde	F-waarde	Effectgrootte
Gemiddelde RT voor interventieperiode	0,066	3,938	0,208
Geslacht	0,157	2,215	0,129
BMI	0,391	0,780	0,049
Trainingen	0,057	4,245	0,221
Interventie	0,058	4,204	0,219
Geslacht*BMI	0,865	0,030	0,002
Geslacht*trainingen	0,662	0,199	0,013
Geslacht*interventie	0,743	0,112	0,007

BMI*trainingen	0,877	0,025	0,002
BMI*interventie	0,953	0,004	0,0002
Trainingen*interventie	NA	NA	NA
Geslacht*BMI*trainingen	NA	NA	NA
Geslacht*trainingen*interventie	NA	NA	NA
Geslacht*BMI*interventie	NA	NA	NA
BMI*trainingen*interventie	NA	NA	NA
Geslacht*BMI*trainingen*interventie	NA	NA	NA

Finaal model:

Covariaat: gemiddelde RT voor interventieperiode

Onafhankelijke variabele: geslacht

Er werd een effect gevonden tussen de gemiddelde RT voor en na de interventieperiode in de interventiegroep bij de reading span test ($P = 0,002$, F-waarde = 14,613, effectgrootte = 49,3%), de operational span test ($P = 0,002$, F-waarde = 13,232, effectgrootte = 45,3%) en de mixed span test ($P = 0,007$, F-waarde = 10,159, effectgrootte = 42,1%). Alle drie de testen gaan het effect na op vlak van werkgeheugen (tabel 8).

Tabel 8: Significante uitkomstmaten ANCOVA-model voor executieve functies.

Covariaat: gemiddelde RT voor interventieperiode Onafhankelijke variabelen: geslacht			
Effect tussen	P-waarde	F-waarde	Effectgrootte
Gemiddelde RT reading span voor en na interventie	0,002	14,613	0,493
Gemiddelde RT voor interventieperiode operational span voor en na interventie	0,002	13,232	0,453
Gemiddelde RT voor interventieperiode mixed span voor en na interventie	0,007	10,159	0,421

Terwijl het ANCOVA-model de effecten bestudeerde, werd een post-hoc analyse uitgevoerd om na te gaan of er een effectief significant verschil werd waargenomen binnen de interventie- of controlegroep voor en na interventieperiode. Hiervoor werd gecorrigeerd voor de onafhankelijke variabele geslacht en covariaat 'gemiddelde RT voor de interventieperiode'. Er werd gecorrigeerd voor multiple testing waarbij alpha werd gedeeld door het aantal testen ($P\text{-waarde} < 0,05/2 < 0,025$). Er werd geen verschil gevonden tussen CogiTraining en de executieve functies op vlak van impulscontrole, aandacht en werkgeheugen (tabel 9).

Tabel 7: Post-hoc analyse RT, juiste- en foute antwoorden van de executieve functies voor en na de interventieperiode in de interventie- en controlegroep.

Stop-sigitaal test

Covariaat: gemiddelde RT voor interventie
Onafhankelijke variabele: geslacht

Vergelijking tussen:

Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Gemiddelde RT juiste antwoorden	Gemiddelde RT foute antwoorden
P-waarde	0,238	0,160	0,110
P adjusted	0,476	0,320	0,220

Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Gemiddelde RT juiste antwoorden	Gemiddelde RT foute antwoorden
P-waarde	0,514	0,268	0,132
P adjusted	1	0,536	0,264

ANT test

Covariaat: gemiddelde RT voor interventie
Onafhankelijke variabele: geslacht

Vergelijking tussen:

Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde	0,521	0,658	0,459
P adjusted	1	1	1

Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde	0,326	0,841	0,576
P adjusted	0,724	1	1

Reading span web test

Covariaat: gemiddelde RT voor interventie
Onafhankelijke variabele: geslacht

Vergelijking tussen:

Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde	0,709	0,862	0,317
P adjusted	1	1	0,634

Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde	0,607	0,596	0,627
P adjusted	1	1	1

Operational span web test

Covariaat: gemiddelde RT voor interventie
Onafhankelijke variabele: geslacht

Vergelijking tussen:

Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
-------------------	---------------	--------------------------	-------------------------

P-waarde	0,524	0,588	0,502
P adjusted	1	1	1
Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde	0,405	0,971	0,534
P adjusted	0,810	1	1

Mixed span web test

Covariaat: gemiddelde RT voor interventie

Onafhankelijke variabele: geslacht

Vergelijking tussen:

Voor en na IP - I	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde	0,114	0,303	0,693
P adjusted	0,228	0,606	1
Voor en na IP - C	Gemiddelde RT	Aantal juiste antwoorden	Aantal foute antwoorden
P-waarde	0,424	0,646	0,869
P adjusted	0,848	1	1

C = controlegroep; I = interventiegroep, IP = interventieperiode, CI = betrouwbaarheidsinterval. P-waarde < 0,05 is statistisch significant.

4.2 Invloed van CogiTraining op welzijn

Om de hypothese te testen dat de gemiddelde welzijnsscores bij de interventiegroep, na het krijgen van de interventie, hoger lag dan bij de controlegroep, werd een ongepaarde t-test uitgevoerd. Dit resulteerde in een hogere gemiddelde welzijnsscore op het vlak van sociale relaties (P = 0,049, CI = 0,0002; 0,085) na de interventieperiode bij de interventiegroep (gemiddeld 2,28/5) vergeleken met de controlegroep (gemiddeld 2,07/5) (figuur 6, tabel 10).

Daarnaast werd de hypothese getoetst die stelt dat de gemiddelde welzijnsscores, na het krijgen van de interventie, hoger lag dan voor de interventieperiode in de interventiegroep. Hiervoor werd een gepaarde t-test uitgevoerd. Geen significante resultaten werden bekomen (tabel 10). Wel werd een trend gevonden in de interventiegroep vergeleken met de controlegroep op vlak van tevredenheid (I: P = 0,170, CI = -0,043; 0,009 — C: P = 0,959, CI = -0,026; 0,025), sociale relaties (I: P = 0,077, CI = -0,058; 0,003 — C: P-waarde = 0,762, CI = -0,027; 0,020) en pedagogisch klimaat (I: P = 0,129, CI = -0,040; 0,006 — C: P = 0,737, CI = -0,040; 0,029) (tabel 10).

Tabel 8: Vergelijking gemiddelde welzijnscores voor en na de interventieperiode in de interventie- en controlegroep.

Tevredenheid		
Gepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking welzijnscores tussen:		
*Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde (CI)	0,170 (-0,043; 0,009)	0,959 (-0,026; 0,025)
Ongepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking welzijnscores tussen:		
I en C	Voor interventieperiode	Na interventieperiode
P-waarde (CI)	0,453 (-0,093; 0,043)	0,771 (-0,066; 0,049)
Betrokkenheid		
Gepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking welzijnscores tussen:		
*Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde (CI)	0,387 (-0,015; 0,036)	0,705 (-0,026; 0,018)
Ongepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking welzijnscores tussen:		
I en C	Voor interventieperiode	Na interventieperiode
P-waarde (CI)	0,208 (-0,013; 0,055)	0,659 (-0,025; 0,038)
Academisch zelfconcept		
Gepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking welzijnscores tussen:		
*Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde (CI)	0,279 (-0,013; 0,042)	0,285 (-0,050; 0,016)
Ongepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking welzijnscores tussen:		
I en C	Voor interventieperiode	Na interventieperiode
P-waarde (CI)	0,852 (-0,030; 0,036)	0,131 (-0,066; 0,009)

Sociale relaties**Gepaarde tweezijdige T-test**

Vergelijking welzijnscores tussen:

*Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde (CI)	0,077 (-0,058; 0,003)	0,762 (-0,027; 0,020)

Ongepaarde tweezijdige T-test

Vergelijking welzijnscores tussen:

I en C	Voor interventieperiode	Na interventieperiode
P-waarde (CI)	0,457 (-0,032; 0,069)	0,049 (0,0002; 0,085)

Pedagogisch klimaat**Gepaarde tweezijdige T-test**

Vergelijking welzijnscores tussen:

