

# Een verdiepend onderzoek naar respiratory sinus arrhythmia als fysiologische indicator van emotieregulatie in relatie tot angst bij adolescenten

Vanina Van Puyvelde

Studentennummer: 01804945

Promotor: prof. dr. Caroline Braet

Begeleider: Heleen Goemaere

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van  
Master of Science in de psychologie - klinische psychologie

Academiejaar 2023-2024

## Abstract

**Probleemstelling:** De ontwikkeling van emotionele problemen zoals angststoornissen vindt vaak zijn oorsprong in de adolescentie en de prevalentiecijfers zijn hoog tijdens deze ontwikkelingsperiode. Ondanks dat er reeds veel bekend is over de rol van adaptieve en maladaptieve emotieregulatiestrategieën in de ontwikkeling en persistentie van angstsymptomen, blijft de invloed van enkele betrokken psychofysiologische (emotionele) regulatieprocessen, specifiek Respiratory Sinus Arrhythmia (RSA), onderbelicht. Dit onderzoek richt zich op de verschillende RSA-componenten (resting RSA, RSA-activiteit en RSA-herstel) bij adolescenten met angstsymptomen en onderzoekt de mediërende rol van adaptieve en maladaptieve emotieregulatie in deze relatie. **Methode:** De data bestaat uit een niet-klinische steekproef van adolescenten tussen de 12 en 20 jaar ( $M = 15.00$   $SD = 2.39$ ) die bestond uit 36 adolescenten waarvan 14 jongens (38.89%) en 22 meisjes (61.11%). De RSA-componenten werden gemeten tijdens rust (resting-RSA), een taak met een angstinductie (RSA-activiteit) en na de angstinductie (RSA-herstel). De emotieregulatiestrategieën werden in kaart gebracht met de Vragenlijst voor Emotieregulatie bij Kinderen en Jongeren (FEEL-KJ) en de angstsymptomen met de State and Trait Anxiety Inventory for Children (STAI-C). Mediatie-analyses werden uitgevoerd om de effecten van RSA-componenten op angstsymptomen via adaptieve en maladaptieve ERS te onderzoeken, waarbij gecontroleerd werd voor geslacht. **Resultaten:** De resultaten tonen aan dat zowel de adaptieve als maladaptieve emotieregulatiestrategieën geen significante invloed uitoefenen op de relatie tussen de RSA-componenten afzonderlijk en symptomen van angst bij adolescenten. Dit ligt in lijn met eerdere studies die reeds tegenstrijdige resultaten rapporteren. Echter, een significante negatieve relatie werd gevonden tussen adaptieve emotieregulatiestrategieën en angstsymptomen bij adolescenten en een significante positieve relatie werd gevonden tussen maladaptieve emotieregulatiestrategieën en angstsymptomen bij adolescenten. Dit impliceert dat het gebruik van meer adaptieve emotieregulatiestrategieën en minder maladaptieve emotieregulatiestrategieën samenhangt met minder angstsymptomen bij adolescenten. **Conclusie:** De studie bevestigt de complexe relatie tussen RSA-componenten en angstsymptomen bij adolescenten via adaptieve en maladaptieve emotieregulatiestrategieën. De bevindingen benadrukken de noodzaak voor verder onderzoek naar de factoren die bijdragen aan inconsistente resultaten in de literatuur en suggereren dat zowel adaptieve als maladaptieve ERS een belangrijke rol spelen in het verminderen van angstsymptomen bij adolescenten.

*Sleutelwoorden:* angstsymptomen, emotieregulatie, resting-RSA, RSA-activiteit, RSA-herstel, adolescenten, mediatie-analyse

## **Een korte proloog**

Deze masterproef wordt neergelegd om het diploma Klinische Psychologie te behalen aan de Universiteit van Gent. Gedurende mijn opleiding werd mijn belangstelling voor emotieregulatie steeds sterker. Daarom was ik zeer verheugd toen ik mijn masterproefonderwerp kreeg toegewezen. Met voldoening kijk ik terug op het hele, soms zware, proces van het schrijven van deze masterproef. Graag wil ik via deze weg mijn dankbaarheid tonen tegenover een aantal personen. Allereerst wil ik mijn promotor, Caroline Braet, bedanken voor de mogelijkheid mij te kunnen verdiepen in dit boeiende onderzoeksonderwerp en voor de nuttige feedback op deze masterproef. Verder wil ik ook graag mijn begeleider, Heleen Goemaere, bedanken voor haar constructieve feedback en het duwtje in de rug wanneer het nodig was. Ook wil ik mijn medestudent Helena bedanken. Ik kon altijd op haar rekenen om samen de vaak complexe onderwerpen van de masterproef uit te zoeken, wat een enorme steun gaf. Verder wil ik graag de deelnemende adolescenten bedanken die hun tijd hebben vrijgemaakt deel te nemen aan het onderzoek waarop deze masterproef is gebaseerd. Ten slotte wil ik graag mijn ouders, mijn zus, Fee, en mijn vriend, Jannes, bedanken voor het kritisch nalezen van mijn masterproef en voor de enorme steun gedurende het hele proces.

