



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Intense fysieke inspanning voor meer focus en taakgericht gedrag

Stijn Vanderleyden

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting engineering en technologie

PROMOTOR :

Prof. dr. Hannelore BOVE

COPROMOTOR :

Prof. dr. Kris JANSSENS



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be
Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2020
2021



School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Intense fysieke inspanning voor meer focus en taakgericht gedrag

Stijn Vanderleyden

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting engineering en technologie

PROMOTOR :

Prof. dr. Hannelore BOVE

COPROMOTOR :

Prof. dr. Kris JANSSENS

Woord vooraf

Deze scriptie is geschreven in het kader van de opleiding Educatieve Master aan de Universiteit Hasselt en is gedaan in samenwerking met het GO! Atheneum Campus Van Eyck in Maaseik.

In deze masterproef zijn de expertises van alle studenten aan bod gekomen. Ondanks de Covid-19 crisis hebben wij een goede samenwerking kunnen ontwikkelen om deze masterproef tot een goed einde te brengen.

Hierbij willen we onze promotoren, Prof. dr. Hannelore Bové en Prof. dr. Kris Janssens bedanken voor de begeleiding tijdens deze masterproef. Dankzij hun hulp en motivatie hebben wij telkens de weg gevonden doorheen het uitdagende proces van deze masterproef.

Daarnaast willen wij ook alle betrokkenen van het GO! Atheneum Van Eyck in Maaseik bedanken en in het bijzonder de directrice, mevr. Daisy Merlo. Dankzij haar zijn alle deuren voor ons opengegaan om het wetenschappelijk onderzoek uit te voeren.

Verder willen wij ook nog de heer Michel Bruyninckx bedanken voor de feedback en hulp bij het opstellen van het interventieprotocol.

Tenslotte willen wij iedereen bedanken die van dichtbij en veraf betrokken is geweest bij deze masterproef.

Dennis Grochowczak
René Reumkens
Sander De Groote
Stijn Vanderleyden

Diepenbeek, 1 juni 2021

Inhoud

Woord vooraf	1
Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	7
Verklarende woordenlijst	9
Abstract.....	11
1 Inleiding en literatuurstudie.....	13
1.1 Sedentaire levensstijl als uitdaging van de 21 ^{ste} eeuw.....	13
1.2 Voordelen van fysieke activiteit	13
1.3 Invloed fysieke activiteit op het brein.....	14
1.4 Effect fysieke activiteit op mentaal welbevinden	15
1.5 Effect van fysieke activiteit op academische prestaties	15
1.6 Effect fysieke activiteit op executieve functies	16
1.7 Onderzoeksopzet	16
2 Onderzoeksmethoden	17
2.1 Probleemstelling en literatuurstudie	17
2.1.1 Probleemstelling en zoekstrategie literatuurstudie.....	17
2.1.2 Resultaten literatuurstudie.....	18
2.2 Deelnemende school.....	19
2.3 Studiedesign	19
2.4 Interventieprotocol	20
2.4.1 Interventiegroep (HIIT)	20
2.4.2 Controlegroep	21
2.5 Testperiode.....	21
2.6 Metingen	21
2.6.1 Executieve functies.....	21
2.6.2 Welzijnsfactoren	23
2.7 Verwerking ruwe testdata	23
2.8 Statistische analyses	24
3 Onderzoeksresultaten	25
3.1 Leerlingenkarakteristieken.....	25
3.2 Executieve functies resultaten.....	25
3.2.1 Attention Network Test	26
3.2.2 Attention Span Test.....	27
3.2.3 Stop-Signal Task	28
3.3 Welzijn resultaten	29
3.3.1 Pedagogisch klimaat	29
3.3.2 Sociale relaties	29
3.3.3 Academisch zelfconcept.....	29

3.3.4	Betrokkenheid	29
3.3.5	Tevredenheid	29
3.4	Resultaten univariate variantieanalyse	31
3.4.1	Resultaten Mixed Span MRT eindmeting	31
3.4.2	Resultaten Operation Span MRT eindmeting	33
3.4.3	Resultaten Reading Span MRT eindmeting	34
4	Conclusie en discussie	37
4.1	De invloed van HIIT op executieve functies	37
4.2	De invloed van HIIT op welzijnsfactoren	38
4.3	Sterktes en zwaktes van de studie	38
4.4	Suggesties voor toekomstig onderzoek	39
4.5	Conclusie	39
	Bibliografie	41
	Bijlagen	45
	Bijlage 1: Opwarming HIIT	45
	Bijlage 2: Borg RPE-schaal	47
	Bijlage 3: HIIT-observatieformulier	48
	Bijlage 4: Vragenlijst welbevinden (Onderwijsinspectie van de Vlaamse Overheid)	49
	Bijlage 5: Baselinewaardes van de leerlingen tussen de beide groepen	51
	Bijlage 6: Postinterventiewaardes van de leerlingen tussen de beide groepen	52

Lijst van tabellen

Tabel 1: Kernwoorden op basis van de deelcomponenten in het PICO-systeem.....	17
Tabel 2: Opdeling van de populatie volgens studierichting en geslacht	19
Tabel 3: Opdeling van de populatie volgens geboortjaar	19
Tabel 4: Overzicht van oefeningen in 1 bout.....	20
Tabel 5: Opbouw van de intensiteit doorheen de interventieperiode.....	20
Tabel 6: Resultaten van de ANT-test bij de controle- en de interventiegroep.	26
Tabel 7: Resultaten van de Attention Span Test bij de controle- en de interventiegroep.	27
Tabel 8: Resultaten van de Attention Span Test bij de controle- en de interventiegroep.	28
Tabel 9: Resultaten van de welzijnsfactoren bij de controle- en interventiegroep.	30
Tabel 10: ANCOVA model voor de resultaten van de Mixed Span MRT eindmeting	31
Tabel 11: ANCOVA model voor de Operation Span MRT-eindmetingresultaten. P-waardes van de verschillende onafhankelijke variabelen en covariaten met hun interactie-effect. η^2 is de partiële eta squared (η^2) en is de maatstaf voor effect size bij een ANCOVA-analyse.....	33
Tabel 12: ANCOVA model voor de Reading Span MRT-eindmeting resultaten. P-waardes van de verschillende onafhankelijke variabelen en covariaten met hun interactie-effect. η^2 is de partiële eta squared (η^2) en is de maatstaf voor effect size bij een ANCOVA-analyse.....	35

Lijst van figuren

Figuur 1: Een model van Diehl et al. (2014) dat aantoont hoe sportactiviteiten zowel de fysieke, mentale als de sociale aspecten van een adolescent kunnen beïnvloeden (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018)	14
Figuur 2: PRISMA-flowchart van de studie selectie in de literatuurstudie	18
Figuur 3: ANT instructiescherm: pijlen en kruisjes	21
Figuur 4: Stop-Signal Task fixatiesignalen, linkerpil go-taakstimulus, rechterpil go-taakstimulus, linkerpil stopsignaal en rechterpil stopsignaal.	22
Figuur 5: Veranderingen in de Gemiddelde Mixed Span MRT-waardes (eindmeting) per geslacht en per groep na correctie. * = $p < 0,05$ tussen de controlegroep en de HIIT groep bij de jongens.	32
Figuur 6: Aangepaste gemiddeldes van de Operation Span MRT-waardes (eindmeting) na correctie per geslacht en groep.	34
Figuur 7: Aangepaste gemiddeldes van de Reading Span MRT-waardes (eindmeting) na correctie per geslacht en groep.	35

Verklarende woordenlijst

ANT	Attention Network Test
AP	Academische Prestaties
BDNF	Brain Derived Neurotrophic Factor
Bout	Achtereenvolgende herhaling van de oefeningen van de training
HIIT	High Intensity Interval Training
HR _{max}	Maximale hartslag
MICT	Matig-Intense Continue Training
Merr	Mean Error Ratio
MRT	Mean Reaction Time
PICO	Patient, Intervention, Comparison, Outcome
Pre-posttest control group design	Type van true experimental design waarbij participanten willekeurig verdeeld worden in een interventie- en controlegroep. Beide groepen ondergaan een meting voor en na de blootstelling van de interventiegroep aan een treatment.
SSRT	Stop Signal Reaction Time
WRR	Work-Rest-Rate

Abstract

Achtergrond De elektronische revolutie in de westerse maatschappij leidt tot een toename van een sedentaire levensstijl en een gebrek aan fysieke activiteit bij jongeren. Deze ontwikkeling heeft een nefaste invloed op hun fysieke en mentaal welbevinden. Voldoende fysieke activiteit heeft namelijk niet alleen een positieve invloed op cardiovasculaire en musculoskeletale systemen, maar ook op breinplasticiteit, cognitie en het mentale welzijn. Eén specifieke vorm van fysieke activiteit is Hoge Intensiteit Interval Training (HIIT). Bestaand onderzoek naar de effecten van HIIT op cognitie en het mentale welzijn bij adolescenten is onvoldoende uitgediept, zeker in een klascontext.

Doelstelling Deze studie onderzocht of langdurige HIIT een invloed heeft op de executieve functies en de welzijnsfactoren van adolescenten in een klascontext.

Methode Het onderzoek is uitgevoerd volgens een *pre-posttest control group design* bij 36 leerlingen van de 3^{de} graad secundair onderwijs in GO! Atheneum Campus Van Eyck te Maaseik. De interventiegroep (n=23) kreeg hierbij 12,0±1,9 SD HIIT-sessies verdeeld over 5 weken, waarbij de inspanningstijd wekelijks werd opgebouwd tijdens de eerste 3 weken om de intensiteit hoog te houden. Voor en na deze interventieperiode werden 3 cognitieve testen bij de deelnemers van de interventie- en controlegroep afgenomen om de alertheid, oriëntering (het selecteren van informatie die binnenkomt via de zintuigen), de aandachtsspanne (het werkgeheugen) en de inhibitie/impulscontrole te meten. Ook werd het welzijn gemeten aan de hand van een vragenlijst van de Vlaamse Overheid.

Resultaten De analyse van de welzijnstesten toonde geen significante verschillen tussen beide groepen na interventie ($p > 0,05$). De *Attention Network Test* (ANT), welke alertheid en oriëntering meet, toonde geen significante resultaten voor beide groepen na de interventie ($p = 0,09$ voor de controlegroep; $p = 0,08$ voor de interventiegroep). Voor de 3 *Attention Span Testen*, welke de aandachtsspanne meten, was een significant effect na interventie. Voor de controlegroep was dit bij de *Mixed Span MRT* ($p = 0,01$) en *Reading Span MRT* ($p < 0,01$), voor de interventiegroep was dit bij de *Mixed Span MRT* ($p = 0,014$), de *Operation Span MRT* ($p = 0,033$) en de *Reading Span MRT* ($0,003$). De *Stop-Signal Task*, die inhibitie/impulscontrole meet, toonde geen significante resultaten voor beide groepen na de interventie ($p = 0,51$ voor de controlegroep; $p = 0,92$ voor de interventiegroep). Tot slot is een univariate variantieanalyse gebeurd voor de 3 *Attention Span Testen*. Hieruit werd er binnen de onafhankelijke variabele 'geslacht' een significante daling gevonden bij de gemiddelde eindmetingwaardes van de *Mixed Span MRT* bij de jongens in vergelijking met de meisjes ($p = 0,01$).

Conclusie en discussie Deze studie toont aan dat HIIT relatief eenvoudig binnen klascontext te implementeren is en de negatieve effecten van een sedentaire levensstijl bij adolescenten tegen kan gaan. Een kanttekening hierbij is dat de Covid-19 crisis, de korte interventieperiode, het beperkte zicht op de intensiteit van de HIIT, de uitgestelde eindmeting en de kleine populatie het resultaat van deze studie mogelijk beïnvloed hebben. Daarnaast toont de bestaande literatuur heterogene resultaten aan. Vervolgonderzoek dient te worden uitgevoerd om na te gaan of de initiële bevindingen uit deze studie bevestigd kunnen worden en eventueel uitgebreid kunnen worden met nieuwe inzichten.

1 Inleiding en literatuurstudie

1.1 Sedentaire levensstijl als uitdaging van de 21^{ste} eeuw

Kinderen en jongeren in deze tijd hebben een steeds meer sedentaire (= zittende) levensstijl vergeleken met enkele tientallen jaren geleden. De reden hiervoor is dat de huidige samenleving de jongeren uitnodigt om veel en lang stil te zitten zowel tijdens de lessen op school als tijdens de vrije tijd door de veelvuldige beeldscherm activiteiten. De Coronapandemie zorgde ervoor dat deze sedentaire levensstijl nog verder wordt aangemoedigd. Dit aangezien de kinderen online les kregen, waardoor ze genoodzaakt zijn om lange periodes achter hun beeldscherm door te brengen. Wereldwijd zou volgens een recente studie van de WHO meer dan 80% van de jong adolescenten niet actief genoeg zijn (Guthold et al., 2020). Zij leggen de oorzaak van deze inactiviteit bij de elektronische revolutie die sinds enkele jaren de maatschappij overheerst. Het probleem is zelfs zo erg dat de aanpak van een zittende levensstijl bij jongeren in een syntheserapport van Het Vlaams Instituut voor Gezondheids promotie en Ziektepreventie wordt vergeleken met “de uitdaging” van de 21ste eeuw (Vigez, 2015).

De gezondheidsrisico's bij een meer sedentair gedrag en verhoogde schermtijd zijn niet te overzien. Zo hebben jongeren tussen de 12 en 18 jaar een grotere kans op fysieke gezondheidsklachten zoals overgewicht (Biddle et al., 2010). Naast fysieke gezondheidsrisico's gaat ook het mentale welzijn van de jongeren erop achteruit. Tremblay et al. (2011) beschrijft dat jongeren met meer schermtijd minder zelfvertrouwen hebben, meer asociaal gedrag vertonen en een lagere slaapkwaliteit kunnen hebben. Ook wordt er gerapporteerd dat deze jongeren zich minder goed kunnen focussen tijdens de lessen en dat ze zelfs minder goede schoolresultaten behalen (Vigez, 2015).