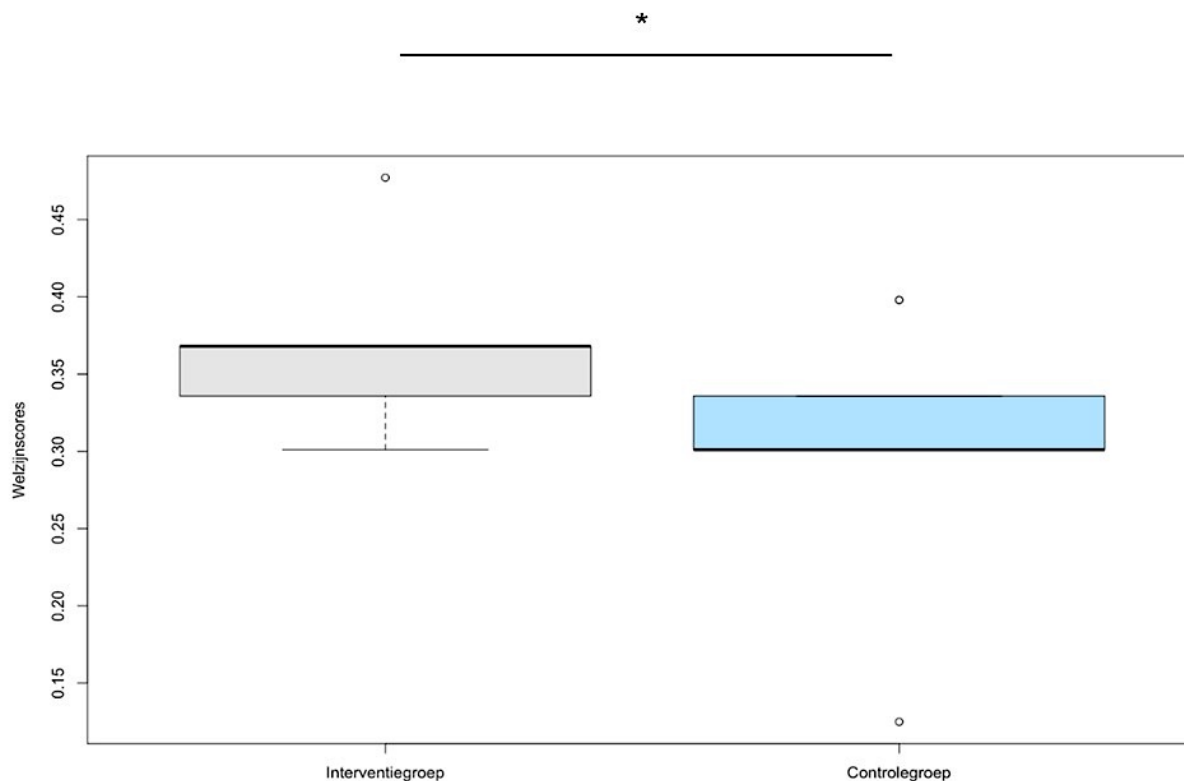
*Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde (CI)	0,129 (-0,040; 0,006)	0,737 (-0,040; 0,029)

Ongepaarde tweezijdige T-test

Vergelijking welzijnscores tussen:

I en C	Voor interventieperiode	Na interventieperiode
P-waarde (CI)	0,043 (-0,091; -0,002)	0,157 (-0,083; 0,014)

C = controlegroep; I = interventiegroep, IP = interventieperiode, CI = betrouwbaarheidsinterval. P-waarde < 0,05 is statistisch significant.



Figuur 6: Gemiddelde welzijnsscores omtrent sociale relaties na de interventieperiode in de interventie- en controlegroep. X-as: interventie- en controlegroep, Y-as: gemiddelde welzijnsscore na interventieperiode.

Voor verdere analyse van de data, werd een ANCOVA-model opgebouwd om te corrigeren voor mogelijke hoofd- en interactie-effecten. Als covariaat werd gekozen voor de gemiddelde welzijnsscores voor interventie en als onafhankelijke variabele werd gekozen om aantal trainingen mee te nemen in het model. Dit aangezien beide variabelen significante effecten aantoonde met gemiddelde welzijnsscores na interventie (tabel 11).

Tabel 11: Finaal model voor welzijn a.d.h.v. ANCOVA.

Standaardmodel (SM)			
Covariaat: gemiddelde welzijnsscores voor interventieperiode			
Geteste onafhankelijke variabelen: BMI, geslacht, trainingen en interventie			
	P-waarde	F-waarde	Effectgrootte
Gemiddelde welzijnsscores voor interventieperiode	<0,0001	77,109	0,837
Geslacht	0,775	0,085	0,006
BMI	0,616	0,262	0,017
Trainingen	0,043	6,096	0,465
Interventie	0,056	4,288	0,222
Geslacht*BMI	0,105	2,968	0,165
Geslacht*trainingen	0,152	2,281	0,132
Geslacht*interventie	0,189	1,889	0,112
BMI*trainingen	0,413	0,710	0,045

BMI*interventie	0,394	0,769	0,049
Trainingen*interventie	NA	NA	NA
Geslacht*BMI*trainingen	NA	NA	NA
Geslacht*trainingen*interventie	NA	NA	NA
Geslacht*BMI*interventie	NA	NA	NA
BMI*trainingen*interventie	NA	NA	NA
Geslacht*BMI*trainingen*interventie	NA	NA	NA

Finaal model:

Covariaat: gemiddelde welzijnsscore voor interventieperiode

Onafhankelijke variabele: trainingen

Er werd een positief effect gevonden van de gemiddelde welzijnsscore op vlak van tevredenheid ($P < 0,0001$, F-waarde = 77,109, effectgrootte = 83,7%), sociale relaties ($P = 0,002$, F-waarde = 13,8, effectgrootte = 47,9%) en pedagogisch klimaat voor en na de interventieperiode in de interventiegroep ($P = 0,002$, F-waarde = 13,340 en effectgrootte = 47,1%) (tabel 12).

Tabel 9: Significante uitkomstmaten ANCOVA-model voor welzijn.

Covariaat: gemiddelde welzijnsscore voor interventieperiode Onafhankelijke variabele: trainingen			
Effect tussen	P-waarde	F-waarde	Effectgrootte
Gemiddelde welzijnsscore tevredenheid voor en na interventie	<0,0001	77,109	0,837
Gemiddelde welzijnsscore sociale relaties voor en na interventie	0,002	13,800	0,479
Gemiddelde welzijnsscore pedagogisch klimaat voor en na interventie	0,002	13,340	0,471

Een post-hoc analyse werd uitgevoerd om na te gaan of er effectief een significant verschil is binnen de interventie- of controlegroep, voor en na interventieperiode. Er werd gecorrigeerd voor multiple testing waarbij alpha werd gedeeld door het aantal testen (P -waarde $< 0,05/6 < 0,008$). Er werd geen verschil gevonden tussen CogiTraining en de welzijnsscores op vlak van tevredenheid, betrokkenheid, academisch zelfconcept, sociale relaties en pedagogisch klimaat (tabel 13).

Tabel 13: Post-hoc analyse gemiddelde welzijnscores voor en na de interventieperiode in de interventie- en controlegroep.

Tevredenheid Covariaten: gemiddelde welzijnsscore voor interventie Onafhankelijke variabelen: trainingen		
Vergelijking welzijnscores tussen:		
*Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde	0,264	0,927
P adjusted	0,530	1

Betrokkenheid

Covariaten: gemiddelde welzijnscore voor interventie
 Onafhankelijke variabelen: trainingen

Vergelijking welzijnscores tussen:

Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde	0,963	0,909
P adjusted	1	1

Academisch zelfconcept

Covariaten: gemiddelde welzijnscore voor interventie
 Onafhankelijke variabelen: trainingen

Vergelijking welzijnscores tussen:

Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde	0,610	0,194
P adjusted	1	0,388

Sociale relaties

Covariaten: gemiddelde welzijnscore voor interventie
 Onafhankelijke variabelen: trainingen

Vergelijking welzijnscores tussen:

Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde	0,672	0,106
P adjusted	1	0,633

Pedagogisch klimaat

Covariaten: gemiddelde welzijnscore voor interventie
 Onafhankelijke variabelen: trainingen

Vergelijking welzijnscores tussen:

Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde	0,456	0,250
P adjusted	1	0,500

C = controlegroep; I = interventiegroep, IP = interventieperiode, CI = betrouwbaarheidsinterval. P-waarde < 0,05 is statistisch significant.