## Inhoudsopgave

Een verdiepend onderzoek naar Respiratory Sinus Arrhythmia als fysiologische indicator van emotieregulatie in relatie tot angst bij adolescenten.....	6
<i>Conceptualisering van angst</i> .....	6
<i>Van adaptieve naar maladaptieve angst</i> .....	6
Biologische gevolgen.....	8
Psychologische gevolgen.....	8
Sociale gevolgen.....	9
<i>Biopsychosociale risicofactoren van angststoornissen</i> .....	9
Biologisch.....	9
Psychologisch.....	10
Sociaal.....	10
<i>De transdiagnostische benadering naar angststoornissen bij adolescenten</i> .....	11
<i>Research Domain Criteria</i> .....	11
<i>Emotieregulatie</i> .....	12
ERS en angst bij jongeren.....	14
<i>Psychofysiologische theorieën</i> .....	15
Het autonoom zenuwstelsel en emotie.....	16
Polyvagal theory.....	16
Neurovisceral Integration Theory.....	17
<i>Fysiologische indicatoren van emotieregulatie</i> .....	17
De hartslagvariabiliteit.....	17
Respiratory Sinus Arrhythmia.....	18
Operationalisatie van RSA.....	18
Resting-RSA.....	19
Resting-RSA & internaliserende problemen.....	19
Resting-RS & ER.....	21
RSA-reactiviteit.....	21
RSA-reactiviteit & internaliserende problemen.....	22
RSA-reactiviteit & ER.....	23
RSA-herstel.....	23
RSA-herstel & internaliserende problemen.....	24
RSA-herstel & ER.....	24
<i>Emotieregulatie als mediërende rol tussen de RSA-componenten en angst</i> .....	25
Huidig onderzoek.....	26
<i>Onderzoeksvragen en hypothesen</i> .....	26
Onderzoeksvraag 1.....	27
Onderzoeksvraag 2.....	27
Methoden.....	28
<i>Participanten en rekrutering</i> .....	28
<i>Procedure</i> .....	28
<i>Verloop laboratorium paradigma</i> .....	29
Neutrale Baseline.....	29

Denali Baseline .....	29
Emotie-inducties .....	29
Herstelfase .....	29
<i>Meetinstrumenten</i> .....	30
Vragenlijst voor Emotieregulatie bij Kinderen en Jongeren (FEEL-KJ) - (Grob & Smolenski, 2005; Nederlandse vertaling door Theuwis & Braet, 2010).....	30
Stait and Trait Anxiety Inventory for Children (STAI-C) – (Spielberger et al., 1973).....	31
<i>Fysiologische metingen</i> .....	32
<i>Berekening RSA</i> .....	33
<i>Het data-analytisch plan</i> .....	33
Preliminaire analyses .....	33
Controlevariabelen .....	34
Hoofdanalyses .....	34
<i>Preliminaire analyses</i> .....	35
Descriptieve analyses .....	35
Bivariate correlaties .....	36
<i>Controlevariabelen</i> .....	36
<i>Hoofdanalyses</i> .....	37
Onderzoeksvraag 1.1: Mediëren adaptieve ERS de relatie het effect tussen resting-RSA en symptomen van angst bij adolescenten? .....	37
Onderzoeksvraag 1.2: Mediëren adaptieve ERS de relatie het effect tussen RSA-activiteit en symptomen van angst bij adolescenten? .....	37
Onderzoeksvraag 1.3: Mediëren adaptieve ERS de relatie het effect tussen RSA-herstel en symptomen van angst bij adolescenten? .....	37
Onderzoeksvraag 2.1: Mediëren maladaptieve ERS de relatie het effect tussen resting-RSA en symptomen van angst bij adolescenten? .....	38
Onderzoeksvraag 2.2: Mediëren maladaptieve ERS de relatie het effect tussen RSA-activiteit en symptomen van angst bij adolescenten? .....	38
Onderzoeksvraag 2.3: Mediëren maladaptieve ERS de relatie het effect tussen RSA-herstel en symptomen van angst bij adolescenten? .....	38
<b>Discussie</b> .....	<b>39</b>
<i>Bespreking van de resultaten</i> .....	39
De mediërende rol van adaptieve en maladaptieve ERS.....	39
Onderlinge relaties binnen het adaptieve mediatiemodel .....	40
Onderlinge relaties binnen het maladaptieve mediatiemodel.....	42
<i>Klinische implicaties</i> .....	44
<i>Sterke Punten en Beperkingen</i> .....	44
<i>Aanbevelingen voor vervolgonderzoek</i> .....	45
<i>Conclusies</i> .....	46
<b>Literatuurlijst</b> .....	<b>47</b>
<b>Puberty Development Scale (PDS)</b> .....	<b>60</b>

## **Een verdiepend onderzoek naar Respiratory Sinus Arrhythmia als fysiologische indicator van emotieregulatie in relatie tot angst bij adolescenten**