Deze vermindering in cognitieve functies kan te wijten zijn aan veranderingen die optreden in het brein (Hancox et al., 2004). Dit aangezien de structuur en de functionaliteit van het brein beïnvloed kan worden door verschillende omgevingsfactoren. Takeuchi et al. (2018) toont in een longitudinale studie aan dat het sedentair gedrag gepaard kan gaan met een volumedaling in verscheidene regionale breinregio's die belangrijk zijn bij diverse cognitieve functies (het bilaterale cerebellum, de bilaterale hippocampus, de amygdala, de thalamus, de bilaterale insula en de laterale prefrontale cortex).

1.2 Voordelen van fysieke activiteit

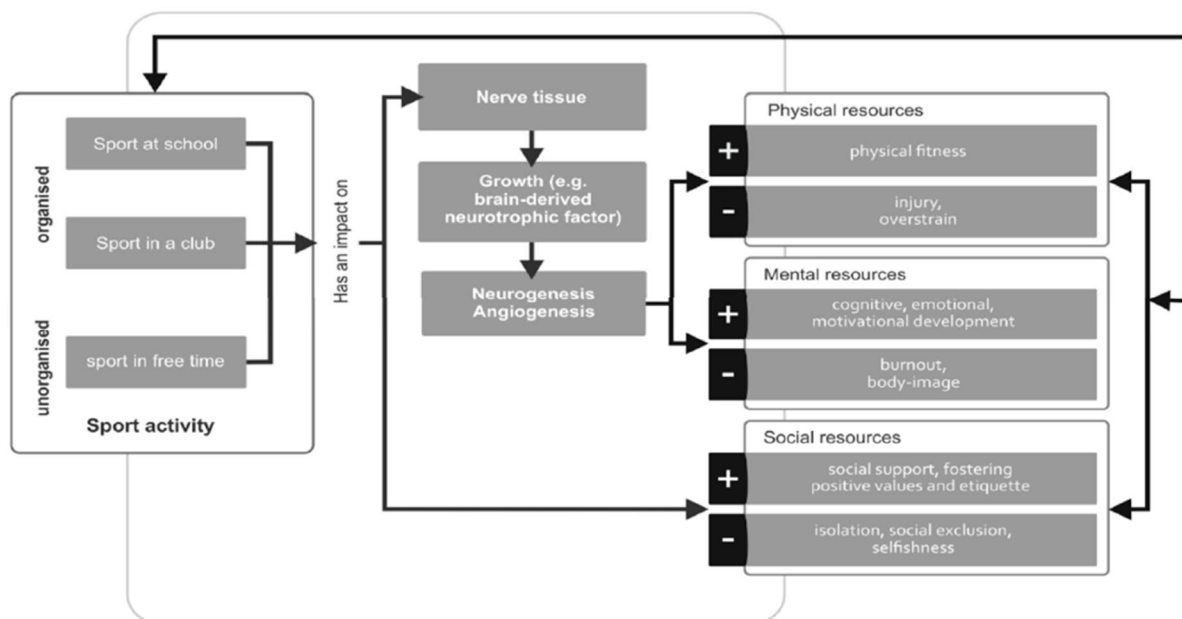
Het is algemeen geweten dat fysieke activiteit goed is voor het cardiovasculaire en musculoskeletale systeem. Daarnaast zou het ook een positief effect hebben op breinplasticiteit, cognitie en het mentale welzijn in diverse populaties (Warburton et al., 2006; Moon & Praag, 2019). Verder speelt fysieke activiteit een belangrijke rol in de preventie van verschillende chronische aandoeningen zoals diabetes en obesitas (Biddle et al., 2010).

Fysieke activiteit is een moeilijk definieerbaar begrip aangezien het kan verschillen op vlak van type, duur en intensiteit van de inspanning. Zo kan er gebruik worden gemaakt van zowel krachttraining als aerobe training. Beide hebben andere doelstellingen. Zo wordt er bij krachttraining vooral gefocust op gewichtdragende activiteiten of bewegingen om de spierkracht en het spiervolume te doen toenemen. Bij aerobe training focust men zich op het prikkelen van het cardiovasculaire systeem waarbij de doelstelling voornamelijk ligt op het verbeteren van de uithouding. Men kan beide type trainingen onderverdelen op verschillende manieren. Een veelgebruikte manier is een indeling naargelang de intensiteit van de beweging (Fisher et al., 2015). Zo zijn er twee grote vormen van trainingsprincipes: Matig-Intense Continue Training (MICT) en Hoge Intensiteit Interval Training (HIIT). Typisch aan de MICT-trainingsprincipes is de continue duur van een beweging en dit met een duur tussen de 30 en de 50 minuten per sessie. Voorbeelden hiervan zijn dansen, wandelen, joggen en fietsen, waarbij de intensiteit van de bewegingen tussen de 60 en 75% van de maximale hartslag (HR_{max}) zit.

Daarnaast kan er ook gebruik worden gemaakt van HIIT. Deze intensieve vorm van intervaltraining wisselt hoge intense trainingsintervallen ($> 85\% \text{HR}_{\text{max}}$) af met korte periodes van relatieve rust. Deze vorm van activiteit werd voor het eerst gebruikt als een meer tijdsefficiënte en doeltreffende optie voor het verbeteren van de aerobe conditie in vergelijking met traditionele MICT-trainingsprincipes (Ouerghi et al., 2017; Cigerci & Genc, 2020).

1.3 Invloed fysieke activiteit op het brein

Een model van Diehl et al. (2014) toont aan dat fysieke activiteit bij jongeren het functioneren en de organisatie van het brein kan beïnvloeden door een impact te hebben op zowel de neurogenese als angiogenese. Dit via factoren die zenuwcellen stimuleren zoals de *Brain-Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) en angiogene factoren zoals de *Vascular Endothelial Growth Factor* (Figuur 1) (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018). Zo ontstaat er op korte en lange termijn een verhoging van synaptische verbindingen en een daling in celdood binnen regio's verantwoordelijk voor de cognitieve functies zoals de hippocampus (Cox et al., 2016). Deze zaken zouden volgens het model van Diehl et al. (2014) een mogelijke rol spelen in de verbetering van verschillende executieve functies (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018). Laatstgenoemden zijn een verzameling van regelfuncties van de hersenen die essentieel zijn voor het realiseren van doelgericht gedrag, het vasthouden van aandacht en het onthouden en flexibel gebruiken van informatie. Deze functies stellen een persoon in staat om meta-cognitief gedrag te vertonen (Blair, 2017). Dit zijn vaardigheden die van belang zijn in zowel het dagelijkse leven als voor de schoolprestaties van de adolescent, zoals bijvoorbeeld plannen en het inschatten van het eigen kennen en kunnen. Ten slotte zijn er studies die aantonen dat een actievere levensstijl mogelijk een positieve invloed heeft op het frontale-pariëtale netwerk en de hippocampus. Beide hersenstructuren spelen een belangrijke rol in verschillende *executieve functies* (Valkenborghs et al., 2019).



Figuur 1: Een model van Diehl et al. (2014) dat aantoont hoe sportactiviteiten zowel de fysieke, mentale als de sociale aspecten van een adolescent kunnen beïnvloeden (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018)

1.4 Effect fysieke activiteit op mentaal welbevinden

Mentaal welbevinden omvat verschillende aspecten, zoals mentale weerbaarheid, algemeen welzijn en zelfvertrouwen. Jongeren zitten in een fase van het leven waarin ze veel ontwikkelingen doormaken, zowel op lichamelijk als psychologisch vlak (Lubans et al., 2016). Het belang van mentale gezondheid voor deze doelgroep kan dus niet voldoende onderstreept worden. Tal van studies, waaronder Biddle et al. (2019), hebben reeds aangetoond dat er een positief verband is tussen mentaal welbevinden en fysieke activiteit. In deze studie was het de bedoeling om, aan de hand van systematische reviews en meta-analyses, een oorzakelijk verband te vinden tussen fysieke inspanningen en mentale gezondheid in kinderen en adolescenten. De hoge mate van heterogeniteit van de studies in deze review zorgden ervoor dat er geen conclusie gemaakt kon worden over welke mate van fysieke inspanning optimaal is voor het mentaal welbevinden (Biddle et al., 2019). Om het mentale welzijn en het algemene welbevinden van jongeren te verbeteren, kan het dus een oplossing zijn om jongeren te stimuleren om meer te bewegen. Wu et al. (2017) en Andermo et al. (2020) pleiten voor het installeren van een zogenaamd 'bewegingsprogramma' op school. Hoe meer fysieke interventies er worden gedaan, hoe groter de potentiële gezondheidsvoordelen (Wu et al., 2017). Hoewel de meeste studies een positieve invloed zagen na het toedienen van fysieke activiteit, heeft Lubans et al. (2016) geen significante impact gevonden op deelaspecten van het mentaal welbevinden. Volgens Costigan et al. (2016) heeft een HIIT-interventie een positief effect op het mentaal welbevinden, al zijn deze resultaten niet significant en moet er verder onderzoek gedaan worden.

Zoals hierboven reeds aangehaald, moet er ook gewezen worden op de hoge mate van heterogeniteit in de studies rond dit *topic*. Zo bestaat er nog geen consensus over het type inspanning dat geleverd dient te worden. Het onderliggende mechanisme dat aan de basis hiervan ligt dient ook nog verder te worden onderzocht.

1.5 Effect van fysieke activiteit op academische prestaties

Verschillende studies bevestigen een positief effect van fysieke inspanningen op academische prestaties (AP) (Sullivan et al., 2017; Li et al., 2017; Singh et al., 2019). Toch is dit effect nog niet eenduidig: zo had de review van Li et al. (2017) slechts drie studies vergeleken die van lage tot matige kwaliteit waren en bemerkt Singh et al. (2019) dat slechts vijftien van de 25 studies een significant positief effect aantonen van fysieke interventies op de academische prestaties van jongeren.

Er is een sterk bewijs voor een positief effect van fysieke inspanningen op wiskundige prestaties (Singh et al., 2019). Deze resultaten werden bevestigd in een systematische review van Sneck et al. (2019): zij zagen dat dit positieve effect voornamelijk aanwezig was bij fysieke activiteiten met een kortere duur en aan een hogere intensiteit.

Sullivan et al. (2017) vermoedt dat deze positieve associatie afkomstig is van het effect op het academisch gedrag. Fysieke activiteit heeft een positief effect op parameters zoals organisatie, planning, aandacht en impulscontrole. Belangrijk hierbij is dat enkel interventies tussen de 5 en 10 minuten een significant effect vertonen (Sullivan et al., 2017). Weliswaar kan AP worden beïnvloed door verschillende niet-cognitieve factoren zoals sociaal-emotionele status, motivatie en klasgroep-praktijken, welke nog niet geïncorporeerd zijn in hedendaags onderzoek.

1.6 Effect fysieke activiteit op executieve functies

Executieve functies zijn een onderdeel van de cognitieve functies. Laatstgenoemden omvatten alle processen in de hersenen om informatie op te nemen en te verwerken. Over het algemeen kan worden gesteld dat executieve functies de overkoepelende term is voor alle vaardigheden die voor taakgericht gedrag zorgen. Denk hierbij aan planning, werkgeheugen, impulscontrole (inhibitie), en focus/aandacht (Herting & Chu, 2017; Hsieh et al., 2020). Met andere woorden, executieve functies zijn een centrale component in het functioneren van het brein in veel alledaagse handelingen (Hsieh et al., 2020). Het zijn cruciale vaardigheden om bij te leren en om goede schoolresultaten te behalen. Het verband tussen executieve functies en academische prestaties verklaart de toenemende interesse in dit *topic*. Zoals reeds aangehaald, zitten adolescenten in een periode waarin ze een grote ontwikkeling doormaken, ook op cognitief niveau. De levensstijl van de jongeren is bepalend voor de cognitieve ontwikkeling gedurende deze periode. De prefrontale cortex, verantwoordelijk voor de cognitieve functies, is de laatste breinregio die maturiteit bereikt en blijft groeien tot de vroege volwassenheid (Li et al., 2017).

Veel studies hebben al een (gering) positief effect van fysieke inspanningen op cognitieve functies aangetoond. De grootste effecten zijn echter te zien op het niveau van de executieve functies, voornamelijk gedurende 30 minuten na de inspanning (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018). Vooral HIIT zou een positieve invloed hebben op cognitieve functies (Herting & Chu, 2017). Bidzan-Bluma & Lipowska, (2018) spreken van een positief effect van fysieke inspanning op executieve functies bij kinderen, met name een verbetering van het werkgeheugen en cognitieve controle (inhibitie). Dezelfde conclusie kan getrokken worden bij een langdurige HIIT als fysieke inspanning (Hsieh et al., 2020). Kortdurende HIIT zou een positief effect hebben bij kinderen en adolescenten, maar dit is enkel op de inhibitie en niet op het werkgeheugen (Hsieh et al., 2020). Dit positief effect bij kortdurende HIIT zou wel groter zijn bij een lagere *Work-Rest-Rate (WRR)* zoals 30s-30s dan bij een hoge WRR zoals 60s-30s.

Ondanks het toenemende aantal studies, zijn de resultaten nog inconsistent (Li et al., 2017; Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018; Wassenaar et al., 2020). Volgens Wassenaar et al. (2020) is er alvast geen sprake van een negatief effect, maar zijn de positieve effecten echter over het algemeen zeer klein. Een oorzaak zou te vinden zijn in het beperkt aantal, maar toch zeer heterogene studies op vlak van intensiteit, duur en het soort van fysieke interventie.

1.7 Onderzoeksopzet

Een recente systematische review van Hsieh et al. (2020) toont aan dat zowel een kortdurend als langdurig HIIT-programma mogelijk een nog positiever effect kan hebben op verschillende executieve functies bij adolescenten in vergelijking met lagere intensiteit programma's. Zo zou een langdurig HIIT-programma zowel een positieve invloed kunnen uitoefenen op het werkgeheugen als op de inhibitie (= de mogelijkheid om op een selectieve wijze de focus te leggen op taak-relevante informatie) van adolescenten (Jeon & Ha, 2017; Hsieh et al., 2020). Momenteel is onderzoek, uitgevoerd naar de veranderingen in executieve functies, AP en welzijnsfactoren na langdurige HIIT-programma's bij adolescenten, heterogeen en oppervlakkig. Om deze lacunes op te vullen zijn er in deze studie twee hoofddoelstellingen opgesteld:

- 1) *Welke invloed heeft een langdurige HIIT-interventie op de executieve functies van adolescenten?*
- 2) *Welke invloed heeft een langdurige HIIT-interventie op de welzijnsfactoren van adolescenten?*

Gebaseerd op de meest recente onderzoeksresultaten uit verscheidene systematische reviews, wordt de volgende hypothese gesteld:

HIIT heeft zowel op de executieve functies als op de welzijnsfactoren van adolescenten een positief effect.