4.3 Invloed van CogiTraining op leerresultaten

Om de hypothese te testen dat de gemiddelde scores van de leerresultaten bij de interventiegroep, na het krijgen van de interventie, hoger lag dan bij de controlegroep, werd een ongepaarde t-test uitgevoerd. Geen significante resultaten werden bekomen (tabel 14).

Daarnaast werd de hypothese getoetst die stelt dat de gemiddelde scores van de leerresultaten, na het krijgen van de interventie, hoger lag dan voor de interventieperiode in de interventiegroep. Hiervoor werd een gepaarde t-test uitgevoerd. Er werden significante resultaten bekomen, zowel voor de interventie- als controlegroep (tabel 14).

Tabel 14: Vergelijking gemiddelde scores voor de vakken biologie, aardrijkskunde en Frans voor en na de interventieperiode in de interventie- en controlegroep.

Biologie		
Gepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking leerresultaten tussen:		
*Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde (CI)	0,008 (0,015; 0,087)	0,0498 (-0,102; < -0,0001)
Ongepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking leerresultaten tussen:		
I en C	Voor interventieperiode	Na interventieperiode
P-waarde (CI)	0,010 (0,021; 0,140)	0,693 (-0,074; 0,050)
Aardrijkskunde		
Gepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking leerresultaten tussen:		
*Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde (CI)	0,117 (-0,081; 0,010)	0,165 (-0,072; 0,013)
Ongepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking leerresultaten tussen:		
I en C	Voor interventieperiode	Na interventieperiode
P-waarde (CI)	0,584 (-0,030; 0,052)	0,469 (-0,032; 0,068)
Frans		
Gepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking leerresultaten tussen:		
*Voor en na IP	Interventiegroep	Controlegroep
P-waarde (CI)	0,972 (-0,079; 0,082)	0,517 (-0,114; 0,220)
Ongepaarde tweezijdige T-test		
Vergelijking leerresultaten tussen:		
I en C	Voor interventieperiode	Na interventieperiode

P-waarde (CI)	0,993 (-0,230; 0,228)	0,487 (-0,102; 0,210)
----------------------	-----------------------	-----------------------

C = controlegroep; I = interventiegroep, IP = interventieperiode, CI = betrouwbaarheidsinterval. P-waarde < 0,05 is statistisch significant.

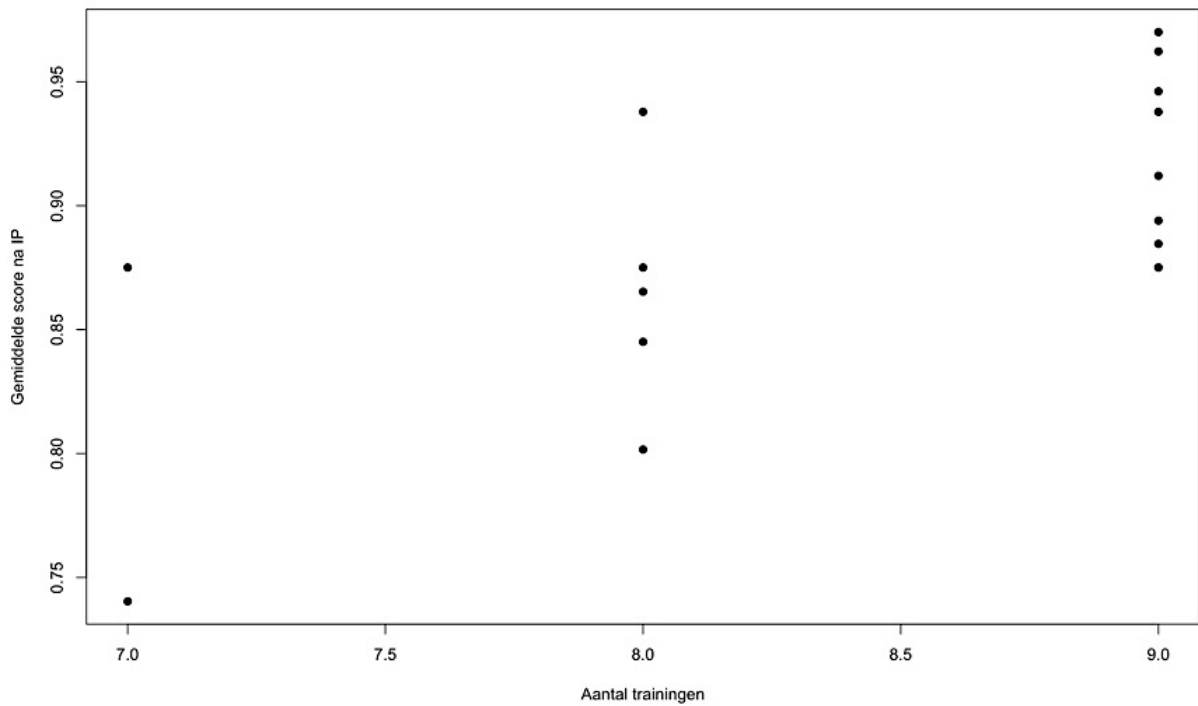
Desondanks er geen significante resultaten uit de gepaarde t-test kwamen, werden mogelijke hoofdeffecten en interactie-effecten nagaan binnen de interventie- of controlegroep door een ANCOVA-model op te bouwen. Als covariaat werd gemiddelde scores van de leerresultaten voor interventie geïncorporeerd in het finale model. Er werd een positief effect gevonden van de gemiddelde scores van biologie (P = 0,005, F-waarde = 10,460, effectgrootte = 39,5%, gemiddelde score = 7,62/10) en Frans (P = 0,043, F-waarde = 4,790, effectgrootte = 22,2%, gemiddelde score = 5,69/10) voor en na de interventieperiode in de interventiegroep (tabel 15). Bovendien werd er voor aardrijkskunde een aanzienlijk effect gevonden tussen het aantal trainingen en de scores op dit vak (P = 0,004, F-waarde = 16,519, effect grootte = 67,4%) (figuur 7, tabel 16). Aangezien het finale model geen onafhankelijke variabele en slechts één covariaat bevatte, werd geen post-hoc analyse uitgevoerd.

Tabel 15: Finaal model voor leerresultaten a.d.h.v. ANCOVA.

Standaardmodel (SM)			
Covariaat: gemiddelde scores van leerresultaten voor interventieperiode			
Geteste onafhankelijke: BMI, geslacht, trainingen en interventie			
	P-waarde	F-waarde	Effectgrootte
Gemiddelde welzijnsscores voor interventieperiode	0,005	10,460	0,395
Geslacht	0,402	0,741	0,044
BMI	0,080	3,506	0,180
Trainingen	0,213	1,681	0,095
Interventie	0,064	3,953	0,198
Geslacht*BMI	0,152	2,268	0,124
Geslacht*trainingen	0,458	0,579	0,035
Geslacht*interventie	0,328	1,017	0,060
BMI*trainingen	0,028	5,834	0,267
BMI*interventie	0,028	5,843	0,267
Trainingen*interventie	NA	NA	NA
Geslacht*BMI*trainingen	NA	NA	NA
Geslacht*trainingen*interventie	NA	NA	NA
Geslacht*BMI*interventie	NA	NA	NA
BMI*trainingen*interventie	NA	NA	NA
Geslacht*BMI*trainingen*interventie	NA	NA	NA
Finaal model:			
Covariaat: gemiddelde scores van leerresultaten voor interventieperiode			
Onafhankelijke variabele: /			

Tabel 10: Significante uitkomstmaten ANCOVA-model voor leerresultaten.

Covariaat: gemiddelde welzijnsscore voor interventieperiode en trainingen Onafhankelijke variabelen: geslacht			
Effect tussen:	P-waarde	F-waarde	Effectgrootte
Gemiddelde score biologie voor en na interventie	0,005	10,460	0,395
Gemiddelde score Frans voor en na interventie	0,043	4,790	0,222
Gemiddelde score aardrijkskunde na interventie en aantal trainingen	0,004	16,519	0,674



Figuur 7: Scatterplot die het effect aantoont van het aantal trainingen op gemiddelde scores van aardrijkskunde na interventieperiode in de interventiegroep. X-as: aantal trainingen, Y-as: gemiddelde scores na interventieperiode.