Angst is een psychologische, fysiologische en gedragsmatige reactie die ontstaat door een bedreiging op het welzijn of op de overleving, zowel echt als ingebeeld (Steimer, 2002). Die reacties worden onder andere gekenmerkt door verhoogde alertheid, verhoogde verwachting en specifieke gedragingen en helpen om met stressvolle en onverwachte situaties om te gaan (Steimer, 2002). Echter kan pathologische angst het vermogen om met dagelijkse uitdagingen om te gaan, verstoren. Dit wordt dan een angststoornis genoemd (Craske et al., 2017). Een angststoornis is een van de meest voorkomende mentale gezondheidsproblemen ter wereld (Niermann et al., 2021). Met een life-time prevalentie van 33.7% bij de Europese bevolking (Bandelow & Michaelis., 2015) en de negatieve gevolgen die het met zich meedraagt (Craske et al., 2017) verdient deze pathologie de nodige aandacht. Deze negatieve gevolgen omvatten functionele beperkingen in het dagelijks leven, verminderde kwaliteit van leven, verhoogde gezondheidsrisico's, comorbiditeit met andere psychische stoornissen en sociale isolatie (Craske et al., 2017). Het is belangrijk om de indicatoren van angst goed te begrijpen, zodat we de negatieve gevolgen kunnen verminderen en de algehele gezondheid en het welzijn van mensen met pathologische angst kunnen verbeteren. (Craske et al., 2017). We zullen hierbij in het bijzonder mikken op één leeftijdsfase, namelijk de adolescentie, gezien de ontwikkeling van emotionele problemen, zoals een angststoornis, zijn oorsprong vaak vindt in deze levensfase (Brenning et al., 2021). In wat hierop volgt zullen de omschrijving, prevalentiecijfers, gevolgen en onderliggende indicatoren van angst bij adolescenten besproken worden om een beter beeld te krijgen van de factoren die bijdragen aan het ontstaan en de instandhouding van angst bij deze doelgroep, hopen op meer inzicht in de mechanismen achter angst bij adolescenten.

### **Conceptualisering van angst**

Craske (1997) definieerde het concept angst als een adaptieve emotie met de functie om de overlevingskans te vergroten in bedreigende situaties. Verder benadrukt ze dat er drie processen zijn om bedreigingen waar te nemen. Ten eerste hebben we het cognitieve proces dat te maken heeft met het besef van gevaar. Ten tweede zijn er de fysiologische processen die onder andere de versnelling van de ademhaling en hartslag omvatten. Ten derde is er ook het gedragsmatige proces, dat ook wel bekend staat als het ontvluchten of vermijden van een bedreigende situatie (Craske, 1997). In huidig onderzoek zal de focus liggen op de fysiologische processen als indicator van symptomen bij angst.

### **Van adaptieve naar maladaptieve angst**

Angst is een normaal verschijnsel in de kindertijd en adolescentie, dat binnen een adequaat ontwikkelingsverloop past (Prins & Braet, 2014) en meestal op een adaptieve manier voorkomt (Beckers et

al., 2023). Leeftijdsadequate angst betekent dat het normaal is voor heel jonge kinderen om angsten te hebben voor bijvoorbeeld dieren. Kinderen tussen de zes en tien jaar zijn vaak bang voor de duisternis en imaginaire wezens zoals monsters en spoken. Oudere kinderen hebben eerder angst voor lichamelijke kwetsuren en fysiek gevaar (Gullone, 2000).

Niettemin kan angst maladaptief worden en leiden tot de vorming van klinische angst wanneer het (a) de dreigingsgraad overstijgt, (b) zich generaliseert over prikkels en situaties heen, (c) aanhoudt nadat het gevaar geweken is, of (d) overmatig vermijdingsgedrag aanmoedigt (Beckers et al., 2023). Ter illustratie kan een adolescent van 18 jaar nog steeds een enorme paniecreactie vertonen nadat een uur voordien een kleine hond rondliep in het park. In het algemeen beschrijft de DSM-5 een angststoornis als "een excessieve angst en bezorgdheid, die gedurende minstens 6 maanden vaker wel dan niet aanwezig is en betrekking heeft op dagelijkse gebeurtenissen en/of activiteiten zoals school of werk" (American Psychiatric Association., 2013). De angst, zorgen, of lichamelijke symptomen veroorzaken dus een klinisch significante stress of beperking in sociale, beroepsmatige of andere belangrijke gebieden van functioneren (Dowell et al., 2018). De kenmerkende symptomen zijn ongecontroleerde paniek, nervositeit en zorgen die een invloed hebben op hoe mensen denken, voelen en zich gedragen (Wright et al., 2016). Adolescenten die lijden onder een angststoornis ervaren vaker een lagere levenskwaliteit (Costello et al., 2005), problemen op sociaal en familiaal vlak (Settipani & Kendall, 2012; Verduin & Kendall, 2007), een verhoogd risico op de ontwikkeling van psychiatrische aandoeningen later in het leven (Mohr & Schneider, 2013) en een verhoogd risico op middelenmisbruik (Pine et al., 1998). Desondanks wordt slechts een derde van de adolescenten met een angststoornis hiervoor behandeld (Niermann et al., 2021).

### **Prevalentie van een angststoornis bij adolescenten**

Om het belang van het onderzoek aan te duiden is het interessant om de prevalentie van de stoornis te bekijken. Tracking Adolescents' Individual Lives Survey (TRAILS) begon in 2001 aan een longitudinale studie over de prevalentie van verschillende stoornissen bij Nederlandse adolescenten die op 11-jarige leeftijd en op 19-jarige leeftijd bevestigd werden. Hieruit bleek dat 25% van de Nederlandse adolescenten al een angststoornis had meegemaakt (Ormel et al., 2014). Dit werd bevestigd door een studie van Niermann en collega's (2021) bij Duitse adolescenten tussen 14 en 21 jaar oud. Hieruit bleek dat 23,3% van de adolescenten een angststoornis zou ontwikkelen (Niermann et al., 2021). De jaarprevalentie (i.e. het aantal mensen dat een bepaalde aandoening heeft gehad in een gegeven jaar) van angststoornissen bij adolescenten uit deze studie is 16,5%. In 2020 werd een longitudinaal onderzoek gestart vanuit de KULeuven, genaamd SIGMA ("Hoe word ik wie ik ben?"), over het mentaal welbevinden van jongeren uit België. Er werden bijna 2000 adolescenten bevestigd uit het eerste, derde en vijfde middelbaar. Diezelfde adolescenten werden na twee jaar en na vier jaar opnieuw bevestigd om de ontwikkeling van de psychische klachten in kaart te