2 Onderzoeksmethoden

2.1 Probleemstelling en literatuurstudie

2.1.1 Probleemstelling en zoekstrategie literatuurstudie

Om na te gaan welke invloed fysieke inspanning op de denkprocessen en welzijnsfactoren bij adolescenten heeft, werd in de eerste fase van deze thesis een literatuurstudie opgesteld. Hierbij werd gekeken naar hetgeen er in de literatuur reeds geweten is over de invloed van zowel MICT- als HIIT-trainingsprincipes op verschillende parameters van de executieve functies bij gezonde adolescenten.

Bij de opstart van de literatuurstudie werd er als eerste stap gebruik gemaakt van het PICO-systeem. PICO staat voor: *patient*, *intervention*, *comparison* en *outcome* (patiënt, interventie, vergelijking en resultaat). Zo kon de probleemstelling vertaald worden naar de volgende hoofdonderzoeksvraag:

“Welke invloed heeft intense fysieke inspanning op de denkprocessen en welzijnsfactoren bij adolescenten?”

Op basis van deze vraagstelling zijn kernwoorden voor deze literatuurstudie geselecteerd. Deze woorden werden achteraf vertaald in het Engels en indien mogelijk werden synoniemen gezocht voor elk kernwoord. In onderstaande tabel worden de kernwoorden weergegeven per deelgebied van het PICO systeem die werden gebruikt in de onderzoeksstrategie. Opvallend is de afwezigheid van specifieke termen onder het deelgebied “*comparison*”. Dit vanwege het ontbreken van enige vergelijkende behandelmethode in de onderzoeksvraag.

Tabel 1: Kernwoorden op basis van de deelcomponenten in het PICO-systeem.

POPULATIE	<ul style="list-style-type: none">- Adolescent- Young people- Teen
INTERVENTIE	<ul style="list-style-type: none">- High-intensity interval training- High intensity training- Moderate intensity continuous training- MICT- HIIT- Exercise
COMPARISON (VERGELIJKING)	/
OUTCOME (RESULTAAT)	<ul style="list-style-type: none">- Cognition- Cognitive functioning- Quality of life- Cognitive control- Attention- Academic performance- On-task behaviour- Memory

Door middel van Booleaanse operatoren werden de verschillende kernwoorden met elkaar gecombineerd binnen in het zoekplan. De definitieve zoekcombinatie is de volgende:

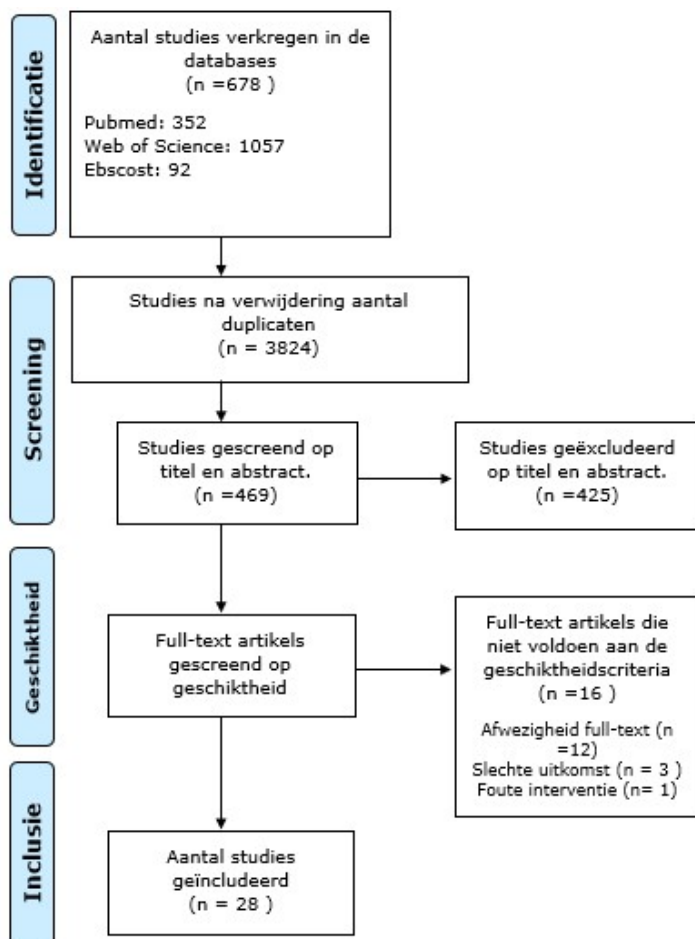
(Adolescent OR ("young people") OR Teen) AND (("High-intensity interval training") OR ("high intensity training") OR ("Moderate intensity continuous training") OR MICT OR HIIT OR exercise) AND (Cognition OR ("cognitive functioning") OR ("Quality of life") OR ("Cognitive control") OR Attention OR ("Academic performance") OR ("On-task behavior") OR ("memory"))

De geraadpleegde databases zijn *Pubmed*, *Ebscohost* en *Web of Science*. Andere databases (o.a. *ERIC* en *PsyInfo*) gaven geen nieuwe toepasselijke publicaties. Dit onderzoek werd eenmalig toegepast op de datum 24/11/2021.

De inclusiecriteria die gebruikt werden zijn studies die Engels- of Nederlandstalig zijn, reviews/meta-analyses of systematische reviews die gebruik maken van een MICT- of HIIT-trainingsprotocol bij adolescenten, en publicaties die jonger zijn dan 5 jaar. De exclusiecriteria zijn publicaties die betalend waren of waarvan enkel het abstract aanwezig was en studies die specifieke pathologische situaties onderzoeken (bv. ADHD, ADD, oncologie, dementie, autisme...).

2.1.2 Resultaten literatuurstudie

Na het uitvoeren van het onderzoeksplan met de vooropgestelde kernbegrippen en operatoren zijn in totaal 678 studies gevonden (352 in *Pubmed*, 92 in *Ebscost* en 234 bij *Web of Science*). Deze studies zijn geïmporteerd in de webapplicatie *Rayyan*. Hierna werden er 209 duplicaten vastgesteld. Hierdoor werden 469 studies gescreend op titel en abstract gebaseerd op de inclusie- en exclusiecriteria. Daarvan bleven 44 artikels over om de full-tekst screening op toe te passen. Uiteindelijk werden 28 artikels geselecteerd om te gebruiken in deze literatuurstudie. Dit is schematisch te zien in Figuur 2.



Figuur 2: PRISMA-flowchart van de studie selectie in de literatuurstudie

2.2 Deelnemende school

Dit onderzoek vond plaats in het GO! Atheneum Campus Van Eyck te Maaseik. De interventie ging door op de speelplaats (in buitenlucht) in deze school. De geldende coronamaatregelen werden ten alle tijden gevolgd.

2.3 Studiedesign

Deze studie werd goedgekeurd door het Comité Medische Ethiek UHasselt. De ouders van de deelnemende leerlingen hebben een *informed consent* moeten ondertekenen. Verder werd alle data geanonimiseerd.

De populatie van dit onderzoek zijn de leerlingen uit de 3de graad ASO van de studierichtingen Humane-Wetenschappen, Wetenschappen-Wiskunde, Latijn-Wiskunde en Economie-Moderne Talen. De leerlingen werden verdeeld over 2 verschillende groepen, een interventiegroep en een controlegroep. Tabel 2 en Tabel 3 tonen meer details over de populatie waarbinnen dit onderzoek uitgevoerd is.

Tabel 2: Opdeling van de populatie volgens studierichting en geslacht

	Studierichting	n	Jongen	Meisje
Interventiegroep	Humane-Wetenschappen	17	10	7
	Economie-Moderne Talen	6	5	1
Controlegroep	Wetenschappen-Moderne Talen	2	0	2
	Wetenschappen-Wiskunde	9	6	3
	Latijn-Wiskunde	2	1	1
Totaal	/	36	22	14

Tabel 3: Opdeling van de populatie volgens geboortjaar

	Geboortjaar	n
Interventiegroep	2003	8
	2004	15
Controlegroep	2002	1
	2003	3
	2004	9
Totaal	/	36

De deelnemers van beide groepen mochten zowel hun dagelijkse activiteiten als hun sportactiviteiten verderzetten zoals ze in het verleden reeds deden. De personen die tot de interventiegroep behoorden, kregen HIIT-sessies aangeboden. Deze trainingssessies werden begeleid door 2 onderzoekers die verantwoordelijk waren voor het motiveren van de deelnemers en de juiste uitvoering van de oefeningen. De deelnemers werden ondergedompeld in een *pre-posttest control group design*. Hierbij dienden ze zowel voor als na het interventieprotocol onder begeleiding uitgebreide metingen uit te voeren. Daarnaast zijn ook het gewicht en de lengte (en dus ook het BMI) van alle deelnemers eenmalig gemeten.

2.4 Interventieprotocol

2.4.1 Interventiegroep (HIIT)

Het HIIT-protocol kwam tot stand met de hulp van Prof. dr. Hannelore Bové en Prof. dr. Bert Op 't Eijnde en op basis van literatuur (Reljic et al., 2018). Hierbij is de assumptie gemaakt dat de HIIT uitvoerbaar is voor alle adolescenten. Ter verifiëring is het trainingsschema eenmalig getest voor de interventieperiode

De HIIT duurde 5 minuten en werd gedurende 6 weken 3 maal per week uitgevoerd op school (omwille van Corona is deze training gedurende 5 weken uitgevoerd). De training werd voorafgegaan door een opwarming van 5 minuten, die bestond uit lichte mobiliteitsoefeningen en ter plaatse stappen. Voor meer details over de opwarming wordt verwezen naar Bijlage 1: Opwarming HIIT. De HIIT zelf bestond uit het periodiek uitvoeren van zoveel mogelijk *bouts* (= één herhaling van alle oefeningen) binnen de voorziene inspanningstijd. Tabel 4 toont de oefeningen waaruit één *bout* bestond. Tijdens de periode die bestemd was voor recuperatie dienden de leerlingen ter plaatse te marcheren om geen vasculaire terugslag te ontwikkelen. De intensiteit die bereikt moest worden, was minimum 15 op de Borg RPE-schaal (Bijlage 2: Borg RPE-schaal).

Tabel 4: Overzicht van oefeningen in 1 *bout*

Volgorde	Oefening
1.	3x <i>starjump</i> (<i>jumping jacks met squat</i>)
2.	3x <i>burpee</i> (1 <i>pompen</i> , 2 <i>rechtstaan</i> , 3 <i>springen</i>)
3.	3x <i>mountainclimber</i> (L+R=1)
4.	3x <i>high knees</i> (L+R=1)

Deze oefeningen werden gedemonstreerd in instructievideo's die steeds beschikbaar waren op de website¹ zodat de leerlingen deze oefeningen thuis konden bekijken. Ook werd de inspanningstijd verlengd doorheen de interventieperiode om de intensiteit hoog te houden (Tabel 5).

Tabel 5: Opbouw van de intensiteit doorheen de interventieperiode

Week	Inspanning	Actieve recuperatie	Totale duur
Week 1	15 seconden	45 seconden	5 x 1 min (15 + 45 seconden)
Week 2	20 seconden	40 seconden	5 x 1 min (20 + 40 seconden)
Week 3	25 seconden	35 seconden	5 x 1 min (25 + 35 seconden)
Week 4, 5, 6	30 seconden	30 seconden	5 x 1 min (30 + 30 seconden)

Om controle over de uitvoering van deze HIIT te verzekeren, hebben de aanwezige onderzoekers op basis van een observatieformulier details over elke training in een logboek bijgehouden. Dit formulier is terug te vinden in Bijlage 3: HIIT-observatieformulier. Genoteerde data zijn: de start- en eindtijd van de training, de aanwezigheden, onvoldoende deelname van leerlingen en eventuele opmerkingen.

¹ <https://sites.google.com/student.uhasselt.be/cogitraining-hiit/interventie-oefeningen/intense-fysieke-inspanning>

2.4.2 Controlegroep

De leerlingen die toegewezen waren aan de controlegroep werden vrijgesteld van het interventieprotocol. Ze kregen geen specifieke taak aangeboden en mochten hun dagelijkse activiteiten behouden.

2.5 Testperiode

De leerlingen dienden voor en na de 6 weken van het interventieprotocol zowel cognitieve functie testen als welzijnstesten uit te voeren. Omwille van verstrengde coronamaatregelen was deze testperiode tot 5 weken ingekort en heeft de eindmeting pas 3 weken na de laatste HIIT-sessie plaatsgevonden.

2.6 Metingen

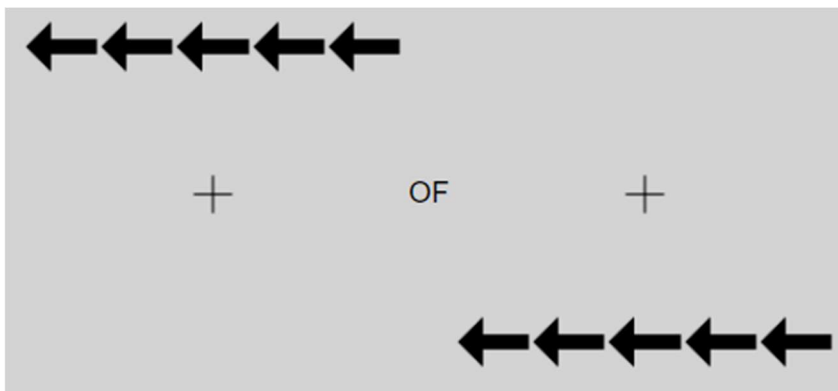
2.6.1 Executieve functies

Om meer inzicht te krijgen in de cognitieve vaardigheden van de leerlingen werd er gebruik gemaakt van 3 verschillende testen: de *Attention Network Test (ANT)*, de *Stop-Signal Task (STOP-IT)* test en de *Attention Span Test*. Deze testen duren telkens 5-7 minuten met een totale duur van 30-40 minuten. Tussen elke test werd er gevraagd aan de deelnemers om telkens 3 minuten pauze te nemen voor ze naar de volgende test gingen, om zo geen cognitieve overbelasting te genereren. Hieronder volgt een korte uitleg over deze 3 testen.