5 Discussie

5.1 Belangrijkste bevindingen huidige studie

Binnen het huidig onderzoek werd er nagegaan of CogiTraining een significante invloed had op executieve functies, welzijn en leerresultaten bij adolescenten in klascontext. Er werd verwacht dat er verbeteringen zouden optreden op vlak van executieve functies, het welzijn en de leerresultaten van de leerlingen in de interventiegroep. Er werden effecten en/of verschillen gevonden op vlak van werkgeheugen, tevredenheid, sociale relaties, pedagogisch klimaat en leerresultaten voor de vakken Frans, biologie en aardrijkskunde in de interventiegroep.

Naast de besproken significante effecten en/of verschillen, weergegeven onder de sectie resultaten, werden er eveneens andere significante waarden bekomen. Wanneer deze significante waarden ook werden geobserveerd in de controlegroep, hadden ze geen meerwaarde voor huidige studie, en werden deze niet besproken.

5.2 Invloed van CogiTraining op executieve functies, welzijn en leerresultaten

Om de effecten van de CogiTraining te bepalen, werd het statistisch model per uitkomstmaat opgebouwd om de scores op de nameting zo goed mogelijk te voorspellen. Dit impliceert dat het model voor de effecten op welzijn verschillend is van het model voor executieve functies en het model voor leerresultaten. De variabelen werden telkens uit het basismodel verwijderd om zo te controleren voor het hoofdeffect.

Huidig onderzoek vond geen effect tussen CogiTraining met de stop-signaal test – dewelke impulscontrole test - en ANT-test – dewelke alertheid en aandacht test. Tijdens het verloop van het onderzoek stelden de onderzoekers vast dat, naarmate de executieve functie testen vorderden, de leerlingen moeilijkheden hadden met het behouden van hun focus en aandacht. Dit verklaart mogelijkerwijze waarom er geen effect kon worden aangetoond in huidig onderzoek tussen CogiTraining en de ANT-test die alertheid en aandacht toetst [15]. De executieve functie testen waren zo ontworpen dat deze 50 minuten in beslag namen. In de praktijk duurden deze echter 80 tot 90 minuten, wat door de leerlingen als te lang werd ervaren. De AST-test daarentegen, dewelke het werkgeheugen van de leerlingen test, vertoonde wel positieve effecten binnen de reading span, operational span en mixed span test.

Naast deze gevonden effecten op vlak van executieve functies werden ook zinvolle resultaten gevonden op vlak van leerresultaten. De onderzoekers vonden dat de gemiddelde scores voor Frans en biologie voor de interventieperiode een beduidend effect hadden op de leerresultaten na CogiTraining in de interventiegroep. Opmerkelijk was ook dat er een aanzienlijk effect werd gevonden tussen het aantal CogiTrainingen en de scores van aardrijkskunde in de interventiegroep. Deze bevindingen liggen in lijn met voorgaand onderzoek waar men reeds een positief verband aantoonde tussen CogiTraining en deze uitkomstmaten bij lagereschoolkinderen [8, 38]. Tijdens de eerste CogiTrainingen merkten de onderzoekers op dat enkele leerlingen moeite hadden met de dubbeltaaktraining; sommigen hadden moeite met een deeltaak (het motorische of cognitieve deelaspect) terwijl anderen moeite hadden met het geheel. Na verloop van tijd verliep de integratie van de dubbeltaaktraining beduidend beter. Dit is te verklaren door een betere sturing in de hersenen en neuroplasticiteit als gevolg van verbindingen tussen het cerebellum, de basale ganglia en prefrontale cortex [40]. Uit onderzoek blijkt dat de hersenen van adolescenten plastisch zijn en zich continu aanpassen. Als reactie op een verandering in synapsen zullen de hersenen zich gaan reorganiseren. Deze verandering in synapsen treedt op als gevolg van leren en ervaring. Hierdoor zal de corticale representatie - ook wel de corticale mappen genoemd - veranderen. Wanneer een individu regelmatig eenzelfde beweging zal uitvoeren, gaat het representerende corticale gebied in de hersenen vergroten en efficiënter gaan werken [39]. Hiernaast omvatten deze veranderingen ook een dynamische

herconfiguratie van neurale verbindingen, aanpassingen in celvorm en celgrootte, myelinisatie en neurogenese [40]. Tot slot leidt laag tot matig continue fysieke activiteit tot verbeteringen van de myelineschede. Deze verbeteringen zijn terug te vinden op vlak van verbeterde maturatie van de myelineschede en een dikkere myelineschede. Als gevolg van een dikkere myelineschede zal de zenuwgeleiding van de prikkels sneller verlopen en treedt er een verhoogde efficiëntie op van het neurale circuit [41].

Voorts toonde huidig onderzoek aan dat de sociale relaties verbeterden na de interventieperiode wanneer controle- en interventiegroep werden vergeleken. Sociale relaties spitsten zich toe op psychologische aspecten zoals 'zich alleen voelen op school', 'gepest worden op school' en 'veel vrienden hebben op school'. Dit ligt in lijn met de subjectieve bevindingen van de onderzoekers tijdens de uitvoering van de trainingen. De leerlingen gingen met elkaar in interactie en waren gemotiveerd om de CogiTraining uit te voeren. Uit de literatuur blijkt eveneens dat goede vriendschappelijke relaties in een schoolcontext een gunstig effect hebben op de geestelijke gezondheid van scholieren [42]. Bovendien kwamen de onderzoekers tot de conclusie dat er een aanzienlijk effect is van de welzijnsscores voor en na interventieperiode in de interventiegroep voor tevredenheid en pedagogisch klimaat.

De onderzoekers zagen een verband tussen de verbeteringen op vlak van welzijnsscores en een review artikel van Rita Dangol en Milan Shrestha (2019). Deze onderzoekers bekijken de invloed van bereidheid tot leren op vlak van welzijnsscores en leerresultaten bij middelbare scholieren. De bereidheid tot leren werd getoetst via een vragenlijst en bekijkt verschillende aspecten: familiale relaties, onderwijsgebonden relaties en de eigen indruk van de student omtrent bereidheid tot leren. Zij concludeerden dat er een significante relatie bestaat tussen bereidheid tot leren en het behalen van hoge leerresultaten [46]. Dit ligt in lijn met onderzoek van Michel Bruyninckx, de grondlegger van de Michel-Bruyninckx-Methode (MBM). Bruyninckx M. onderzocht het principe van CogiTraining in een voetbal context door gebruik te maken van een gelijkaardige proefopzet zoals de huidige studie. Hij concludeerde dat CogiTraining de bereidheid tot leren stimuleert [45].

Tot slot is een belangrijk aspect binnen de CogiTrainingen de toename in moeilijkheidsgraad tijdens de interventieperiode op zowel cognitief als fysiek vlak. Hierdoor was er steeds sprake van dubbeltaaktraining en werden de leerlingen continu uitgedaagd. Door het aanreiken van moeilijkere leerstof (nieuwe leerstof of verdieping) werden de cognitieve vaardigheden verhoogd, terwijl moeilijkere oefeningen met de *SenseBall* de motorische vaardigheden verhoogden. De onderzoekers suggereren dat het aanleren van motorische vaardigheden een manier kan zijn om de cognitieve functies, meer bepaald de executieve functies, te verbeteren. Onderzoek van Diamond (2000) stelt dat dezelfde hersengebieden - de prefrontale cortex en het cerebellum - worden geactiveerd tijdens cognitieve en motorische taken. Het cerebellum staat niet enkel in voor motorische taken, maar eveneens voor cognitieve taken. Dit geldt eveneens voor de prefrontale cortex, waar de verbindingen tussen de corticale en subcorticale structuren instaan voor zowel motoriek als cognitie [37]. Bovendien blijkt uit onderzoek dat verbeteringen op vlak van executieve functies leiden tot fysiologische veranderingen in het lichaam waaronder verhoogde cerebrale bloedstroom en zuurstoftoevoer naar de hersendelen die verantwoordelijk zijn voor leren en geheugen [19].