brenge. Hieruit bleek na de eerste bevraging dat de helft van de jongere last had van psychologische klachten, voornamelijk milde klachten. Verder bleek ook dat bijna 20% van de adolescenten matig ernstige tot ernstige klachten rapporteerden zoals angstgevoelens. Ten slotte kon men hier ook uit concluderen dat psychische klachten bleken toe te nemen naarmate de adolescenten ouder werden (Kirtley et al., 2019).

### **De gevolgen van een angst**

Wanneer angst klinisch significante stress meebrengt, spreken we van een stoornis. Dit kan zich uiten op verschillende gebieden van het functioneren.

**Biologische gevolgen.** Op biologisch vlak hangen symptomen van angst vaak samen met effecten in de hartslag en ademhaling (Craske, 1997). In 2019 deden Wu en collega's een onderzoek met Chinese studenten zonder angststoornis, met een gemiddelde leeftijd van 19,8 jaar. Er werden emotie-inducerende filmpjes getoond om vervolgens de hartslag te meten. Hieruit bleek dat de hartslag significant hoger was bij de angstconditie dan bij de conditie amusement, waarbij een filmpje werd getoond dat blijde emoties oproep. Ook bleek hieruit dat bij deze 'gezonde' jongeren tijdens de angstconditie de hartslagvariabiliteit <sup>1</sup>(i.e. de variatie in tijd tussen hartslagen) verlaagt (Wu et al., 2019). Verder toonden Castaldo et al. (2015) ook aan dat de hartslag in connectie staat met de ademhaling en dit dus hetzelfde patroon volgt. De ademhaling versnelt bij emoties die spanning ontlokken, zoals angst, en de ademhalingvariabiliteit (i.e. de variatie in tijd tussen ademhalingen) vertraagt (Castaldo et al., 2015). Daarnaast onderzochten Tunnell en collega's (2021) in een systematische review hoe volwassenen met angststoornissen reageren op spanning, waarbij ze keken naar veranderingen in ademhaling en hartslag. De resultaten toonden aan dat mensen met angststoornissen vaak sneller ademen en een hogere hartslag hebben wanneer ze spanning ervaren, wat wijst op een verstoorde stressrespons (Tunnell et al., 2021).

**Psychologische gevolgen.** De "National Comorbidity Survey Replication" (NCS-R) is een grootschalige epidemiologische studie uitgevoerd door Kessler en collega's (2005) in de Verenigde Staten waar de prevalentie van verschillende psychische stoornissen, waaronder angststoornissen onderzocht werd. Uit de resultaten van de NCS-R blijkt dat mensen met angststoornissen een verhoogd risico hebben op verschillende psychologische effecten. Dit omvat negatieve cognities zoals catastroferen en piekeren, vermijdingsgedrag om angstige situaties te vermijden, verminderd functioneren in het dagelijks leven, slaapproblemen, emotionele instabiliteit, en een lagere kwaliteit van leven<sup>2</sup>. Bovendien bleek uit de NCS-R dat angststoornissen vaak in verband staan met andere psychische stoornissen, zoals depressie, wat de complexiteit van de klinische presentatie vergroot (Kessler et al., 2005). Hanna en Strober deden in 2020 een

---

<sup>1</sup> De hartslagvariabiliteit wordt later nog uitgebreid toegelicht en gedefinieerd.

<sup>2</sup> Opgemerkt hierbij is dat we via cross-sectionele studies de richting van het verband niet kunnen achterhalen.



onderzoek naar de gevolgen van angststoornissen op psychologisch vlak. Er werden vooral hoge correlaties gevonden bij een negatiever psychologisch welzijn, een mindere levenskwaliteit die vooral betrekking heeft op zelfacceptatie, een minder gevoel van controle over de omgeving, een minder doelgericht leven, minder algemene tevredenheid en meer ervaren stress (Hanna & Strober., 2020). Het hebben van een angststoornis in de kindertijd of adolescentie vergroot ook de kans op het hebben van een angststoornis of andere pathologie in de volwassenheid (Mohr & Schneider., 2013).

**Sociale gevolgen.** Op sociaal vlak werden verbanden aangetoond tussen het hebben van een angststoornis en problemen met betrekking tot sociale functioneren (Deater-Deckard, 2001). Een angstig persoon komt eerder verlegen over waardoor de kans vergroot dat anderen een eerder negatief oordeel zullen vellen. Dit kan een inbreuk zijn op de sociale status waardoor de interactie met leeftijdsgenoten moeizamer verloopt (Jiang & Cillessen., 2005). Dit kan leiden tot vicieuze cirkels en daardoor het verliezen van sociale contacten (Craske et al., 2017). Ook zou het hebben van meer symptomen van angst bijdragen aan sociaal beslissingsgedrag. In een studie van Wu en collega's (2013) werd bij 319 Chinese studenten een screening afgenomen via de Spielberger's State-Trait Anxiety Inventory die de toestand van angst meet. Hieruit bleek dat de studenten met een hoge mate aan angst meer oneerlijke voorstellen aannemen van een menselijke tegenspeler terwijl ze minder oneerlijke voorstellen aannemen van een computer (Wu et al., 2012). Dit duidt op de impact van angst bij sociale situaties en beslissingen in een sociale context.