2.6.1.1 Attention Network Test (ANT)

De *Attention Network Test (ANT)* wordt gebruikt om meer inzicht te krijgen in de snelheid en variabiliteit van informatieverwerking, ruimtelijke aandacht en alertheid alsook de snelheid en kwaliteit van interferentiecontrole. Op deze manier wordt onderzoek gedaan naar 3 belangrijke attentionele netwerken in de hersenen: het alertheidsnetwerk (ANT alert), het oriënteringsnetwerk (ANT orient) en het executieve netwerk (ANT conflict) van de testpersoon (Fan et al., 2002). De test gebruikt hierbij de reactietijd als kwantificatie voor de efficiëntie.

Tijdens de test zal de gebruiker 5 pijlen op het scherm zien verschijnen. Hierbij is het de bedoeling om snel en correct aan te duiden welke kant de centrale pijl op wijst, rekening houdend met de sterretjes en kruisjes (Figuur 3). Bij het verschijnen van sterretjes en kruisjes zal de testpersoon zich moeten focussen op dit kruisje of sterretje en ook weer correct aanduiden welke kant de centrale pijl op wijst.

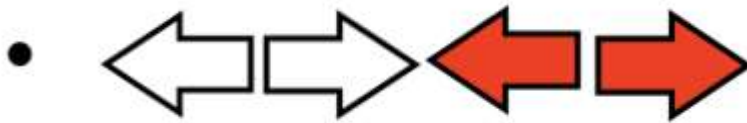


Figuur 3: ANT instructiescherm: pijlen en kruisjes

2.6.1.2 Stop-Signal Task (STOP-IT)

De *Stop-Signal Task* gebruikt de reactietijd en het al dan niet fout reageren als indicatie voor de responsinhibitie en impulscontrole (Lappin & Eriksen, 1966; Logan & Cowan, 1984; Vince, 1948). De test wordt uitgevoerd met een PC-software en duurt ongeveer vijf minuten (de Leeuw, 2015; Verbruggen et al., 2008; Verbruggen et al., 2019). De go-taak (75% van de proef) bestaat uit het zo snel mogelijk correct drukken op de linker- of rechter pijltoets als reactie op de weergegeven pijlrichting op het scherm. Bij de stopsignaal-taak (25% van de proef) kleurt de pijl rood (visueel stopsignaal) na een variabele vertraging en dient de participant zijn reactie (i.e. drukken op een pijltoets) te stoppen.

Onderstaande figuur toont van links naar rechts: het fixatiesignaal, linkerpijl go-taakstimulus, rechterpijl go-taakstimulus, linkerpijl stopsignaal en rechterpijl stopsignaal.



Figuur 4: *Stop-Signal Task* fixatiesignalen, linkerpijl go-taakstimulus, rechterpijl go-taakstimulus, linkerpijl stopsignaal en rechterpijl stopsignaal.

2.6.1.3 Attention Span Test

De *Attention Span Test* is een verzameling van de *Reading Span Test*, *Operation Span Test* en *Mixed Span Test*. Deze tests onderzoeken de aandachtsspanne van het werkgeheugen dat instaat voor het parallel onthouden (Baddeley & Hitch, 1974). De test kan uitgevoerd worden met behulp van een PC-software en de drie tests duren samen ongeveer 30 minuten (Klaus & Schriefers, 2016).

De tests bestaan telkens uit 2 delen. Enerzijds moet de participant met behulp van de pijltjestoetsen beoordelen of zinnen of wiskundige vergelijkingen correct zijn of niet. Hierna verschijnen er woorden, letters of cijfers op het scherm, welke de participant dient te onthouden. Na 2-6 beoordelingen moet deze de onthouden woorden, letters of cijfers ingeven.

2.6.2 Welzijnsfactoren

Om een mogelijke verbetering van welzijnsfactoren vast te stellen, werd er gebruik gemaakt van een vragenlijst die beschikbaar werd gesteld door de Onderwijsinspectie van de Vlaamse Overheid (Onderwijsinspectie, 2013). Deze is terug te vinden in Bijlage 4: Vragenlijst welbevinden (Onderwijsinspectie van de Vlaamse Overheid).

Deze vragenlijst werd voor en na de interventie afgenomen en duurt ongeveer 5 minuten. De vragenlijst bestaat uit 28 meerkeuzevragen met een vierpuntsschaal (1-4). Deze 28 vragen werden onderverdeeld in 5 verschillende subcategorieën: tevredenheid, betrokkenheid, academisch zelfconcept, sociale relaties en pedagogisch klimaat.

2.7 Verwerking ruwe testdata

Uit de ruwe CSV-data die uit de tests kwamen, moesten afhankelijk per test de gewenste variabelen geëxtraheerd worden, alvorens hier statistische analyses op toegepast kunnen worden

Een eerste stap hierbij was om de aparte CSV-bestanden te fuseren tot 1 CSV-bestand voor de controlegroep en interventiegroep en dit zowel voor de nulmeting als de eindmeting na 6 weken interventie. Dit is gedaan met behulp van *Excel*.

De volgende stap was om de gewenste variabelen uit deze CSV-bestanden te halen en tot een data-extractie tabel te brengen, waarop uiteindelijk de statistische analyses toegepast zullen worden. Voor de ANT en de welzijnstest zijn de gewenste variabelen rechtstreeks in *Excel* geëxtraheerd uit de ruwe data. Voor de *Attention Span Test* en *Stop-Signal Task* is hiervoor gebruik gemaakt van R-scripts, uitgevoerd met het softwarepakket *RStudio Version 1.4.1103*.

De belangrijkste variabelen die uit de ANT en *Attention Span Test* geëxtraheerd zijn, zijn de *MRT* en *Merr*. *MRT* staat voor *Mean Reaction Time*, dit is de gemiddelde snelheid in milliseconden (ms) waarmee de gebruiker op de prikkels in de testen gereageerd heeft. *Merr* staat voor *Mean Error Ratio* en geeft het gemiddelde foutenpercentage als waarde tussen 0 en 1. Uit de *Stop-Signal Task* is de SSRT geëxtraheerd. SSRT staat voor *Stop-Signal Reaction Time*, dit geeft weer hoelang het voor de gebruiker gemiddeld gezien (in ms) duurt om zijn reactie te stoppen.

2.8 Statistische analyses

Voor de statistische analyses werd gebruik gemaakt van het softwarepakket *IBM SPSS Statistics 26*. De normaliteit werd nagegaan via de *Shapiro-Wilk test* ($p > 0,05$) en visueel geobserveerd door middel van Gaussiaanse verdelingen in de histogrammen. De data zijn normaal verdeeld, dus werd er gebruik gemaakt van parametrische testprocedures. De *outliers* werden onderzocht aan de hand van een visuele observatie van de boxplots, waarbij een drempelwaarde van drie keer de standaardafwijking (3SD) gehanteerd werd. In de data werden geen significante *outliers* gevonden. De verschillen in de baselinekarakteristieken van zowel de executieve functies als de welzijnsfactoren tussen de interventiegroep en de controlegroep werden nagegaan met een onafhankelijke t-test. Deze test werd ook gebruikt om de verschillen tussen beide groepen aan te duiden na de interventieperiode. Om te kijken of er een verschil was tussen interventie- en controlegroep, werd er gebruik gemaakt van een gepaarde t-test. Het statistisch significantieniveau binnen deze testen was gezet op $p < 0,05$.

Daarna werd een *univariate covariantieanalyse* (ANCOVA) toegepast, dit is een vorm van variantieanalyse waarbij gecorrigeerd wordt voor één of meerdere variabelen. ANCOVA werd gebruikt om de hoofdeffecten en interactie-effecten van categorische onafhankelijke variabelen op de continue afhankelijke variabelen te testen, na het corrigeren voor één of meerdere covariaten. De onderzochte afhankelijke variabelen in deze studie waren de postinterventiewaardes. De mogelijke covariaten waren BMI, aantal trainingen en de baselinewaardes van de testresultaten. De groep en het geslacht werden gebruikt als onafhankelijke moderatorvariabelen met een nominaal meetniveau, aangezien er vanuit onderzoek aangetoond is dat deze mogelijk een invloed kunnen hebben op postinterventieresultaten (Schmitz et al., 2020). Groep werd toegevoegd in het model als onafhankelijke variabele om achteraf post-hoc analyses op toe te passen. Zowel BMI, het aantal trainingen en de baselinewaardes konden worden ingezet als mogelijke covariaten vanwege hun continue meetresultaten. Ook zouden zij een mogelijke invloed hebben op de variantie van de gekozen afhankelijke variabele. Zo kon de baselinewaarde mogelijk voor een verschillend startpunt zorgen of kon er door een verhoogde BMI-score minder intensief getraind worden.

De ANCOVA-analyse werd enkel toegepast op de significante resultaten die uit de gepaarde t-test kwamen. Vooraleer een ANCOVA-analyse uitgevoerd werd, diende er voldaan te worden aan verschillende assumptievoorwaardes: onafhankelijke observaties binnen de groepen, covariaten op continue niveau, normaliteit van de data (*Shapiro-Wilk test* $p > 0,05$), geen *outliers* in de data, lineariteit tussen covariaat en afhankelijke variabele (via *Matter Scatterdot*) en voldoen aan de *Homogeneity test* via de *Levene's test* (SPSS, 2021). Nadien werd gebruik gemaakt van een *Bonferroni post-hoc test*. Ook in deze analyses werd het statistische significantieniveau gezet op $p < 0,05$.

3 Onderzoeksresultaten

3.1 Leerlingenkarakteristieken

In totaal hebben 36 leerlingen deelgenomen aan deze studie. Hierbij zaten 13 leerlingen (6 meisjes, 7 jongens) in de controlegroep en 23 leerlingen (8 meisjes, 15 jongens) in de interventiegroep. De leerlingen van de controlegroep hadden gemiddeld \pm standaarddeviatie (SD) een BMI van $25,0 \pm 5,3 \frac{kg}{m^2}$, die van de interventiegroep hadden een gemiddeld BMI van $22,0 \pm 2,9 \frac{kg}{m^2}$. De gemiddelde leeftijd van de leerlingen in beide groepen was $17,3 \pm 0,6$ jaar en de leerlingen in de interventiegroep hadden gemiddeld $12,0 \pm 1,9$ trainingen van de 13 afgewerkt tijdens de trainingsperiode.

3.2 Executieve functies resultaten

De baselinewaardes van de verschillende uitkomstmaten binnen de executieve functies tonen geen significante verschillen tussen beide groepen. Zo was er geen verschil tussen beide groepen bij de *ANT-mean* (controlegroep $540,69 \pm 65,29$ ms vs. HIIT-groep $543,17 \pm 56,15$ ms; $p=0,9$), *Mixed Span MRT* (controlegroep $4109,59 \pm 810,28$ ms vs. HIIT groep $3797,81 \pm 1281,53$ ms; $p=0,44$), *Operation Span MRT* (controlegroep $2999,09 \pm 527,98$ ms vs. HIIT groep $3372,84 \pm 925,73$ ms; $p=0,19$), *Reading Span MRT* (controlegroep $4269,03 \pm 69,87$ ms vs. HIIT groep $4311,03 \pm 1329,28$ ms; $p=0,91$) en de *SSRT STOP* (controlegroep $249,31 \pm 106,16$ ms vs. $268,96 \pm 44,63$ ms; $p=0,44$) (Bijlage 5: Baselinewaardes van de leerlingen tussen de beide groepen).

Ook na de interventieperiode werden geen significante verschillen tussen beide groepen opgemerkt. Zo was er geen verschil tussen beide groepen bij de *ANT-mean* (controlegroep $525,61 \pm 57,73$ ms vs. HIIT groep $547,30 \pm 50,13$ ms; $p=0,26$), *Mixed Span MRT* (controlegroep $3733,00 \pm 662,86$ ms vs. HIIT groep $3098,88 \pm 1433,05$ ms; $p=0,15$), *Operation Span MRT* (controlegroep $2875,65 \pm 550,33$ ms vs. HIIT groep $2833,10 \pm 1121,34$ ms; $p=0,90$), *Reading Span MRT* (controlegroep $3786,61 \pm 612,54$ ms vs. HIIT groep $3282,12 \pm 1565,78$ ms; $p=0,28$) en de *SSRT STOP* (controlegroep $258,77 \pm 81,25$ ms vs. $258,26 \pm 45,44$ ms; $p=0,98$) (Bijlage 6: Postinterventiewaardes van de leerlingen tussen de beide groepen).

3.2.1 Attention Network Test

Om na te gaan of de alertheid en oriëntering (het selecteren van informatie die binnenkomt via de zintuigen) verbeterde na langdurige HIIT, werd de *Attention Network Test* uitgevoerd. Na de interventieperiode waren er voor beide groepen geen veranderingen gevonden binnen de ANT-meting in vergelijking met de baselinewaardes ($p=0,09$ voor de controlegroep; $p=0,08$ voor de interventiegroep). Voor de controlegroep was de gemiddelde ANT-baseline-waarde $540,69 \pm 65,29$ ms en de gemiddelde ANT-waarde van de eindmeting was $525,61 \pm 57,72$ ms. Voor de interventiegroep was de gemiddelde ANT-baseline-waarde $543,85 \pm 60,31$ ms en de gemiddelde ANT-waarde van de eindmeting was $547,3 \pm 51,05$ ms. Ook de resultaten van de reactietijd van de drie verschillende subcategorieën binnen de ANT (*ANT alert*, *ANT orient* en *ANT conflict*) waren niet verschillend na de interventieperiode bij beide groepen (Tabel 6).

Tabel 6: Resultaten van de ANT-test bij de controle- en de interventiegroep.