5.3 Sterktes en zwaktes huidige studie

Huidig onderzoek botst op enkele zwaktes. Allereerst, de grootte van de studiepopulatie. Gezien deze studie als pilootstudie werd uitgevoerd, bevatten de interventie- en controlegroep weinig participanten, wat een invloed had op de statistische power. Omwille van de geldende Covid-19 maatregelen waren de helft van de leerlingen van de controlegroep aanwezig bij de executieve functie testafname en welzijnsvragenlijst na de interventieperiode. Bij de interpretatie van de beschreven resultaten is enige voorzichtigheid geboden.

Ten tweede botsten de onderzoekers op enkele praktische problemen. Vooreerst zaten twee leerlingen van de interventiegroep samen met de leerlingen van de controlegroep voor het vak biologie. Dit resulteerde in een inconsistentie van het aantal toetsen van biologie (tabel 3). Daarnaast stelden de onderzoekers voorop om de inzet van iedere individuele leerling te beoordelen met een Likert-schaal. Aangezien er geen merkbaar verschil was tussen de leerlingen, en dit zou leiden tot een observatie bias, werd dit uiteindelijk achterwege gelaten.

Als derde zorgden de verstrengde maatregelen m.b.t. de Covid-19-pandemie tot diverse wijzigingen. Vooreerst waren de leerlingen slechts halftijds fysiek aanwezig op school. Dit impliceert dat de onderzoekers minder mogelijkheden hadden tot het inplannen van trainingen en dat de leerkrachten, in de weinig fysieke lessen die ze hadden, eveneens 10 minuten tijd moesten spenderen aan CogiTraining. Aangezien de paasvakantie verlengd werd, nam de geplande interventieperiode van zes weken af met één week. De onderzoekers verwachtten dat dit een mogelijks negatief effect zou hebben op de effecten van het onderzoek. Bovendien waren de onderzoekers genoodzaakt om de executieve functie testen en de vragenlijst welbevinden een week eerder af te nemen. Dit zou kunnen verklaren waarom de onderzoekers geen verschil konden waarnemen van CogiTraining op vlak van executieve functies en welzijn tussen de controle- en interventiegroep. Indien de interventieperiode langer geduurd had, hadden de onderzoekers mogelijks in de huidige studie meer significante resultaten kunnen bekomen. De geldende Covid-19 maatregelen zorgden er bijkomend voor dat de geplande toetsen van biologie werden gereduceerd tot één herhalingstoets die na de interventieperiode gegeven werd. Hierdoor hadden de mogelijk voordelige effecten van de CogiTraining geen impact meer op de cognitieve prestaties van de leerlingen in de interventiegroep. De afname van één herhalingstoets was tegenstrijdig met de verwachtingen van de onderzoekers, zij verwachtten dat de leerlingen meer toetsen zouden afgelegd hebben binnen de desbetreffende periode.

Tot slot mag de impact van de maatregelen om de verspreiding van Covid-19 te beperken niet worden genegeerd. Door strikte beperkingen op vlak van vrijetijdsactiviteiten en fysiek contact verwachtten de onderzoekers dat het welzijn van de leerlingen negatief werd beïnvloed door de geldende Covid-19 maatregelen. Dit ligt in lijn met onderzoek waarin men stelt dat het gevoel van eenzaamheid vooral een negatieve invloed heeft bij jongeren omdat zij in een gevoelige periode zitten waarin het socialiseren met vrienden een belangrijk onderdeel uitmaakt van hun ontwikkeling [43]. Daarnaast toont de studie van Von Soest et al. (2020) aan dat adolescenten een lagere tevredenheid hebben over het leven door de zorgen omtrent de Covid-19 pandemie en toegenomen ruzies in het gezin [44].

Een laatste beperking is het ontbreken van gegevens met betrekking tot de socio-economische status van de leerlingen. Idealiter werd nagegaan wat de vooropleiding was van de moeder (of voogd) van de leerlingen en de financiële achtergrond van het gezin. Deze gegevens worden verzameld door het Departement Onderwijs van de Vlaamse Overheid op schoolniveau. De school kon ons bijgevolg de gewenste informatie niet verlenen. Onderzoek van Najman et al. (2004) heeft echter aangetoond dat een belangrijke voorspeller van mentaal welzijn en cognitieve ontwikkeling voortkomt uit de financiële achtergrond van de familie (laag inkomen) en een lage socio-economische status van de moeder [47].

Naast enkele beperkingen, bevatte huidig onderzoek ook sterktes. Ten eerste werden de executieve functie testen, de vragenlijst welbevinden en de 50 minuten trainingen tijdens de interventieperiode gegeven door de onderzoekers zelf. Hierdoor was er voldoende controle over het goed uitvoeren van de CogiTraining en de testen door de leerlingen. De trainingen van 10 minuten werden gegeven door de vakleerkrachten Frans, biologie en aardrijkskunde. Een positief element is dat de leerkracht biologie eveneens de leerkracht aardrijkskunde was, waardoor de onderzoekers slechts op twee verschillende leerkrachten beroep moesten doen. Bovendien hadden de onderzoekers vanop afstand nog steeds de controle over de trainingen van 10 minuten vanwege hun directe interactie en efficiënte communicatie met de desbetreffende leerkrachten. Voorts werd er voorafgaand aan de CogiTrainingen een onlineoverleg gepland met de leerkrachten en een onderzoeker om praktische informatie aan te bieden en te antwoorden op eventuele vragen van de vakleerkrachten. Na dit overleg was de intrinsieke motivatie van beide leerkrachten duidelijk sterk verhoogd om de CogiTraining te integreren tijdens de

les. Om de leerkrachten steeds te voorzien van de nodige handvaten met betrekking tot data van de trainingen, oefeningen en methode werd een uitgebreide informatiebundel voorzien. Tijdens de CogiTrainingen konden de vakleerkrachten een observatieschema gebruiken om de aanwezigheden te noteren en eventueel extra bemerkingen.

Bijkomend werd het onderzoek uitgevoerd in een kleinschalige school, waardoor er snel een band werd ontwikkeld tussen de onderzoekers, leerlingen en leerkrachten. Dit verhoogde de bereidwilligheid om de CogiTraining goed uit te voeren bij zowel leerlingen als leerkrachten. Daarnaast hadden de onderzoekers op deze manier voldoende oog op het goede verloop ervan. De onderzoekers hebben na de interventieperiode interviews afgenomen bij zowel leerlingen van de interventie- als controlegroep, leerkrachten en directie (zie bijlage 5). De leerlingen gaven aan dat het verwerken van de leerstof vlotter ging, alsook dat ze thuis de leerstof niet meer dienden te studeren voor een toets aardrijkskunde en biologie. Dit kan verklaren waarom er in huidig onderzoek een positief effect werd gevonden tussen het aantal trainingen en de scores van aardrijkskunde in de interventiegroep na de interventieperiode.

Als laatste werd er in voorgaand onderzoek nog niet toegespitst op CogiTraining bij adolescenten, wat maakt dat de huidige studie vernieuwend is.

5.4 Toekomstig onderzoek

In toekomstig onderzoek zou er enerzijds moeten worden ingezet op de duur van de interventieperiode. Een langere interventieperiode zou kunnen resulteren in sterkere verbanden en conclusies. Anderzijds, wanneer er meer participanten worden geïncorporeerd in de studie, vergroot de power van het onderzoek. Daarnaast zou in toekomstig onderzoek CogiTraining ook bij meerdere vakken kunnen worden geïmplementeerd, wat de mate van generaliseerbaarheid aanzienlijk verhoogt. Ten slotte, zou de testduur van de executieve functie testen verkort moeten worden en de gegevens met betrekking tot de socio-economische status van de leerlingen in rekening gebracht worden.

Huidig onderzoek is van maatschappelijk belang aangezien het meer inzichten geeft in de cognitieve processen die verwickeld zijn met het leerproces bij adolescenten. Dit onderzoek kan een aanleiding zijn tot vervolgstudies die deze processen in meer detail kunnen onderzoeken.