### **Biopsychosociale risicofactoren van angststoornissen**

De interactie tussen kind en omgeving staat centraal binnen de ontwikkelingspsychopathologie (Aldao et al., 2016), wat betekent dat risicofactoren eerder kwetsbaarheidsfactoren zijn die pas in de interactie tot uiting komen. Er zijn zowel erfelijke als niet-erfelijke risicofactoren van een angststoornis. Kenmerkend aan alle risicofactoren is dat er via longitudinaal onderzoek is aangetoond dat ze voorafgaan aan de angststoornis.

**Biologisch.** Temperament wordt beschreven als "biologisch gewortelde individuele verschillen in gedragstendens die vroeg in het leven aanwezig zijn en relatief stabiel zijn over situaties en tijd heen" (Clark & Watson, 1991). Bepaalde temperamentskenmerken vormen een kwetsbaarheid voor de ontwikkeling van verschillende soorten psychopathologieën (Simonetti et al., 2023). Het Tripartite Model van Clark en Watson (1991) is zeer invloedrijk geweest in het onderzoek naar verbanden tussen temperament en psychopathologie. Dit model werd initieel ontwikkeld om het onderscheid tussen de depressieve stoornis en de angststoornis te verduidelijken aan de hand van drie temperamentkenmerken; negatief affect, positief affect en hyperarousal. Specifiek is er bij angst sprake van een hoog negatief affect en een hoge hyperarousal (Clark & Watson, 1991). Binnen deze masterproef is vooral de hoge hyperarousal een interessant onderdeel gezien dit verhoogd aanwezig is bij angstproblemen maar desondanks minder onderzocht wordt dan de rol van negatief affect. Hoge arousal vertaalt zich in een hoge hartslag, ademhaling, bloeddruk en spierspanning (Kalmbach et al.,

2018). Dit zijn biologische markers die iemand, door een bepaald soort temperament te hebben, meer of minder kan ervaren (Clark & Watson, 1991). Verder wordt via het model van Jeffrey Gray (1981) toegelicht hoe gedragsmatige reacties op opvallende prikkels in de omgeving ontstaan (Gray, 1981). Gray toonde met deze theorie aan dat drie verschillende hersensystemen instaan voor verschillende vormen van temperament. Daaropvolgend staan deze in voor verschillende reacties op prikkels die angst uitlokken (Gray & McNaughton, 2000). Allereerst identificeerde Gray het "Behavioural Approach System" (BAS). Het BAS is gevoelig voor beloning en zal uiterst weinig rekening houden met mogelijke negatieve consequenties. Vervolgens is er het "Behavioural Inhibition System" (BIS). Dit systeem is onderliggend aan angstige gevoelens en ligt dus binnen de focus van deze masterproef. Dit houdt concreet in dat de activiteit in het BIS gepaard gaat met gevoelens van angst. Individuen worden beschouwd als angstig wanneer ze zeer gevoelig zijn voor signalen die leiden tot negatieve resultaten. Over het algemeen resulteert activering van het BIS in: (1) remming van gedrag, (2) evaluatie van de stimuli (verhoogd arousalniveau dat resulteert in een negatieve evaluatie van de omgeving) en (3) selectieve aandacht (focus van de aandacht op negatieve stimuli). Dus, individuen met een zeer actief BIS worden verondersteld gevoelig te zijn voor prikkels die angst uitlokken en hebben daardoor een verhoogd risico op de ontwikkeling van angststoornissen (Gray, 1991). Ten slotte is het vrouwelijke geslacht ook een belangrijke risicofactor voor een angststoornis (Narmandakh et al., 2020).

**Psychologisch.** Naast de biologische risicofactoren spelen ook psychologische risicofactoren een grote rol in het ontstaan en de instandhouding van de angststoornis. De emotieregulatie is een voorbeeld van een psychologische factor die verder uitgebreid besproken zal worden (Aldao et al., 2016). Narmandakh et al. (2020) deden in 2020 een grootschalig onderzoek naar de risicofactoren van verschillende psychopathologieën op basis van de TRAILS studies, wat een verzameling van data uit een longitudinale studie uit 2001 met Nederlandse adolescenten is. Hieruit bleek een lage mate van aandachtscontrole samen te hangen met een angststoornis waarbij het moeilijker is de aandacht te focussen op een doelgerichte stimulus of de aandacht weg te richten van een ongewenste stimulus (Narmandakh et al., 2020). Ook blijkt uit de TRAILS studies dat adolescenten veel geven om hun lichaamsbeeld, uiterlijk en gewicht en dat een hogere body mass index (BMI) wordt geassocieerd met grotere ontevredenheid over het lichaamsbeeld, wat kan leiden tot een laag zelfbeeld en sociale angst. Op deze manier zou BMI dus een psychologische risicofactor zijn voor een angststoornis. Sterker nog, uit de TRAILS studies blijkt dat meisjes met obesitas bijna vier keer zoveel kans hebben om een angststoornis te ontwikkelen dan adolescenten met een normaal gewicht (Narmandakh et al., 2020).