	BASELINE					EINDMETING					
	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	p-waarde
CONTROLEGROEP											
ANT mean	13	540,69	65,29	442	690	13	525,61	57,72	415	624	0,09
ANT alert	13	14,08	24,19	-38	41	13	28,92	51,91	-68	160	0,39
ANT orient	13	50,08	52,61	-71	117	13	26,15	49,73	-68	79	0,12
ANT conflict	13	102	35,90	68	198	13	79,23	53,03	-30	172	0,18
ANT error	13	3,47	3,35	0	12,9	13	4,16	3,63	0	10	0,61
INTERVENTIEGROEP											
ANT mean	20	543,85	60,31	441	677	20	547,3	51,05	460	657	0,79
ANT alert	19	34,05	38,41	-45	101	19	37,37	53,38	-77	110	0,86
ANT orient	18	35,61	57,05	-117	127	18	30,94	75,03	-158	151	0,84
ANT conflict	18	90,5	29,77	46	143	18	99,50	36,21	52	217	0,45
ANT error	19	8,65	7,97	0	22,58	19	10,06	9,70	0	30	0,45

3.2.2 Attention Span Test

Om na te gaan of de aandachtsspanne van het werkgeheugen verbeterde na langdurige HIIT, werd de *Attention Span Test* uitgevoerd. De drie verschillende testen van de *Attention Span Test* vertoonden een significant effect na interventie. Bij de interventiegroep was er een daling van de reactietijd na de interventieperiode bij de *Mixed Span MRT* (voor $3798,66 \pm 1375,33$ ms vs. na $3098,88 \pm 1433,05$ ms; $p=0,01$), de *Operation Span MRT* (voor $3487,84 \pm 799,69$ ms vs. na $2833,09 \pm 1121,33$ ms; $p=0,03$) en de *Reading Span MRT* (voor $4329,11 \pm 1405,52$ ms vs. na $3282,11 \pm 1565,77$ ms; $p<0,01$). Ook bij de controlegroep was er een daling na interventie van de *Mixed Span MRT* (voor $4109,59 \pm 810,28$ ms vs. na $3733,08 \pm 662,86$ ms; $p=0,01$) en de *Reading Span MRT* (voor $4269,03 \pm 691,87$ ms vs. na $3786,61 \pm 612,54$ ms; $p<0,01$), maar niet bij de *Operation Span MRT* (Tabel 7).

Tabel 7: Resultaten van de Attention Span Test bij de controle- en de interventiegroep.

	BASELINE					EINDMETING					
	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	p-waarde
CONTROLEGROEP											
Mixed Span MRT	13	4109,59	810,28	3171	5682	13	3733,08	662,86	2936	5093	0,01
Mixed Span Merr	13	14,87	6,10	5	25	13	12,05	7,55	3,33	26,67	0,19
Operation Span MRT	13	2999,09	527,98	2086	3729	13	2875,65	550,36	1827	4048	0,31
Operation Span Merr	13	8,33	4,66	1,67	16,67	13	8,85	4,73	1,89	16,30	0,71
Reading Span MRT	13	4269,03	691,87	3357	5980	13	3786,61	612,54	2768	5164	<0,01
Reading Span Merr	13	19,49	7,68	8,33	33,33	13	12,18	5,67	3,33	23,33	0,12
INTERVENTIEGROEP											
Mixed Span MRT	20	3798,66	1375,53	747	6027	20	3098,88	1433,05	258	5435	0,014
Mixed Span Merr	20	21,91	15,997	5	55	20	24,75	13,70	8,33	51,67	0,28
Operation Span MRT	20	3487,84	799,69	2042	5115	20	2833,09	1121,33	342	4145	0,033
Operation Span Merr	20	14,16	8,25	5	38,33	20	17,75	14,08	1,67	51,67	0,383
Reading Span MRT	20	4329,11	1405,52	670	5828	20	3282,11	1565,77	608	5840	0,003
Reading Span Merr	20	21,25	13,25	3,33	50	20	27,16	18,56	5	66,67	0,12

3.2.3 Stop-Signal Task

Om de responsinhibitie en impulscontrole na langdurige HIIT te onderzoeken, werd de *Stop-Signal Task* uitgevoerd. Na de interventieperiode waren er voor beide groepen geen significante resultaten binnen de *Stop-Signal Task*-meting in vergelijking met de baselinewaardes. Bij de controlegroep was er geen verschil merkbaar na de interventieperiode (voor $249,31 \pm 106,16$ ms vs. na $258,77 \pm 81,25$ ms; $p=0,51$) (Tabel 8). Ook voor de interventiegroep was er geen verschil tussen de baseline- en de postinterventiewaardes (voor $259,37 \pm 36,56$ ms vs. na $258,26 \pm 45,44$ ms; $p=0,92$).

Tabel 8: Resultaten van de Attention Span Test bij de controle- en de interventiegroep.

BASELINE						EINDMETING					
	<i>N</i>	<i>Gemiddelde</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>N</i>	<i>Gemiddelde</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>p-waarde</i>
CONTROLEGROEP											
SSRT STOP	13	249,31	106,16	123	553	13	258,77	81,25	205	520	0,51
INTERVENTIEGROEP											
SSRT STOP	19	259,37	36,56	184	308	19	258,26	45,44	152	347	0,92

3.3 Welzijn resultaten

De resultaten van de welzijnsvragenlijst werden onderverdeeld in 5 grote categorieën: pedagogisch klimaat, sociale relaties, academisch zelfconcept, betrokkenheid en tevredenheid. Er was geen verschil in de gemiddelde baselinewaardes van deze verschillende categorieën tussen de beide groepen voor de start van de interventieperiode ($p>0,05$) (Bijlage 5: Baselinewaardes van de leerlingen tussen de beide groepen). Ook na de interventieperiode werden er geen significante verschillen in één van deze 5 categorieën opgemerkt tussen beide groepen ($p>0,05$) (Bijlage 6: Postinterventiewaardes van de leerlingen tussen de beide groepen).

3.3.1 Pedagogisch klimaat

Na de interventieperiode werden er bij beide groepen geen significante resultaten gevonden binnen de subcategorie 'pedagogisch klimaat' in vergelijking met de baselinewaardes. Bij de controlegroep was er geen verschil merkbaar na de interventieperiode (voor $3,0\pm 0,49$ vs. na $3,28\pm 0,48$; $p=0,32$). Ook voor de interventiegroep was er geen verschil tussen de baseline- en de postinterventiewaardes (voor $2,73\pm 0,47$ vs. na $2,87\pm 0,46$; $p=0,22$) (Tabel 9).

3.3.2 Sociale relaties

Binnen de subcategorie 'sociale relaties' was er na interventie bij zowel de controlegroep (voor $3,2\pm 0,44$ vs. na $3,25\pm 0,39$; $p=0,44$) als bij de interventiegroep (voor $2,88\pm 0,53$ vs. na $2,85\pm 0,56$; $p=0,77$) geen verschil zichtbaar (Tabel 9).

3.3.3 Academisch zelfconcept

Voor de subcategorie 'academisch zelfconcept' werd er ook geen significant verschil gevonden voor en na interventie. In zowel de controlegroep (voor $2,93\pm 0,58$ vs. na $3,12\pm 0,61$; $p=0,12$) als de interventiegroep (voor $2,85\pm 0,51$ vs. na $2,81\pm 0,4$; $p=0,92$) was geen verschil zichtbaar (Tabel 9).

3.3.4 Betrokkenheid

Ook bij de subcategorie 'betrokkenheid' werd er na interventie bij zowel de controlegroep (voor $3,73\pm 0,27$ vs. na $3,72\pm 0,25$; $p=0,84$) als de interventiegroep (voor $3,61\pm 0,32$ vs. na $3,68\pm 0,35$; $p=0,28$) geen verschil opgemerkt (Tabel 9).

3.3.5 Tevredenheid

Bij de subcategorie 'tevredenheid' werd er geen verschil zichtbaar na de interventieperiode, dit in zowel de controle groep (voor $3,05\pm 0,52$ vs. na $3,19\pm 0,39$; $p=0,10$) als in de interventiegroep (voor $2,75\pm 0,44$ vs. na $2,78\pm 0,44$; $p=0,70$) (Tabel 9).

Tabel 9: Resultaten van de welzijnsfactoren bij de controle- en interventiegroep.

	Baseline					Eindmeting					
	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	p-waarde
CONTROLEGROEP											
Pedagogisch klimaat mean	10	3,0	0,49	2,25	3,75	10	3,28	0,48	2,5	4	0,32
Sociale relaties mean	10	3,2	0,44	2,75	4,0	10	3,25	0,39	2,75	4	0,44
Academisch zelfconcept mean	10	2,93	0,58	2,00	3,83	10	3,12	0,61	2	3,83	0,12
Betrokkenheid mean	10	3,73	0,27	3,33	4,0	10	3,72	0,25	3,33	4	0,84
Tevredenheid mean	10	3,05	0,52	2,5	3,88	10	3,19	0,39	2,88	4	0,10
INTERVENTIEGROEP											
Pedagogisch klimaat mean	21	2,73	0,47	1,75	3,5	21	2,87	0,46	1,5	3,5	0,22
Sociale relaties mean	21	2,88	0,53	1,75	3,5	21	2,85	0,56	1,65	3,6	0,77
Academisch zelfconcept mean	21	2,85	0,51	1,683	3,83	21	2,81	0,40	1,67	3,33	0,92
Betrokkenheid mean	21	3,61	0,32	2,83	4	21	3,68	0,35	2,5	4	0,275
Tevredenheid mean	21	2,75	0,44	1,88	3,63	21	2,78	0,30	2,14	3,25	0,70

3.4 Resultaten univariate variantieanalyse

Het hoofdeffect en de interactie-effecten van de onafhankelijke variabelen 'geslacht' en 'groep' én de 3 covariaten (BMI, aantal trainingen, *Mixed Span MRT baseline* of *Operation Span MRT baseline* of *Reading Span MRT baseline*) op de afhankelijke variabele (*Mixed Span MRT eindmeting* of *Operation Span MRT eindmeting* of *Reading Span MRT eindmeting*) werden nagegaan met een ANCOVA-analyse.

3.4.1 Resultaten *Mixed Span MRT eindmeting*

In Tabel 10 staan de hoofdeffecten en interactie-effecten van de onafhankelijke variabelen en covariaten op het resultaat van de *Mixed Span MRT eindmeting* beschreven. Naast geslacht ($F=8,43$; $p=0,01$) is er ook een significant hoofdeffect van de *Mixed Span MRT baseline* ($F=41,58$; $p<0,01$). Daarnaast is er een significante interactie tussen geslacht en groep ($F=4,35$; $p=0,04$) en geslacht en *Mixed Span MRT baseline* ($F=5,25$; $p=0,02$). De interactie geslacht en *Mixed Span MRT baseline* heeft met een *effect size* van 0,24 de grootste partiële eta squared van de berekende modellen. Dit wil zeggen dat na correctie op de baseline *Mixed Span MRT*-waardes, geslacht een invloed kan uitoefenen van 24% op de variatie van de post-interventieresultaten van de *Mixed Span MRT* ($\eta^2=0,24$) (Tabel 10).

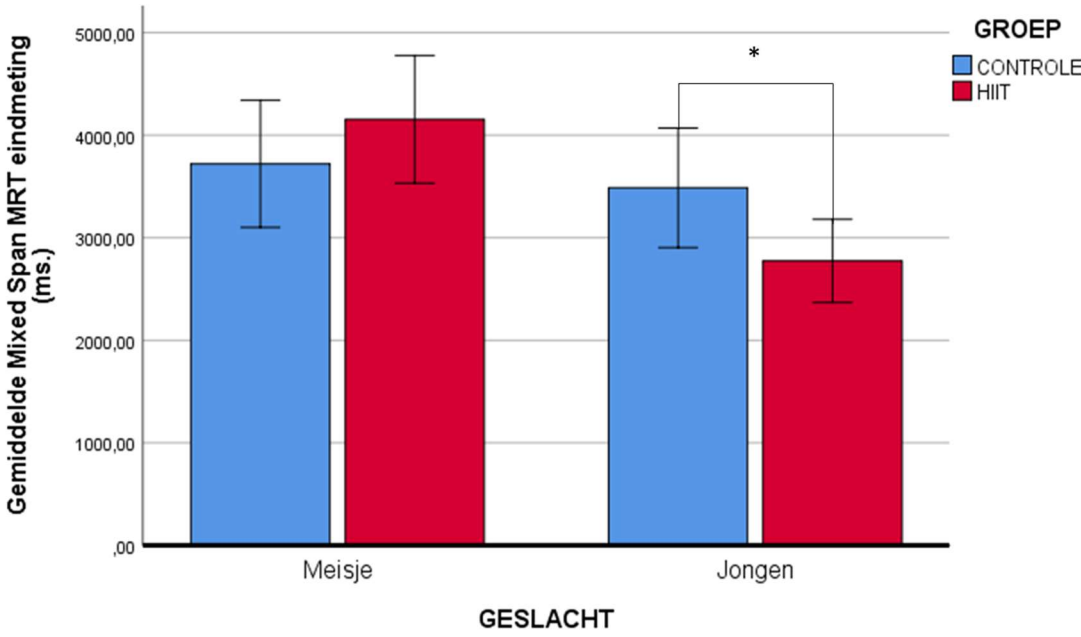
Tabel 10: ANCOVA model voor de resultaten van de *Mixed Span MRT eindmeting*

	F-waarde	P-waarde	η^2
Groep	0,25	0,62	0,01
Geslacht	8,43	0,01	0,23
Mixed Span MRT baselinewaardes	41,58	<0,01	0,60
BMI	0,19	0,66	0,01
Aantal trainingen	0,02	0,89	0,00
Groep*Geslacht	4,35	0,04	0,14
Geslacht*Mixed Span MRT baselinewaardes	5,25	0,02	0,24
Groep*Geslacht* Mixed Span MRT baselinewaardes	1,19	0,33	0,12
Groep*Geslacht * Mixed Span MRT baselinewaardes * Aantal trainingen	0,75	0,49	0,09
Groep*Geslacht * Mixed Span MRT	0,03	0,97	0,00

baselinewaardes * Aantal trainingen * BMI		
--	--	--

Na het uitvoeren van de *Bonferroni post-hoc test* werd een significant verschil ontdekt binnen de onafhankelijke variabele 'geslacht' ($F=8,43$; $p=0,01$). De jongens vertonen significant een lagere gemiddelde *Mixed Span MRT*-waarde in vergelijking met de meisjes (jongens: 3130,83 ms (95% CI, 2776,66 – 3484,99) en meisjes: 3937,86 ms (95% CI, 3497,44 – 4378,29)). Ook is er bij de jongens een significante daling merkbaar in de *Mixed Span MRT* tussen de controlegroep en de interventiegroep ($p=0,04$) (Figuur 5). Weliswaar voldoet dit resultaat niet aan de strenge *Bonferroni*-procedure ($=\frac{\alpha}{\text{Aantal niveaus}}$).