5.5 Conclusie

CogiTraining werd reeds toegepast bij lagereschoolkinderen, maar nog niet bij adolescenten. Huidig onderzoek spitte zich toe op de doelgroep van de adolescentie, wat de studie vernieuwend maakte. Er kan worden geconcludeerd dat CogiTraining een sterkte is op vlak van executieve functies, welzijn en leerresultaten. Ook sluit CogiTraining nauw aan met de recente onderwijsvisies waarin de leerstof minder leerkracht-gestuurd is, maar meer vertrekt vanuit een leerling-gecentreerde onderwijsvisie. Bij deze onderwijsvisie wordt rekening gehouden met de leerlingen en positieve psychologie binnen de school. Dankzij de toepassing van CogiTraining wordt een fun-factor geïntegreerd tijdens de lessen, zonder de essentie van het leren te verliezen, wat zowel de leerling als leerkracht ten goede komt.

6 Referentielijst

1. Gomez-Pinilla, F. and C. Hillman, *The influence of exercise on cognitive abilities*. Compr Physiol, 2013. **3**(1): p. 403-28.
2. Kempermann, G., *The neurogenic reserve hypothesis: what is adult hippocampal neurogenesis good for?* Trends Neurosci., 2008. **31**: p. 163-169.
3. Colcombe, S.J., et al., *Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2004. **101**(9): p. 3316-21.
4. Miyake A, F.N., Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD., *The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis*. Cogn Psychol., 2000. **41**: p. 49-100.
5. Diamond, A., *Executive functions*. Annu Rev Psychol, 2013. **64**: p. 135-68.
6. Kopp, B., *A simple hypothesis of executive function*. Front Hum Neurosci, 2012. **6**: p. 159.
7. Koziol, L.F., D.E. Budding, and D. Chidekel, *From movement to thought: executive function, embodied cognition, and the cerebellum*. Cerebellum, 2012. **11**(2): p. 505-25.
8. McClelland, E., Pitt, A., & Stein, J., *Enhanced academic performance using a novel classroom physical activity intervention to increase awareness, attention and self-control - putting embodied cognition into practice*. Improving schools, 2014. **18**: p. 83-100.
9. Perez, E.C., et al., *Shaping the adult brain with exercise during development: Emerging evidence and knowledge gaps*. Int J Dev Neurosci, 2019. **78**: p. 147-155.
10. Foglia, L. and R.A. Wilson, *Embodied cognition*. Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci, 2013. **4**(3): p. 319-325.
11. Price, S., Roussos, G., Falcão, T. P., & Sheridan, J. G., *Technology and embodiment: relationships and implications for knowledge, creativity and communication*. Beyond Current Horizons, 2009: p. 1-22.
12. Wilson, M., *Six views of embodied cognition*. Psychon Bull Rev, 2002. **9**(4): p. 625-36.
13. P., K., I. A., and Z. P., *Implementing embodied learning in the classroom: effects on children's memory and language skills*. Educational Media International, 2018. **56**: p. 59-74.
14. Gao, Z., et al., *Video game-based exercise, Latino children's physical health, and academic achievement*. Am J Prev Med, 2013. **44**(3 Suppl 3): p. S240-6.
15. Retalis, S., Korpa, T., Skaloumpakas, C., Boloudakis, M., Kourakli, M. Altanis, I., Siameti, F., Papadopoulou, P., Lytra, F., Pervanidou, P., *Empowering children with ADHD learning disabilities with the Kinems kinect learning games*. The 8th European Conference on Games Based Learning, 2014. **1**: p. 469-477.
16. Barenberg, J., Berse, T., & Dutke, S., *Executive functions in learning processes: do they benefit from physical activity?* Educational Research Review, 2011. **6**: p. 208-222.
17. Mavilidi, M.F., Okely, A. D., Chandler, P., & Paas, F., *Effects of integrating physical activities into a science lesson on preschool children's learning and enjoyment*. Applied Cognitive Psychology, 2017. **31**: p. 281-290.
18. Mavilidi, M.F., et al., *A Narrative Review of School-Based Physical Activity for Enhancing Cognition and Learning: The Importance of Relevancy and Integration*. Front Psychol, 2018. **9**: p. 2079.
19. Hillman, C.H., K.I. Erickson, and A.F. Kramer, *Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition*. Nat Rev Neurosci, 2008. **9**(1): p. 58-65.
20. Pilcher, J.J. and V.C. Baker, *Task Performance and Meta-Cognitive Outcomes When Using Activity Workstations and Traditional Desks*. Front Psychol, 2016. **7**: p. 957.
21. Vazou, S. and A. Smiley-Oyen, *Moving and academic learning are not antagonists: acute effects on executive function and enjoyment*. J Sport Exerc Psychol, 2014. **36**(5): p. 474-85.
22. Toumpaniari, K., Loyens, S., Mavilidi, M. F., & Paas, F., *Preschool Children's Foreign Language Vocabulary*. Educational Psychology Review., 2015. **27**: p. 445-456.
23. Barsalou, L.W., *Challenges and Opportunities for Grounding Cognition*. J Cogn, 2020. **3**(1): p. 31.
24. Custers, R. and H. Aarts, *Positive affect as implicit motivator: on the nonconscious operation of behavioral goals*. J Pers Soc Psychol, 2005. **89**(2): p. 129-42.
25. Miragall, M., Vara, M., Cebolla, A., Etchemendy, E., & Baños, R. M., *Leaning forward to increase approach motivation! The role of joy, exercise, and posture in achieving goals*. Current Psychology., 2019.
26. Dickson, K.A. and B.W. Stephens, *It's all in the mime: Actions speak louder than words when teaching the cranial nerves*. Anat Sci Educ, 2015. **8**(6): p. 584-92.

27. Muehsam, D., et al., *The embodied mind: A review on functional genomic and neurological correlates of mind-body therapies*. *Neurosci Biobehav Rev*, 2017. **73**: p. 165-181.
28. Barsalou, L.W., et al., *Grounding conceptual knowledge in modality-specific systems*. *Trends Cogn Sci*, 2003. **7**(2): p. 84-91.
29. Gentilucci, M. and M.C. Corballis, *From manual gesture to speech: a gradual transition*. *Neurosci Biobehav Rev*, 2006. **30**(7): p. 949-60.
30. Kobiljo T, L.Q.-R., Gandhi K, et al., *Running is the neurogenic and neurotrophic stimulus in environmental enrichment*. *Learn Mem*, 2011. **18**: p. 605-609.
31. H., V.P., *Neurogenesis and exercise: past and future directions*. *Neuromolecular Med*, 2008. **10**: p. 128-140.
32. Cotman CW, B.N., Christie L-A., *Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation*. *Trends Neurosci.*, 2007. **30**: p. 464-472.
33. Singh, A.S., et al., *Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel*. *Br J Sports Med*, 2019. **53**(10): p. 640-647.
34. Have, M., et al., *Classroom-based physical activity improves children's math achievement - A randomized controlled trial*. *PLoS One*, 2018. **13**(12): p. e0208787.
35. Mullender-Wijnsma, M.J., Hartman, E., de Greeff, J. W., Doolaard, S., Bosker, R., & Visscher, C., *Follow-up study investigating the effects of a physically active academic intervention*. *E. rly Childhood Education Journal*, 2019. **47**: p. 699-707.
36. overheid, V. *Onderzoek het welbevinden van jouw leerlingen*. 2013-2014; Available from: https://onderwijsinspectie.be/sites/default/files/atoms/files/Welbevinden_leerlingen_soll_0.pdf.
37. Diamond, A., *Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex*. *Child Dev*, 2000. **71**(1): p. 44-56.
38. Have, M., et al., *Rationale and design of a randomized controlled trial examining the effect of classroom-based physical activity on math achievement*. *BMC Public Health*, 2016. **16**: p. 304.
39. Lundy-Ekman, L., *Neuroplasticity*, in *Neuroscience: Fundamentals for rehabilitation*, K. Falk and M. Fennell, Editors. 2007, Elsevier: St. Louis, Missouri. p. 71-73.
40. Alicja M. Olszewska, M.G., Aleksandra M. Herman, Katarzyna Jednoróg and Artur Marchewka, *How Musical Training Shapes the Adult Brain: Predispositions and Neuroplasticity*. *Front. Neurosci.*, 2021. **15**: p. 1-16.
41. Bobinski, F., et al., *Neuroprotective and neuroregenerative effects of low-intensity aerobic exercise on sciatic nerve crush injury in mice*. *Neuroscience*, 2011. **194**: p. 337-48.
42. Ueno, K., *The effects of friendship networks on adolescent depressive symptoms*. *Social Science Research*, 2005. **34**: p. 484-510.
43. Loades, M.E., et al., *Rapid Systematic Review: The Impact of Social Isolation and Loneliness on the Mental Health of Children and Adolescents in the Context of COVID-19*. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 2020. **59**(11): p. 1218-1239 e3.
44. Soest, T.V., et al., *Life satisfaction among adolescents before and during the COVID-19 pandemic*. *Tidsskr Nor Laegeforen*, 2020. **140**(10).
45. Bruyninckx, M. *BREINCENTRAAL LEREN IN VOETBAL*. s.d. ; Available from: <https://www.coachesbv.nl/wp-content/uploads/2016/09/presentatie-m-bruyninckx-16-10-2013.pdf>.
46. Dangol, R. and M. Shrestha, *Learning Readiness and Educational Achievement among School Students*. *The International Journal of Indian Psychology*, 2019. **7**: p. 467-476.
47. Najman, J.M., et al., *The generational transmission of socioeconomic inequalities in child cognitive development and emotional health*. *Soc Sci Med*, 2004. **58**(6): p. 1147-58.