**Sociaal.** Op sociaal vlak kunnen enkele omgevingsfactoren een invloed uitoefenen op de ontwikkeling van angststoornissen. Chen en collega's voerden in 2023 een cross-sectionele uit. De participanten waren adolescenten tussen de 10 en 19 jaar oud. Uit het onderzoek bleek dat "frequentie van gevoel van eenzaamheid", "mishandeld worden als kind" en "verslaafd zijn aan het internet" grote

voorspellers zijn voor de ontwikkeling van een angststoornis in de adolescentie (Chen et al., 2023). Sterker nog dan dit cross-sectionele onderzoek zijn de bevindingen uit longitudinaal onderzoek. Uit een Britse longitudinale studie met tweelingen tussen de 11 en 14 jaar oud bleek dat gepest worden op 11-jarige leeftijd een positieve correlatie heeft met angststoornissen op 14-jarige leeftijd (Singham et al., 2017). Verder hebben Zhang et al. een studie uitgevoerd in 2023 waarbij het effect van het familiaal functioneren op angststoornissen bij Chinese adolescenten werd onderzocht. Er werd een bi-directioneel effect vastgesteld waarbij een maladaptief familiaal functioneren positief correleerde met een hogere kans op een angststoornis en waarbij een adaptief familiaal functioneren als buffer werkt tegen angststoornissen (Zhang et al., 2023). Ten slotte bleek uit een onderzoek van Narmandakh et al. (2020) op basis van de TRAILS studies, enerzijds dat een lage sociaal economische status (SES) samenhangt met een hogere kans op een angststoornis, anderzijds dat de rol van de ouders ook van groot belang is. Hier wordt aangetoond dat ouders met een angst-of depressieve stoornis minder sociale capaciteiten hebben, wat kan resulteren in een verminderde mogelijkheid om hun kind te helpen in stressvolle omstandigheden waardoor de kans op een angststoornis bij het kind vergroot (Narmandakh et al., 2020).

## **De transdiagnostische benadering naar angststoornissen bij adolescenten**

### **Research Domain Criteria**

Hoewel veelvuldig onderzoek zich focust binnen een kader van stoornisspecifieke diagnoses, introduceerde het National Institute of Mental Health (NIMH) een raamwerk waarbinnen een transdiagnostische benadering (i.e. een visie waarbij dezelfde onderliggende mechanismen kunnen leiden tot de ontwikkeling of de instandhouding van verschillende psychopathologieën) wordt gevolgd: het Research Domain Criteria (RdoC) (Insel et al., 2010). Psychopathologie wordt binnen het RdoC bekeken via een overzichtelijke structuur vanuit verschillende belangrijke domeinen van het menselijk functioneren. RdoC stelt drie doelen voorop waarmee het wilt afstappen van een benadering waar één algemene diagnose wordt gegeven voor verschillende combinaties van symptomen. Allereerst is de transdiagnostische benadering gestart met een focus op de identificatie van biologische kernsystemen die verstoord zijn bij verschillende vormen van psychopathologie. Ten tweede wordt er gekeken naar hoe verschillende biologische systemen op elkaar inwerken en zo een kwetsbaarheid voor psychopathologie creëren. Ten derde wordt er ingezet op de identificatie van afzonderlijke biologische systemen die een transdiagnostische kwetsbaarheid voor psychopathologie vergroten (National Institute of Mental Health, 2023). Binnen dit raamwerk wordt er ingezet op dimensionele constructen die psychologische en biologische elementen integreren en theoretisch koppelt aan verschillende psychopathologieën, zoals bijvoorbeeld emotieregulatie<sup>3</sup> (Kozak & Cuthbert., 2016). Lange tijd werden psychopathologieën gediagnosticeerd aan de hand van zichtbare symptomen,

---

<sup>3</sup> Emotieregulatie wordt als transdiagnostisch mechanisme nog uitgebreid toegelicht

terwijl voor aandoeningen zoals kanker en diabetes al onderliggende biologische tests werden ontwikkeld. Dit verschil zou te wijten kunnen zijn aan het feit dat de hersenen, waar het probleem bij psychopathologie ligt, het moeilijkst bereikbare en meest gecompliceerde orgaan van het lichaam zijn. Door de focus uitsluitend te leggen op zichtbare symptomen in plaats van op de onderliggende mechanismen, was het moeilijker voor de psychologie om een adequate behandeling te geven of samen te werken met andere medische disciplines die ook hun bijdragen konden leveren aan de behandeling van psychopathologieën (Cuthbert, 2015). Het doel van transdiagnostisch onderzoek is om deze beperkingen aan te pakken en een innovatieve benadering te presenteren die de wijze waarop we psychische aandoeningen classificeren, begrijpen, behandelen en voorkomen, kan verbeteren (Fusar-Poli et al., 2019). Door de verschillende doelen die RdoC vooropstelt, is er veel meer aandacht voor de biologische processen onderliggend aan angststoornissen. Binnen deze masterproef ligt de focus in lijn met de doelen van RdoC en wordt de aandacht gericht op de onderliggende fysiologische systemen van een angststoornis, zoals emotieregulatie.