Binnen de onafhankelijke variabele 'groep', werd er geen significant verschil gevonden ($F=0,25$; $p=0,62$). Na correctie zijn de gemiddelde postinterventie MRT-waardes van de *Mixed Span Test* bij de controlegroep voor de meisjes gelijk aan 3720,95 ms (95% CI, 3101,28 – 4340,62) en voor de jongens 3487,13 ms (95% CI, 2904,16 – 4070,09). Voor de interventiegroep zijn de gemiddelde postinterventie-MRT-waardes van de *Reading Span Test* bij de meisjes 4154,78 ms (95% CI, 3532,05 – 4777,50) en voor de jongens 2774,53 ms (95% CI, 2369,18 – 3179,88) (Figuur 5).



Figuur 5: Veranderingen in de Gemiddelde Mixed Span MRT-waardes (eindmeting) per geslacht en per groep na correctie. * = $p < 0,05$ tussen de controlegroep en de HIIT groep bij de jongens.

3.4.2 Resultaten Operation Span MRT eindmeting

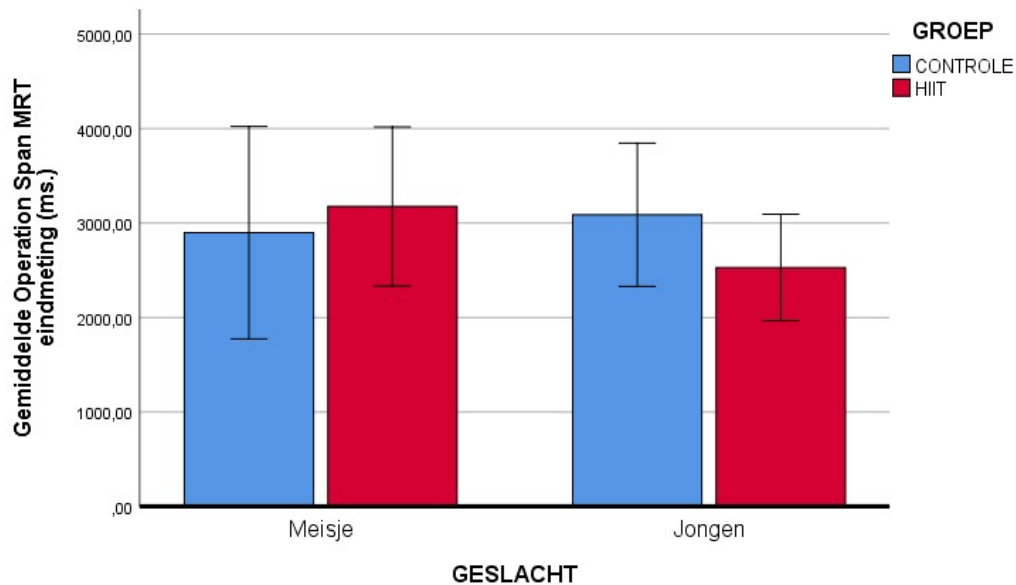
In Tabel 11 worden de hoofdeffecten en interactie-effecten van de onafhankelijke variabelen op het resultaat van de *Operation Span MRT*-eindmeting weergegeven. Er is geen enkel hoofdeffect aanwezig ($p > 0,05$). Weliswaar is er een mogelijke trend aanwezig bij het hoofdeffect van de *Operation Span MRT-baseline* ($F=3,16$; $p=0,09$). Het model groep*geslacht*Reading Span MRT-baseline vertoont de grootste effect size ($\eta^2=0,16$). Deze waarde toont aan dat na correctie op de baseline *Operation Span MRT*-waardes, de onafhankelijke variabelen groep en geslacht mogelijk een invloed kunnen uitoefenen van 16% op de variatie van de postinterventiewaardes van de *Reading Span MRT*. Weliswaar is er bij geen enkel model een significant interactie-effect gevonden (Tabel 11).

Na het uitvoeren van een *Bonferroni post-hoc test* werd er geen significant verschil ontdekt binnen de onafhankelijke variabele 'geslacht' ($F=0,31$; $p=0,58$). Ook was er geen significant verschil aanwezig tussen de beide groepen na toepassing van de *Bonferroni post-hoc test* ($F=0,13$; $p=0,73$).

Na correctie zijn de gemiddelde postinterventie MRT-waardes van de *Operation Span Test* bij de controlegroep voor de meisjes gelijk aan 2985,98 ms (95% CI, 2183,08 – 3788,87) en voor de jongens 3023,95 ms (95% CI, 2305,89 – 3742,00). Voor de interventiegroep zijn de gemiddelde postinterventie MRT-waardes van de *Reading Span Test* bij de meisjes 3277,31 ms (95% CI, 2498,68 – 4055,95) en voor de jongens 2521,28 ms (95% CI, 1982,73 – 3059,77) (Figuur 6).

Tabel 11: ANCOVA model voor de *Operation Span MRT*-eindmetingresultaten. P-waardes van de verschillende onafhankelijke variabelen en covariaten met hun interactie-effect. η^2 is de partiële eta squared (η^2) en is de maatstaf voor effect size bij een ANCOVA-analyse

	F-waarde	P-waarde	η^2
Groep	0,09	0,77	<0,01
Geslacht	1,00	0,33	0,03
Operation Span MRT baselinewaardes	3,16	0,09	0,10
BMI	0,01	0,92	0,00
Aantal trainingen	0,22	0,65	0,01
Groep*Geslacht	1,34	0,26	0,05
Groep*Geslacht* Operation Span MRT baselinewaardes	1,19	0,34	0,16
Groep*Geslacht * Operation Span MRT baselinewaardes * Aantal trainingen	0,01	0,98	<0,01
Groep*Geslacht * Operation Span MRT baselinewaardes * Aantal trainingen * BMI	0,14	0,87	0,01



Figuur 6: Aangepaste gemiddeldes van de Operation Span MRT-waardes (eindmeting) na correctie per geslacht en groep.

3.4.3 Resultaten Reading Span MRT eindmeting

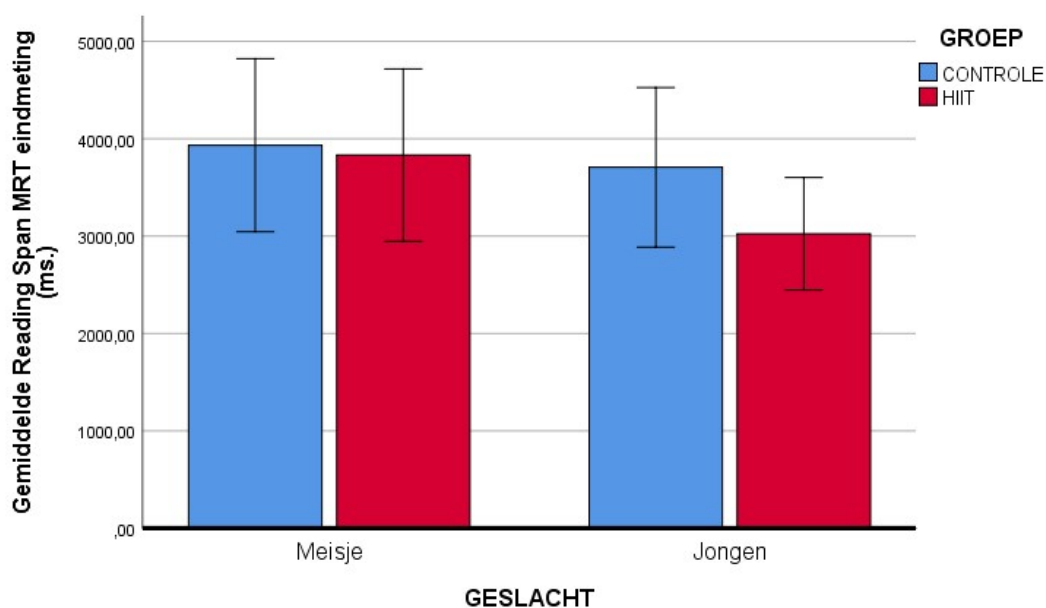
In Tabel 12 staan de hoofd- en interactie-effecten van de onafhankelijke variabelen en covariaten op het resultaat van de *Reading Span MRT*-eindmeting beschreven. Er is enkel een significant hoofdeffect van de *Reading Span MRT-baseline* aanwezig ($F=6,32$; $p=0,02$). De interactie tussen groep, geslacht en *Reading Span MRT-baseline* vertoont een effect size van 19% ($\eta^2=0,19$). Dit wil zeggen dat na correctie op de *baseline Reading Span MRT*-waardes, de onafhankelijke variabelen groep en geslacht mogelijk een invloed kunnen uitoefenen van 19 % op de variatie van de postinterventiewaardes van de *Reading Span MRT*. Weliswaar is er geen significant interactie-effect gevonden tussen groep, geslacht en *Reading Span MRT baseline* ($F=1,99$; $p=0,14$). De andere interactie modellen vertonen ook geen enkele vorm van significantie ($p>0,05$) (Tabel 12).

Na het uitvoeren van de *Bonferroni post-hoc test* werd er geen significant verschil ontdekt binnen de onafhankelijke variabele geslacht ($F=1,01$; $p=0,20$). Ook was er geen significant verschil aanwezig tussen de beide groepen na toepassing van de *Bonferroni post-hoc test* ($F=1,69$; $p=0,2$).

Na correctie zijn de gemiddelde postinterventie MRT-waardes van de *Reading Span Test* bij de controlegroep voor de meisjes gelijk aan 3932,41 ms (95% CI, 3043,60 – 4821,23) en voor de jongens 3706,88 ms (95% CI, 2887,51 – 4526,25). Voor de interventiegroep zijn de gemiddelde postinterventie MRT-waardes van de *Reading Span Test* bij de meisjes 3832,33 ms (95% CI, 2947,77 - 4716,89) en voor de jongens 3023,68 ms (95% I, 2445,17 – 3602,20) (Figuur 7).

Tabel 12: ANCOVA model voor de Reading Span MRT-eindmeting resultaten. P-waardes van de verschillende onafhankelijke variabelen en covariaten met hun interactie-effect. η^2 is de partiële eta squared (η^2) en is de maatstaf voor effect size bij een ANCOVA-analyse.

	F-waarde	P-waarde	η^2
Groep	1,16	0,29	0,04
Geslacht	0,10	0,75	0,01
Reading Span MRT baselinewaardes	6,32	0,02	0,20
BMI	0,01	0,94	0,00
Aantal trainingen	0,41	0,53	0,03
Groep*Geslacht	1,43	0,24	0,05
Groep*Geslacht* Reading Span MRT baselinewaardes	1,98	0,14	0,19
Groep*Geslacht * Reading Span MRT baselinewaardes * Aantal trainingen	0,67	0,53	0,08
Groep*Geslacht * Reading Span MRT baselinewaardes * Aantal trainingen * BMI	0,23	0,80	0,03



Figuur 7: Aangepaste gemiddeldes van de Reading Span MRT-waardes (eindmeting) na correctie per geslacht en groep.

4 Conclusie en discussie

Deze studie onderzocht of een langdurig HIIT-programma een invloed heeft op de executieve functies en de welzijnsfactoren van adolescenten in een klascontext. Hierbij werd gebruik gemaakt van een *pre-posttest control group design*, waarbij de leerlingen telkens 3 cognitieve testen en 1 welzijnstest dienden in te vullen. Bij de cognitieve testen werd na interventie een positief effect aangetoond bij de 3 *Attention Span Testen*. De analyse van de welzijnstesten toonde geen verschillen in beide groepen na interventie.

4.1 De invloed van HIIT op executieve functies

Zowel in het begin als op het einde van de interventieperiode werden deze functies onderzocht door middel van verschillende uitgebreide testen. De *Attention Network Test (ANT)* werd gebruikt om de alertheid en oriëntering (het selecteren van informatie die binnenkomt via de zintuigen) te meten, de aandachtsspanne (werkgeheugen) werd gemeten door drie *Attention Span Testen (Mixed Span, Operation Span en Reading Span)* en ten slotte werd de inhibitie/impulscontrole gemeten aan de hand van de *Stop-Signal Task*.

Dit onderzoek toont aan dat de aandacht/focus (werkgeheugen) van de interventiegroep is toegenomen na een langdurige HIIT-interventie. Er is sprake van een significante ($p < 0,05$) daling van de reactietijden op alle drie de *Attention Span Testen* nadat de interventiegroep het volledige HIIT-programma had doorlopen. Op de andere geteste executieve functies (alertheid, oriëntering en inhibitie) was er geen significante verbetering op te merken. De resultaten uit dit onderzoek bevestigen de reeds bestaande literatuur over de invloed van HIIT op executieve functies. Zo hebben reeds verschillende onderzoeken een (gering) positief effect van fysieke inspanningen op cognitieve functies aangetoond (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018; Herting & Chu, 2017). Een recente systematische review van Hsieh et al. (2020) beschrijft de effecten van HIIT op de executieve functies doorheen de levensduur. Zo wordt er bij HIIT zowel een positief effect gevonden in de inhibitie als in het werkgeheugen. Hsieh et al. (2020) maakt een onderscheid tussen kinderen en adolescenten. Enkel bij kinderen is er een effect in de inhibitie gevonden na langdurige HIIT. Dit kan verklaard worden doordat de duur van een HIIT specifiek voor adolescenten langer is dan deze voor kinderen, wat de resultaten van het onderzoek kan beïnvloeden (Eddolls et al., 2017). Daarnaast kan het BDNF-profiel bij kinderen de effectiviteit van HIIT op de inhibitie verklaren (Zhou et al., 2011; Lipsky & Marini, 2007). Dit mechanisme kan mogelijk een rol spelen bij de veranderingen in neuronale functioneren, plasticiteit en *long-term potentiation*.