7 Bijlage

7.1 Bijlage 1: Trainingsschema CogiTraining

Datum	Dag	Uur	Duur
22/02/2021	Maandag	10u15-11u05	50 min.
26/02/2021	Vrijdag	8u25-09u15	10 min.
02/03/2021	Dinsdag	14u40-15u30	10 min.
04/03/2021	Donderdag	08u25-09u15	50 min.
08/03/2021	Maandag	10u15-11u05	50 min.
12/03/2021	Vrijdag	8u25-09u15	10 min.
16/03/2021	Dinsdag	14u40-15u30	10 min.
18/03/2021	Donderdag	14u40-15u30	50 min.
22/03/2021	Maandag	10u15-11u05	50 min.

7.2 Bijlage 2: Observatieformulier

CogiTraining observatieformulier (Aardrijkskunde/Biologie/Frans)									
Dit observatieformulier is voorzien voor de korte CogiTraining sessies. Onder de kolom beoordeling worden de namen van de leerlingen opgeschreven die de oefeningen onvoldoende uitvoeren ('zeer onvoldoende' of 'onvoldoende' – zie schaalbeoordeling*) met verklaring.									
Nr	Datum	Klas	Lesuur	Leerkracht	Startuur	Einduur	Afwezige leerlingen	Onvoldoende deelname*	Opmerkingen
1		4LAT+WET							
2		4LAT+WET							
3		4LAT+WET							
4		4LAT+WET							
5		4LAT+WET							
6		4LAT+WET							

*Schaalbeoordeling:

Zeer onvoldoende	De leerlingen voeren de oefeningen niet uit.
Onvoldoende	De leerlingen voeren de oefeningen wel uit maar op een niveau dat niet voldoet aan de standaard.
Voldoende	De leerlingen voeren de oefeningen uit op een niveau dat voldoet aan de standaard.
Goed	De leerlingen voeren de oefeningen uit op een niveau dat hoger is dan de standaard.

7.3 Bijlage 3: Vragenlijst welbevinden van de Vlaamse overheid [36]

Vragenlijst welbevinden

Deze vragenlijst polist naar je welbevinden op school. Je zal gevraagd worden een score van 1 tot 4 op stellingen te geven. Wees hierbij eerlijk naar jezelf toe. De resultaten van deze vragenlijst zijn vertrouwelijk en worden met zorg behandeld.

Deze vragenlijst neemt een 5 minuten tijd in beslag.

***Verplicht**

1. Situering

Beantwoordt kort onderstaande vragen, alvorens u met de vragenlijst begint.

1. Vul je naam in. *

2. Ik ben een *

Markeer slechts één ovaal.

- Jongen
 Meisje

3. Ik ben geboren in *

Voorbeeld: 7 januari 2019

4. In welke graad zit je? *

Markeer slechts één ovaal.

- 2de graad
 3de graad

5. In welk leerjaar van deze graad zit je? *

Markeer slechts één ovaal.

- 1ste leerjaar
 2de leerjaar
 3de leerjaar

6. In welke onderwijsvorm zit je? *

Markeer slechts één ovaal.

- ASO
 BSO
 KSO
 TSO

7. In welke studierichting zit je? *

Markeer slechts één ovaal.

- Latijn (2de graad)
 Latijn-Wetenschappen
 Latijn-Wiskunde
 Latijn-Moderne Talen
 Wetenschappen (2de graad)
 Wetenschappen-Wiskunde
 Wetenschappen-Moderne Talen
 Economie (2de graad)
 Economie-Wiskunde
 Economie-Moderne Talen
 Humane wetenschappen

2. Vragenlijst welzijn

Geef voor onderstaande stellingen een score van 1 tot 4 (waarbij 1 = nooit, 2 = meestal niet, 3 = meestal wel, 4 = altijd).

Tevredenheid

8. Ik kom graag naar school *

Markeer slechts één ovaal.

	1	2	3	4
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
				Altijd

9. Ik zit graag in deze klasgroep *

Markeer slechts één ovaal.

	1	2	3	4
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
				Altijd

10. Ik voel mij goed op school *

Markeer slechts één ovaal.

	1	2	3	4
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
				Altijd

11. Ik vind wat ik op school leer interessant *

Markeer slechts één ovaal.

	1	2	3	4
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
				Altijd

Betrokkenheid

12. Ik let goed op tijdens de lessen *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

13. Ik babbel tijdens de lessen wanneer het niet mag *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

14. Ik zit in de lessen te dromen *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

15. Er zijn duidelijke regels op school, zodat ik weet wat mag of niet mag *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

Academisch zelfconcept

16. Ik kan in de lessen goed volgen *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

17. Mijn klasgenoten doen het beter dan ik *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

18. Als ik een toets of opdracht moet maken, heb ik het gevoel dat ik het wel kan *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

19. Ik verwerk de leerstof trager dan de anderen van mijn klasgroep *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

20. Ik kan goed mee op deze school *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

21. De taken en opdrachten die ik moet maken, zijn haalbaar *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

Sociale relaties

22. Ik ben graag op de speelplaats of ontspanningsruimte tijdens de pauzes *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

23. Ik voel me alleen op school *

Markeer slechts één ovaal.

1	2	3	4		
Nooit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altijd

7.4 Bijlage 4: Beschrijving van het Creatief eindproduct

Voor dit onderzoek werd er voor het creatief eindproduct een website opgesteld. De website kunt u raadplegen via deze link: <https://sites.google.com/student.uhasselt.be/cogitraining-hiit/home> (deel CogiTraining).

Op de website wordt het doel van het onderzoek, "Fysieke inspanning bij adolescenten voor meer leerwinst en welzijn," uitgelegd. U vindt er ook de vragenlijst over welbevinden, een algemene uitleg over de CogiTraining en een filmpje waarin dhr. Frank Kerkhofs, jeugdtrainer KRC Genk, de oefeningen met de *SenseBall* demonstreert. Daarnaast kan de informatiebrief, informatiebrochure en het toestemmingsformulier voor de ouders en de leerlingen geraadpleegd worden. Tot slot, werd er een Thinglink gemaakt. Deze Thinglink is gericht aan leerkrachten en directie van zowel lagere als secundaire scholen.

7.5 Bijlage 5: Interviews

7.5.1 Interview leerlingen

Onderstaand bericht werd per mail aan de leerlingen bezorgd:

Beste leerlingen

Zoals reeds aangehaald tijdens de laatste CogiTraining willen we graag een interview afnemen van jullie. Jullie krijgen van ons de keuze om dit te typen of om een mondeling interview te doen online via Google Meets. Dit mondelinge interview gaat waarschijnlijk minder tijd in beslag nemen (± 10 min.). Als jullie kiezen om de antwoorden te typen mag je gebruik maken van het bestand in bijlage: dit zijn 6 vragen.