### **Emotieregulatie (ER)**

Gross (1998) definieerde ER als volgt: "ER verwijst naar de processen waarmee individuen beïnvloeden welke emoties ze hebben, wanneer ze deze emoties hebben, en hoe ze deze emoties ervaren en uiten" (Gross, 1998, p. 275). Verder stelde hij dat het individu verantwoordelijk is voor (1) welke emoties worden ervaren, (2) wanneer ze die emoties ervaren en (3) hoe ze deze gaan uiten (Gross 1998). Indien de uiting van emoties voor een verminderd psychosociaal functioneren zorgt omdat ze te heftig of te lang ervaren wordt, spreken we van maladaptieve ER (Braet et al., 2014).

ER wordt beschouwd als een transdiagnostische factor om de ontwikkeling en instandhouding van zowel internaliserende als externaliserende psychopathologieën te verklaren (Aldao et al., 2016; Beauchaine & Cicchetti, 2019). Hierbij wordt in eerste instantie gekeken naar iemand zijn/haar emotieregulatiestrategieën (ERS). ERS zijn de aangeleerde strategieën om met emoties om te gaan door de intensiteit en duur van de emoties onder controle te houden en/of ze te wijzigen (Gross & Thomson, 2007). Indien de intensiteit van de emotionele ervaring niet gereguleerd kan worden terwijl de intentie er wel is, wordt er gesproken over maladaptieve ERS (Conklin et al., 2015). De adaptieve ERS werken als een protectieve factor en zullen op lange termijn voor meer psychologisch en sociale welzijn zorgen (Gross, 2013). Braet et al. (2014) identificeerden zeven adaptieve ERS die van toepassing zijn bij zowel kinderen, adolescenten als volwassenen. Deze zijn; probleemgericht handelen, afleiding, positieve stemming oproepen, accepteren, vergeten, cognitieve probleemoplossing en herevaluatie. Deze strategieën zorgen voor emotioneel evenwicht (Braet et al., 2014). In Tabel 1 worden de verschillende adaptieve ERS gedefinieerd.

**Tabel 1**

*De adaptieve ERS overgenomen uit “Emotieregulatie bij kinderen en jongeren”*

<b>Adaptieve ERS</b>	<b>Definiëring</b>
Probleemgericht handelen	De negatieve situatie die je boos/bang/verdrietig maakt zelf veranderen.
Afleiding	Iets leuks doen, wat afleidt van de negatieve situatie.
Positieve stemming oproepen	Een andere stemming opzoeken door aan iets positief te denken.
Accepteren	Je neerleggen bij wat er gebeurd is en er het beste van maken.
Vergeten	Proberen te vergeten wat je boos/bang/verdrietig maakt en denken dat het voorbij zal gaan.
Cognitieve probleemoplossing	Erover nadenken wat je zou kunnen doen of wat je had kunnen doen om het probleem op te lossen.
Herevaluatie	Het probleem dat je boos/bang/verdrietig maakt minimaliseren, door te denken dat het niet zo erg of niet zo belangrijk is.

*Noot.* Aangepast overgenomen uit “Emotieregulatie bij kinderen en jongeren,” door A. Grob, C. Smolenski, C. Braet, M. Van Beveren, E. Cracco, L. Theuwis, 2020, *Feel-KJ*, p. 15

De maladaptieve ERS kunnen op korte termijn een positief effect hebben, maar zullen op lange termijn voor een verstoring van het doelgericht gedrag leiden of tot symptomen van psychopathologie (Braet et al., 2014). In de literatuur werden vijf maladaptieve ERS geïdentificeerd; opgeven, agressie, terugtrekken, zelfdevaluatie en rumineren en negatieve zelfevaluatie (zie Tabel 2) (Braet et al., 2013). Deze hebben negatieve consequenties op zowel psychologisch als sociaal functioneren en fungeren dus als risicofactor voor internaliserende problemen zoals een angststoornis (Wante et al., 2018). Dit komt omdat deze strategieën enkel ingaan op de subjectieve ervaring van de emotie en niet op de onderliggende fysiologische component (Braet et al., 2014).

**Tabel 2**

*De maladaptieve ERS overgenomen uit “Emotieregulatie bij kinderen en jongeren”*

<b>Maladaptieve ERS</b>	<b>Definiëring</b>
Opgeven	Niets meer doen en denken dat je ook niets kunt doen om je boosheid/angst/verdriet te veranderen
Agressie	Met anderen de confrontatie aangaan wanneer je je boos/bang/verdrietig voelt.
Terugtrekken	Je terugtrekken en niemand willen zien
Zelfevaluatie	Denken dat het alleen jouw probleem is en de fout bij jezelf leggen
Rumineren	Voortdurend blijven denken waarom je je boos/bang/verdrietig voelt en de gedachten die ermee geassocieerd zijn niet uit je hoofd krijgen.

*Noot.* Aangepast overgenomen uit “Emotieregulatie bij kinderen en jongeren,” door A. Grob, C. Smolenski, C. Braet, M. Van Beveren, E. Cracco, L. Theuwis, 2020, *Feel-KJ*, p. 15

De mate waarin we over maladaptieve ERS kunnen spreken is afhankelijk van de flexibiliteit in het gebruik van de adaptieve en maladaptieve ERS (Kashdan & Rottenberg, 2010). Indien bijvoorbeeld de adaptieve ERS ‘afleiding zoeken’ op een rigide manier gebruikt wordt, ook in situaties waar soms nood is aan aandacht voor de emotie die wordt ervaren, kunnen we niet meer spreken over een adaptieve ERS. Het gaat dus ook over de ER flexibiliteit (Specker et al., 2023). Vooral het onderscheid tussen adaptieve ERS en maladaptieve ERS is een belangrijke bron van informatie voor de ontwikkeling en instandhouding van psychopathologieën (Braet et al., 2014). Zowel het te weinig hanteren van adaptieve ERS als het te veel gebruiken van maladaptieve ERS heeft hier een invloed op (Braet et al., 2014).