Toch zijn de resultaten niet consistent als de interventiegroep met de controlegroep vergeleken wordt. Er kan geen significant verschil opgemerkt worden tussen de controle- en interventiegroep voor 2 van de 3 *Attention Span Testen* na de volledige interventie. Voor de *Operation Span MRT* was wel een significant verschil aanwezig bij de interventiegroep in vergelijking met de controlegroep na interventie ($p = 0,033$ voor de interventiegroep; $p = 0,31$ voor de controlegroep). De positieve effecten van HIIT op de aandacht van adolescenten zijn dus miniem. Een mogelijke reden hiervoor wordt beschreven in een review van Sember et al. (2020), waarin wordt aangegeven dat een interventieperiode van minstens 8 weken nodig is. In de huidige studie duurde deze interventieperiode 5 weken.

Verder kan opgemerkt worden dat ook bij de controlegroep de reactietijd gedaald is (de aandacht is dus toegenomen). Dit kan verklaard worden doordat er verschillende factoren de resultaten kunnen beïnvloeden. Zo is het feit dat de leerlingen deze testen al eens een keer hadden gedaan zeker een bepalende factor die de reactietijden kan verbeteren. Deze inconsistente resultaten liggen in lijn met de reeds bestaande literatuur (Costigan et al., 2016; Li et al., 2017; Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018; Wassenaar et al., 2020). Een oorzaak zou te vinden zijn in het beperkt aantal, maar toch zeer heterogene studies op vlak van intensiteit, duur en het soort van fysieke interventie. Volgens Li et al. (2017) hebben trainingskenmerken zoals frequentie, intensiteit, type en duur waarschijnlijk een directe invloed op cognitieve en AP uitkomsten. Ten slotte worden in veel onderzoeken de inspanningsprotocollen en trainingsintensiteit slecht gerapporteerd, wat mogelijk bijdraagt aan de inconsistente bevindingen in de literatuur.

Ook werd er bij de gemiddelde eindmetingwaardes van de *Mixed Span MRT* een significante daling opgemerkt bij de jongens in vergelijking met de meisjes ($p=0,01$). Na het uitvoeren van een post-hoc-test-analyse binnen de onafhankelijke variabele 'groep' werd er opgemerkt dat bij de jongens een significante daling aanwezig was tussen de controlegroep en de HIIT-groep. Dit verschil werd niet opgemerkt bij de meisjes. Het verschil in geslacht-specifieke HIIT-aspecten is momenteel nog niet volledig begrepen en vormt een belangrijke *missing link* in de literatuur (Gibala et al., 2014; Weston et al., 2014; Milanović et al., 2015). Weliswaar beschrijft Schmitz et al. (2020) in een recent artikel het belang hiervan: zo zouden antropometrische en fysiologische verschillen tussen beide geslachten de trainingsprestaties in de praktijk kunnen beïnvloeden. Schmitz et al. (2020) raadde zelfs aan om specifieke HIIT-protocollen te ontwikkelen voor zowel vrouwen als mannen. Binnen de resultaten van de huidige studie moet er vermeld worden dat de verdeling tussen meisjes en jongens niet homogeen is. Deze heterogeniteit zou mogelijk een invloed kunnen uitoefenen op de resultaten binnen de huidige studie. In toekomstig onderzoek naar de veranderingen binnen de executieve functies na HIIT is het dus belangrijk om geslacht mee te nemen als parameter.

4.2 De invloed van HIIT op welzijnsfactoren

Mentale gezondheid is enorm relevant voor adolescenten aangezien ze door een levensfase gaan waarin ze veel ontwikkelingen doormaken (Lubans et al., 2016). Volgens Biddle et al. (2019) is er een positief verband tussen het mentale welbevinden en fysieke inspanning. Om deze reden is in deze studie ook het effect van HIIT op welzijnsfactoren onderzocht. Omdat mentaal welbevinden verschillende aspecten omvat, was de welzijnsvragenlijst onderverdeeld in 5 grote categorieën: pedagogisch klimaat, sociale relaties, academisch zelfconcept, betrokkenheid en tevredenheid. Na de interventieperiode waren er voor beide groepen geen significante resultaten binnen deze categorieën. Lubans et al. (2016) vond ook geen significante impact op deelaspecten van het mentaal welbevinden. Ook Biddle et al. (2019) kon geen conclusie maken over welke mate van fysieke inspanning optimaal is voor het mentaal welbevinden door de hoge mate van heterogeniteit van de studies in de review.

4.3 Sterktes en zwaktes van de studie

Het grondige literatuuronderzoek, de betrouwbare cognitieve testen en de grondige statistische analyse maken dat de resultaten uit deze studie representatief zijn. Daarnaast onderzocht deze studie ook de verschillen in geslacht. Dit is een belangrijk onderscheid dat in veel HIIT-onderzoeken niet aan bod komt. Ten slotte is dit onderzoek uitgevoerd in klascontext en toont aan dat HIIT een haalbare interventie kan zijn in scholen, zelfs in tijden van een pandemie.

De wereldwijde Covid-19-crisis heeft het verloop van het huidige onderzoek beïnvloed. Zo moesten de leerlingen een mondkapje dragen en moest de HIIT in openlucht doorgaan in wisselende weersomstandigheden met als gevolg dat de kleding soms aangepast moest worden. Ook waren de leerlingen slechts halftijds aanwezig op school, waardoor de planning van de HIIT-sessies bemoeilijkt werd. Bijkomend zorgde dit er ook voor dat er minder trainingen werden ingepland. Deze praktische problemen die de HIIT-planning met zich meebracht, hadden een invloed op de motivatie van de participanten. Daarnaast werden omwille van geldende Covid-19-maatregelen van de overheid de scholen gesloten tijdens de week waarin de eindmeting van de executieve functies en welzijn doorging. Hierdoor werd een week interventieperiode geannuleerd en vond de eindmeting pas 3 weken na de laatste HIIT-sessie plaats. Het directe effect van de HIIT-sessies op executieve functies en welzijn kon hierdoor moeilijker worden nagegaan, waardoor de resultaten van huidig onderzoek mogelijk beïnvloed zijn. Ook was er beperkt zicht op het inspanningsniveau van de deelnemers door het ontbreken van bijvoorbeeld hartslagmeters. Ten slotte participeerde een beperkt aantal leerlingen aan dit onderzoek, wat opnieuw de sterkte van huidig onderzoek kon beïnvloeden.

4.4 Suggesties voor toekomstig onderzoek

Momenteel biedt de literatuur nog maar weinig antwoorden over de invloed van HIIT op executieve functies en welzijn. Verder onderzoek is nodig om na te gaan of de initiële bevindingen uit deze studie bevestigd en eventueel uitgebreid kunnen worden met nieuwe inzichten. Ook zou een toekomstige studie het inspanningsniveau van de deelnemers goed moeten monitoren. Hiervoor kan er bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van hartslagmeters om de romp of arm en kan een 'pre-test' worden uitgevoerd m.b.v. een 'inspanningsindicatietest'. Op deze manier krijgen de onderzoekers betere inzichten in de inspanningsniveaus van de leerlingen. Idealiter zou dit onderzoek plaatsvinden na de Covid-19-crisis en met een grotere interventiegroep in meerdere secundaire scholen. Daarnaast zijn er meer studies nodig om te achterhalen wat de ideale WRR is voor effecten op executieve functies en welzijn bij HIIT-interventies. Tot slot is het belangrijk om geslacht mee te nemen als parameter bij onderzoek naar de veranderingen binnen executieve functies na HIIT om de rol van geslacht verder te kunnen bepalen.

4.5 Conclusie

HIIT is een tijdsefficiënte vorm van fysieke inspanning die heel wat gezondheidsvoordelen met zich meebrengt. In deze studie werden zowel de executieve functies als de welzijnsfactoren ervan onderzocht. Dit langdurige HIIT-protocol werd toegepast in een klascontext zonder gebruik te maken van enig materiaal, wat de laagdrempeligheid ervan bevordert. Ook was dit HIIT-programma tijds-efficiënt en zorgde het ervoor dat één van de grootste barrières voor fysieke activiteit overtroffen werd.

Over het algemeen kan er uit dit onderzoek geconcludeerd worden dat de aandachtsspanne/focus van de interventiegroep verbetert na een langdurige HIIT-interventie. Toch kon er op geen enkele executieve functie een significant verschil tussen de controle- en interventiegroep gemeten worden. Wel wordt er na de uitvoering van een univariate variantieanalyse een significant verschil gevonden tussen de controle- en interventiegroep voor *de Mixed Span MRT*-eindmetingwaardes. Om die reden kan geslacht mogelijk een belangrijke parameter vormen voor toekomstig onderzoek. Ook is er geen significant effect op het welzijn van adolescenten gemeten. Dit nodigt uit voor verder diepgaand onderzoek rond dit onderwerp.

Bibliografie

- Andermo, S., Hallgren, M., Nguyen, T. T. D., Jonsson, S., Petersen, S., Friberg, M., Romqvist, A., Stubbs, B., & Elinder, L. S. (2020). School-related physical activity interventions and mental health among children: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 6(1).
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory*, 8(C), 47–89.
- Biddle, S., Cavill, N., Ekelund, U., Gorely, T., Griffiths, M., Jago, R., Oppert, J.-M., Raats, M., Salmon, J., Stratton, G., Vicente-Rodríguez, G., Butland, B., Prosser, L., & Richardson, D. (2010). *Sedentary Behaviour and Obesity: Review of the Current Scientific Evidence*.
- Biddle, S. J. H., Ciaccioni, S., Thomas, G., & Vergeer, I. (2019). Physical activity and mental health in children and adolescents: An updated review of reviews and an analysis of causality. *Psychology of Sport and Exercise*, 42(May 2018), 146–155.
- Bidzan-Bluma, I., & Lipowska, M. (2018). Physical activity and cognitive functioning of children: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4).
- Blair, C. (2017). Educating executive function. In *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science* (Vol. 8, Issues 1–2). Wiley-Blackwell.
- Cigerci, A. E., & Genc, H. (2020). The Investigation of the Physical and Performance Effects of High-Intensity Interval Training (HITT) on Sedentary University Students. *International Education Studies*, 13(7).
- Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Hillman, C. H., & Lubans, D. R. (2016). High-Intensity Interval Training for Cognitive and Mental Health in Adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(10), 1985–1993.
- Cox, E. P., O'Dwyer, N., Cook, R., Vetter, M., Cheng, H. L., Rooney, K., & O'Connor, H. (2016). Relationship between physical activity and cognitive function in apparently healthy young to middle-aged adults: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 616–628.
- de Leeuw, J. R. (2015). jsPsych: A JavaScript library for creating behavioral experiments in a Web browser. *Behavior Research Methods*, 47(1), 1–12.
- Diehl, K., De Bock, F., & Schneider, S. (2014). Bedeutung der sportlichen Aktivität für Kinder und Jugendliche aus soziologischer und pädagogischer Perspektive. In *Aktiv und Gesund?* (pp. 311–329). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Eddolls, W. T. B., McNarry, M. A., Stratton, G., Winn, C. O. N., & Mackintosh, K. A. (2017). High-Intensity Interval Training Interventions in Children and Adolescents: A Systematic Review. In *Sports Medicine* (Vol. 47, Issue 11, pp. 2363–2374). Springer International Publishing.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(3), 340–347.
- Fisher, G., Brown, A. W., Bohan Brown, M. M., Alcorn, A., Noles, C., Winwood, L., Resuehr, H., George, B., Jeansonne, M. M., & Allison, D. B. (2015). High intensity interval- vs moderate intensity- training for improving cardiometabolic health in overweight or obese males: A Randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 10(10).
- Gibala, M. J., Gillen, J. B., & Percival, M. E. (2014). Physiological and Health-Related Adaptations to Low-Volume Interval Training: Influences of Nutrition and Sex. In *Sports Medicine* (Vol. 44, Issue Suppl 2, pp. 127–137). Springer International Publishing.
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet Child and Adolescent Health*, 4(1), 23–35.
- Hancox, R. J., Milne, B. J., & Poulton, R. (2004). Association between child and adolescent television viewing and adult health: A longitudinal birth cohort study. *Lancet*, 364(9430), 257–262.