Graag zo snel mogelijk antwoord en alvast bedankt!

Bijlage van de mail:

Beste leerling,

Je hebt zes weken lang deelgenomen aan het wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd door de Universiteit Hasselt in samenwerking met het GO! Atheneum, Campus Van Eyck.

Graag zouden we het verloop van dit onderzoek en de ervaringen van jullie als leerlingen in beeld willen brengen op onze website. Dit verloopt volledig anoniem, enkel wij als onderzoekers kennen je naam maar geven dit niet door aan de leerkrachten, ouders, of anderen.

We zouden je willen vragen om onderstaande vragen zo volledig en uitgebreid mogelijk te beantwoorden. Hiermee help je ons erg in ons onderzoek.

- 1. Hoe heb jij dit onderzoek over het algemeen ervaren?*
- 2. Vond je de CogiTraining moeilijk om uit te voeren?*
- 3. Hoe vond je de combinatie van de uitvoering met de SenseBall en de leerstof?*
- 4. Je hebt leerstof aardrijkskunde, biologie en Frans ingeoeft via CogiTraining.*
 - 4.1. Was er een verschil tussen deze trainingen?*
 - 4.2. Welke verliep gemakkelijker of moeilijker? Leg uit.*

5. Zou je in de toekomst graag nog vaker leerstof inoefenen op school via CogiTraining? Waarom wel/niet?

6. Heeft de CogiTraining er voor gezorgd dat je thuis je leerstof minder lang hebt moeten studeren?

7.5.2 Interview leerkrachten

Onderstaand bericht werd per mail aan de leerlingen bezorgd:

Beste leerkracht

U heeft dit schooljaar meegewerkt aan het onderzoeksproject van de UHasselt, namelijk de CogiTraining. Graag zouden we u enkele vragen stellen hieromtrent onder vorm van een interview. De verwerkte antwoorden zullen zichtbaar worden op onze website.

Wij willen u dus vragen of u wenst deel te nemen aan dit interview. Daarnaast willen we u vragen of u wil dat deze antwoorden al dan niet worden geanonimiseerd. Duid daarom één van onderstaande antwoordmogelijkheden aan:

- Ik wens deel te nemen aan dit interview, en dit moet NIET geanonimiseerd verlopen.
- Ik wens deel te nemen aan dit interview, en dit moet WEL geanonimiseerd verlopen.
- Ik wens niet deel te nemen aan dit interview.

Hieronder volgen de vragen van het interview.

1. Had u al eerder gehoord over CogiTraining? Zo ja, waar heeft u dit eerder gehoord?

2. Voorafgaande verwachtingen met betrekking tot de CogiTraining:

2.1 Wat waren voorafgaand uw verwachtingen? Leek het u haalbaar om toe te passen tijdens de lessen, leek het u nuttig om toe te passen tijdens de lessen, ...?

2.2 Wat zijn uw verwachtingen met betrekking tot de toetsresultaten van de leerlingen die de CogiTraining hebben uitgevoerd?

2.3 Had u nog andere verwachtingen?

3. Hoe vond u het om de CogiTraining toe te passen?

3.1 Is het praktisch haalbaar om dit toe te passen in uw les?

3.2 Is het moeilijk om dit toe te passen in uw les?

3.3 Ziet u er, los van het onderzoek, voordelen van in om dit toe te passen in uw les?

4. Zou u dit in de toekomst nog willen toepassen in uw lessen?

4.1 Indien nee: waarom niet? Leg uit.

4.2 Indien ja: waarom wel? Leg uit.

5. Zou u zelf nog aanpassingen doen om deze CogiTraining op een betere manier te laten verlopen?

6. Zijn er nog andere elementen die u wenst toe te voegen aan dit interview?

7.6 Bijlage 6: Trainingsschema

Trainingsschema

Reeks 1: Initiatie	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Bal zwaaien naar links en rechts op een rustig tempo. Als de bal naar rechts zwaait, rechtervoet vooruit plaatsen. Hierna voet terugplaatsen op normale positie.</p> <p>Herhalen met linkerhand en linkervoet.</p>
	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Bal zwaaien naar links en rechts op een rustig tempo. Als de bal naar rechts zwaait, rechtervoet achteruit plaatsen. Hierna voet terugplaatsen op normale positie.</p> <p>Herhalen met linkerhand en linkervoet.</p>
	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Bal zwaaien naar links en rechts op een rustig tempo. Als de bal naar rechts zwaait, rechtervoet vooruit plaatsen. Als de bal naar links zwaait, rechtervoet achteruit plaatsen.</p> <p>Herhalen met linkerhand en linkervoet.</p>
	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Bal zwaaien naar links en rechts op een rustig tempo. Als de bal naar rechts zwaait, linkervoet schuin vooruit plaatsen. Als de bal naar links zwaait, bij stappen.</p> <p>Herhalen met linkerhand en linkervoet.</p>
	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Bal zwaaien naar links en rechts op een rustig tempo. Als de bal naar rechts zwaait, linkervoet schuin achteruit plaatsen. Als de bal naar links zwaait, bij stappen.</p> <p>Herhalen met linkerhand en linkervoet.</p>
	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Bal zwaaien naar links en rechts op een rustig tempo. Als de bal naar rechts zwaait, linkervoet schuin vooruit plaatsen. Als de bal naar links zwaait, bij stappen. Als de bal naar rechts zwaait, linkervoet schuin achteruit plaatsen. Als de bal naar links zwaait, bij stappen.</p> <p>Herhalen met linkerhand en linkervoet.</p>
Reeks 2: Binnenkant voet	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Afwisselend met de binnenkant van de rechter- en linkervoet tikken tegen de bal.</p>
	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Afwisselend met de binnenkant van de rechter- en linkervoet 2x tikken tegen de bal.</p>
	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Tikken met de binnenkant van de rechtervoet tegen de bal. Trippelen met de voeten. Tikken met de binnenkant van de linkervoet tegen de bal herhalen.</p>
	<p>Herhaal de bovenstaande oefeningen met de Senseball in de linkerhand te nemen en te tikken met de binnenkant van de linkervoet tegen de bal.</p>
Reeks 3: Wreef	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Afwisselend met de wreef van de rechter- en linkervoet tikken tegen de bal.</p>
	<p><i>SenseBall</i> in rechterhand nemen. Afwisselend met de wreef van de rechter- en linkervoet 2x tikken tegen de bal.</p>

SenseBall in rechterhand nemen. Tikken met de wreef van de rechtervoet tegen de bal. Trippelen met de voeten. Tikken met de wreef van de linkervoet tegen de bal. Herhalen.

Herhaal de bovenstaande oefeningen met de Senseball in de linkerhand te nemen en te tikken tegen de bal met de linkervoet.

Reeks 4:
Binnenkant voet en wreef

SenseBall in rechterhand nemen. Tikken met binnenkant rechtervoet en tikken met wreef rechtervoet tegen bal. Herhaal met linkervoet.

SenseBall in rechterhand nemen. 2x tikken met binnenkant rechtervoet en 2x tikken met wreef rechtervoet tegen bal. Herhaal met linkervoet.

SenseBall in rechterhand nemen. Tikken met binnenkant rechtervoet tegen bal. Trippelen met de voeten. Tikken met de wreef van de rechtervoet tegen de bal. Herhaal met linkervoet.

Reeks 5:
Binnenkant voet - achterwaarts

SenseBall in rechterhand nemen. Tikken met binnenkant rechtervoet achterwaarts tegen de bal. Tikken met binnenkant linkervoet achterwaarts tegen de bal.

Reeks 6:
Binnenkant voet - stappen

SenseBall in rechterhand nemen. Afwisselend met de binnenkant van de rechter- en linkervoet tikken tegen de bal en terwijl voorwaarts stappen.

Reeks 7: Wreef - stappen

SenseBall in rechterhand nemen. Afwisselend met de wreef van de rechter- en linkervoet tikken tegen de bal en terwijl voorwaarts stappen.

Reeks 8:
Binnenkant voet en wreef - stappen

SenseBall in rechterhand nemen. Tikken met binnenkant rechtervoet en tikken met wreef rechtervoet tegen bal en terwijl voorwaarts stappen. Herhaal met linkervoet.