- Herting, M. M., & Chu, X. (2017). Exercise, cognition, and the adolescent brain. In *Birth Defects Research* (Vol. 109, Issue 20, pp. 1672–1679). John Wiley and Sons Inc.
- Hsieh, S. S., Chueh, T. Y., Huang, C. J., Kao, S. C., Hillman, C. H., Chang, Y. K., & Hung, T. M. (2020). Systematic review of the acute and chronic effects of high-intensity interval training on executive function across the lifespan. *Journal of Sports Sciences*, 39(1), 10–22.
- Jeon, Y. K., & Ha, C. H. (2017). The effect of exercise intensity on brain derived neurotrophic factor and memory in adolescents. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 22(1).
- Klaus, J., & Schriefers, H. (2016). *Measuring verbal working memory capacity: A reading span task for laboratory and web-based use*.
- Lappin, J. S., & Eriksen, C. W. (1966). Use of a delayed signal to stop a visual reaction-time response. *Journal of Experimental Psychology*, 72(6), 805–811.
- Li, J. W., O'Connor, H., O'Dwyer, N., & Orr, R. (2017). The effect of acute and chronic exercise on cognitive function and academic performance in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(9), 841–848.
- Lipsky, R. H., & Marini, A. M. (2007). Brain-derived neurotrophic factor in neuronal survival and behavior-related plasticity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1122, 130–143.
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91(3), 295–327.
- Lubans, D., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M., Nilsson, M., Kelly, P., Smith, J., Raine, L., & Biddle, S. (2016). Physical activity for cognitive and mental health in youth: A systematic review of mechanisms. *Pediatrics*, 138(3).
- Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 10, pp. 1469–1481). Springer International Publishing.
- Moon, H. Y., & Praag, H. van. (2019). Physical Activity and Brain Plasticity. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 23(4), 23–25.
- Onderwijsinspectie. (2013). *Vragenlijst so 2 de /3 de graad "Onderzoek het welbevinden van jouw leerlingen."*
- Ouerghi, N., Ben Fradj, M. K., Bezrati, I., Khammassi, M., Feki, M., Kaabachi, N., & Bouassida, A. (2017). Effects of high-intensity interval training on body composition, aerobic and anaerobic performance and plasma lipids in overweight/obese and normal-weight young men. *Biology of Sport*, 34(4), 385–392.
- Reljic, D., Wittmann, F., & Fischer, J. E. (2018). Effects of low-volume high-intensity interval training in a community setting: a pilot study. *European Journal of Applied Physiology*, 118(3), 1153–1167.
- Schmitz, B., Niehues, H., Thorwesten, L., Klose, A., Krüger, M., & Brand, S. M. (2020). Sex Differences in High-Intensity Interval Training—Are HIIT Protocols Interchangeable Between Females and Males? *Frontiers in Physiology*, 11, 38.
- Sember, V., Jurak, G., Kovač, M., Morrison, S. A., & Starc, G. (2020). Children's Physical Activity, Academic Performance, and Cognitive Functioning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Public Health*, 8(July).
- Singh, A. S., Saliassi, E., Van Den Berg, V., Uijtdewilligen, L., De Groot, R. H. M., Jolles, J., Andersen, L. B., Bailey, R., Chang, Y. K., Diamond, A., Ericsson, I., Etnier, J. L., Fedewa, A. L., Hillman, C. H., McMorris, T., Pesce, C., Pühse, U., Tomporowski, P. D., & Chinapaw, M. J. M. (2019). 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. *British Journal of Sports Medicine*, 53(10), 640–647.
- Sneck, S., Viholainen, H., Syväoja, H., Kankaapää, A., Hakonen, H., Poikkeus, A. M., & Tammelin, T. (2019). Effects of school-based physical activity on mathematics performance in children: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 16(1), 1–15.





- SPSS. (2021). *SPSS ANCOVA - The Ultimate Guide*. <https://www.spss-tutorials.com/spss-ancova-analysis-of-covariance/>
- Sullivan, R. A., Kuzel, A. M. H., Vaandering, M. E., & Chen, W. (2017). The Association of Physical Activity and Academic Behavior: A Systematic Review. *Journal of School Health, 87*(5), 388–398.
- Takeuchi, H., Taki, Y., Asano, K., Asano, M., Sassa, Y., Yokota, S., Kotozaki, Y., Nouchi, R., & Kawashima, R. (2018). Impact of frequency of internet use on development of brain structures and verbal intelligence: Longitudinal analyses. *Human Brain Mapping, 39*(11), 4471–4479.
- Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Kho, M. E., Saunders, T. J., Larouche, R., Colley, R. C., Goldfield, G., & Gorber, S. C. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. In *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* (Vol. 8, Issue 1, pp. 1–22). BioMed Central.
- Valkenborghs, S. R., Noetel, M., Hillman, C. H., Nilsson, M., Smith, J. J., Ortega, F. B., & Lubans, D. R. (2019). The impact of physical activity on brain structure and function in youth: A systematic review. In *Pediatrics* (Vol. 144, Issue 4). American Academy of Pediatrics.
- Verbruggen, F., Aron, A. R., Band, G. P. H., Beste, C., Bissett, P. G., Brockett, A. T., Brown, J. W., Chamberlain, S. R., Chambers, C. D., Colonius, H., Colzato, L. S., Corneil, B. D., Coxon, J. P., Dupuis, A., Eagle, D. M., Garavan, H., Greenhouse, I., Heathcote, A., Huster, R. J., ... Boehler, C. N. (2019). A consensus guide to capturing the ability to inhibit actions and impulsive behaviors in the stop-signal task. *ELife, 8*.
- Verbruggen, F., Logan, G. D., & Stevens, M. A. (2008). STOP-IT: Windows executable software for the stop-signal paradigm. *Behavior Research Methods, 40*(2), 479–483.
- Vigez. (2015). *Syntheserapport met onderbouwing voor de factsheet sedentair gedrag*.
- Vince, M. A. (1948). The intermittency of control movements and the psychological refractory period. *British Journal of Psychology. General Section, 38*(3), 149–157.
- Warburton, D. E. R., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. In *CMAJ* (Vol. 174, Issue 6, pp. 801–809). Canadian Medical Association.
- Wassenaar, T. M., Williamson, W., Johansen-Berg, H., Dawes, H., Roberts, N., Foster, C., & Sexton, C. E. (2020). A critical evaluation of systematic reviews assessing the effect of chronic physical activity on academic achievement, cognition and the brain in children and adolescents: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 17*(1), 1–18.
- Weston, M., Taylor, K. L., Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2014). Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: A meta-analysis of controlled and non-controlled trials. In *Sports Medicine* (Vol. 44, Issue 7, pp. 1005–1017). Springer International Publishing.
- Wu, X. Y., Zhuang, L. H., Li, W., Guo, H. W., Zhang, J. H., Zhao, Y. K., Hu, J. W., Gao, Q. Q., Luo, S., Ohinmaa, A., & Veugelers, P. J. (2017). The influence of diet quality and dietary behavior on health-related quality of life in the general population of children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Quality of Life Research, 28*(8), 1989–2015.
- Zhou, L. J., Yang, T., Wei, X., Liu, Y., Xin, W. J., Chen, Y., Pang, R. P., Zang, Y., Li, Y. Y., & Liu, X. G. (2011). Brain-derived neurotrophic factor contributes to spinal long-term potentiation and mechanical hypersensitivity by activation of spinal microglia in rat. *Brain, Behavior, and Immunity, 25*(2), 322–334.

Bijlagen

Bijlage 1: Opwarming HIIT

Voor elke training dient deze korte opwarming te gebeuren. Dit om de kans op blessures te verkleinen. De opwarming begint met 1 minuut marcheren, gevolgd door 6 eenvoudige oefeningen van telkens 30 seconden. Ze eindigt met 1 minuut rust.

Volgorde	Oefening	Duur	Uitleg
1	Marcheren 	1 minuut	Ter plaatse wandelen, knieën hoog optrekken, armen meebewegen (handen op schouderhoogte)
2	Cross body toe touch 	30 seconden	Afwisselend linker en rechter tenen tikken met tegenoverliggende hand, tussendoor armen en rug omhoog strekken
3	Overhead reach 	30 seconden	Afwisselend linker- en rechterarm omhoog strekken in tegenovergestelde richting
4	Arm circles 	30 seconden	Beide armen horizontaal zijwaarts strekken en gelijktijdig cirkels maken
5	Lunge tap	30 seconden	Afwisselend tenen tikken met tegenoverliggende hand

	 		
6	Side lunge 	30 seconden	Afwisselend door de linker en rechter knie zakken waarbij het andere been telkens gestrekt wordt
7	Standing crunch 	30 seconden	Knie hoog optrekken en met tegenoverliggende elleboog aantikken
8	RUST	1 minuut	Maak je klaar voor de HIIT!

Bijlage 2: Borg RPE-schaal

Rating of Percieved Exertion (RPE) - Borg RPE scale		
Beoordeling van Waargenomen Inspanning - Borg RPE schaal		
6		in rust, liggend in bed
7	zeer licht	in rust, zittend op stoel
8		
9	licht	geen moeite, rustig wandelen
10		
11	tamelijk licht	kleine moeite, sneller wandelen met bv. rugzak
12		
13	tamelijk zwaar	moeite bv. lopen
14		hoe je je zou moeten voelen tijdens een sportieve activiteit
15	zwaar	stevige workout bv. meerdere malen sprinten
16		
17	zeer zwaar	hoe je je voelt tijdens je stevigste workout ooit
18		
19	zeer, zeer zwaar	
20	maximale inspanning	absoluut maximaal mogelijk, niet vanuit jezelf aan te houden

Bijlage 3: HIIT-observatieformulier

HIIT observatieformulier										
<p>Vul dit schema elke trainingssessie aan. In de kolom "Onvoldoende succesvolle deelname" vult u in welke leerlingen niet voldoende aan de training deelgenomen hebben en op welke manier (bijvoorbeeld door op te geven).</p> <p>Contactpersonen voor vragen: Dennis Grochowczak: René Reumkens: Sander De Groot: Stijn Vanderleyden:</p>										
Nr	Datum	Lesuur	Vak	LK	Startuur	Einduur	Afwezige leerlingen	Onvoldoende succesvolle deelname (argumenteer!)	Opmerkingen	
1										
2										
3										
4										
5										
6										

Bijlage 4: Vragenlijst welbevinden (Onderwijsinspectie van de Vlaamse Overheid)



Vragenlijst so 2^{de}/3^{de} graad 'Onderzoek het welbevinden van jouw leerlingen'

Ik ben een (jongen/meisje)

Ik ben geboren in (geboortejaar)

In welke graad zit je? (2de / 3de graad)

In welk leerjaar van deze graad zit je? (1^{ste} leerjaar, 2^{de} leerjaar, 3^{de} leerjaar)

In welke onderwijsvorm zit je? (aso/bsso/kso/tso)

In welke studierichting zit je?

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

1. Ik kom graag naar school
2. Ik zit graag in deze klasgroep
3. Ik voel mij goed op school
4. Ik vind wat ik op school leer interessant
5. Ik let goed op tijdens de lessen
6. Ik babbel tijdens de lessen wanneer het niet mag
7. Ik zit in de lessen te dromen
8. Er zijn duidelijke regels op school, zodat ik weet wat mag of niet mag
9. Ik kan in de lessen goed volgen
10. Mijn klasgenoten doen het beter dan ik
11. Als ik een toets of opdracht moet maken, heb ik het gevoel dat ik het wel kan
12. Ik verwerk de leerstof trager dan de anderen van mijn klasgroep
13. Ik kan goed mee op deze school
14. De taken en opdrachten die ik moet maken, zijn haalbaar
15. Ik ben graag op de speelplaats of ontspanningsruimte tijdens de pauzes
16. Ik voel me alleen op school
17. Ik word gepest op school
18. Ik heb vrienden op school
19. Op de speelplaats of in de ontspanningsruimte wordt er ruzie gemaakt
20. Op onze school worden leerlingen gepest of uitgelachten

21. De meeste leraren zeggen het wanneer ik mijn best doe
22. De meeste leraren letten erop dat de leerlingen zich aan de regels houden
23. De meeste leraren geven op een goede manier les
24. De meeste leraren zijn vriendelijk tegen de leerlingen
25. De meeste leraren hebben aandacht voor leerlingen met problemen
26. De meeste leraren hebben het moeilijk om ervoor te zorgen dat de klas stil is
27. De meeste leraren vragen naar de mening van de leerlingen
28. De leerlingen mogen tegen de leraren hun eigen mening zeggen

Bijlage 5: Baselinewaardes van de leerlingen tussen de beide groepen

	Controlegroep					HIIT-groep					p-waarde
	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	
ANT mean	13	540,69	65,29	442	690	23	543,17	56,15	441	677	0,90
ANT alert	13	14,08	24,19	-38	41	22	34,18	36,02	-45	101	0,09
ANT orient	13	50,08	52,61	-71	117	21	37,61	52,95	-117	127	0,51
ANT conflict	13	102	35,90	68	198	21	85,57	30,81	34	143	0,17
Mixed Span MRT	13	4109,59	810,28	3171	5682	23	3797,81	1281,53	747	6027	0,44
Operation Span MRT	13	2999,09	527,98	2086	3729	23	3372,84	925,73	843	5115	0,19
Reading Span MRT	13	4269,03	691,87	3357	5980	23	4311,03	1329,28	670	5828	0,91
SSRT STOP	13	249,31	106,16	123	553	23	268,96	44,63	184	259	0,44
Pedagogisch klimaat mean	10	3,0	0,49	2,25	3,75	22	2,76	0,49	1,75	3,5	0,21
Sociale relaties mean	10	3,2	0,44	2,75	4,0	22	2,89	0,52	1,75	3,50	0,11
Academisch zelfconcept mean	10	2,93	0,58	2,00	3,83	22	2,84	0,50	1,83	3,83	0,67
Betrokkenheid mean	10	3,73	0,27	3,33	4,0	22	3,62	0,31	2,83	4	0,34
Tevredenheid mean	10	3,05	0,52	2,5	3,88	22	2,76	0,43	1,88	3,63	0,10

Bijlage 6: Postinterventiewaardes van de leerlingen tussen de beide groepen

	Controlegroep					HIIT-groep					p-waarde
	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	N	Gemiddelde	SD	Min	Max	
ANT mean	13	525,61	57,73	415	624	20	547,3	50,13	460	657	0,26
ANT alert	13	28,92	51,91	-68	160	20	39,10	63,44	-77	197	0,63
ANT orient	13	26,15	49,74	-68	79	20	35,10	73,43	-158	151	0,70
ANT conflict	13	79,23	53,03	-30	172	20	93,25	39,41	27	217	0,39
Mixed Span MRT	13	3733	662,86	2936,9	5093,9	20	3098,88	1433,05	258,0	5435,2	0,15
Operation Span MRT	13	2875,65	550,33	1827,2	4048,6	20	2833,10	1121,34	324,2	4145,9	0,9
Reading Span MRT	13	3786,61	612,54	2768,7	5164,9	20	3282,12	1565,78	608	5840,9	0,28
SSRT STOP	13	258,77	81,25	205	520	19	258,26	45,44	152	347	0,98
Pedagogisch klimaat mean	13	3,23	0,43	2,5	4,0	22	2,91	0,49	1,5	3,75	0,08
Sociale relaties mean	13	3,27	0,35	2,75	4,0	22	2,85	0,54	1,75	3,5	0,09
Academisch zelfconcept mean	13	3,09	0,54	2,0	3,83	22	2,86	0,39	1,67	3,33	0,15
Betrokkenheid mean	13	3,71	0,28	3,17	4,0	22	3,61	0,49	2	4	0,51
Tevredenheid mean	13	3,08	0,46	2,13	4,0	22	2,80	0,30	2,38	3,25	0,07