**ERS en angst bij jongeren.** Psychopathologie (i.e. internaliserende en externaliserende problematieken) wordt over het algemeen gekenmerkt door problemen in de ERS. Bij adolescenten lijken het ontwikkelen van internaliserende en externaliserende psychopathologieën vaak door een gebrek aan adaptieve ERS (Braet et al., 2014). Garnefski et al. (2005) onderzochten de relatie tussen de ERS enerzijds en internaliserende en externaliserende problematieken anderzijds bij Nederlandse adolescenten tussen de 12 en 18 jaar oud. Hieruit bleek een significante positieve relatie tussen internaliserende psychopathologie, zoals angst, en de maladaptieve ERS (Garnefski et al., 2005). Dit duidt op het belang van maladaptieve ERS binnen onderzoek naar angst bij adolescenten.

Net tijdens de adolescentie is er sprake van een toegenomen onafhankelijkheid waardoor er een bijzondere behoefte ontstaat naar het reguleren van de eigen emoties op stressoren die aanwezig zijn in het

leven van een adolescent (Young et al., 2019). Uit onderzoek van Cracco et al. (2017) blijkt dat naarmate adolescenten ouder worden, ze significante veranderingen ondergaan in hun ERS. Hieruit blijkt dat er tussen de leeftijden van 12 en 15 jaar een verschuiving plaatsvindt waarbij adaptieve ERS, zoals probleemoplossing, afleiding, acceptatie en cognitieve herwaardering, afnemen, terwijl maladaptieve ERS, zoals opgeven, terugtrekken, piekeren, zelfdevaluatie en agressieve acties, toenemen. Deze verschuiving wordt als maladaptief beschouwd en hangt samen met de biopsychosociale veranderingen die tijdens de adolescentie plaatsvinden, zoals de puberteit en verhoogde emotionele reactiviteit. Daarnaast bleken er geslachtsverschillen in de ERS. Meisjes vertonen een meer uitgesproken afname in adaptieve strategieën zoals humorversterking en cognitieve probleemoplossing, terwijl jongens een toename laten zien in maladaptieve strategieën zoals piekeren en zelfdevaluatie. Deze bevindingen ondersteunen de kwetsbaarheid van adolescenten voor emotionele instabiliteit en hun moeite om emoties effectief te reguleren (Cracco et al., 2017). Het gebrek aan adaptieve en de toename aan maladaptieve ERS kan hierdoor risico's met zich meebrengen voor de ontwikkeling en instandhouding van psychische problemen bij adolescenten (Young et al., 2019).

Een belangrijke uitdaging vandaag is nog steeds de operationalisering van ER. Dit kan gedaan worden op verschillende analyseniveaus, zoals gedrag, zelfrapportage, neurale metingen of psychofysiologische metingen, wat in lijn ligt met het RDoC raamwerk (Insel et al., 2010; Young et al., 2019). Uit de studie van Young en collega's (2019) die bovenstaande analyseniveaus van het effect van ER op angst bij adolescenten hebben bestudeerd, bleken enkele tegenstrijdige bevindingen. Bij zelfrapportage bleken zeer consistente resultaten over de verstoring in ER capaciteiten en een grotere kans op het ervaren van angst in de adolescentie. Bij de andere analyseniveaus, waaronder ook het psychofysiologische niveau, konden deze consistente resultaten niet volledig gereproduceerd worden (Young et al., 2019), terwijl hyperarousal een belangrijke risicofactor is. Dit duidt op het belang naar meer onderzoek dat een integratie maakt van zowel zelfrapportagematen als fysiologische maten van ER.

### **Psychofysiologische theorieën**

Psychofysiologie bestudeert de fysiologische basis van psychologische processen. Dit omvat hoe emoties, gedachten, en gedragingen worden weerspiegeld in lichamelijke reacties en hoe fysiologische toestanden invloed hebben op psychologische ervaringen (Hamm, 2019). RDoc stelde reeds het belang van de onderliggende indicatoren voor bij een angststoornis (Insel et al., 2010). In wat hierop volgt, zal meer duiding worden gegeven over hoe deze onderliggende indicatoren een manifestatie kunnen vormen voor bepaalde psychologische uitkomsten, zoals een angststoornis. Hiervoor is eerst wat meer duiding nodig over de relatie tussen het autonoom zenuwstelsel en emotie.

**Het autonoom zenuwstelsel en emotie.** Als het gaat over emotie, leiden alle wegen naar het autonoom zenuwstelsel (AZS), ongeacht of het nu gaat over herkenning, expressie of ervaring van emotie (Levenson, 2014). Het autonome zenuwstelsel (AZS) bestaat uit zowel het sympathische zenuwstelsel (SZS) als het parasympathische zenuwstelsel (PZS). Het SZS is verantwoordelijk voor alle systemen die te maken hebben met lichamelijke activiteit (Kreibig, 2010). Het PZS zorgt voor de ‘rest-and-digest’, ook wel de rustmodus van ons lichaam genoemd (Kreibig, 2010). Zowel het SZS als het PSZ hebben een grote rol binnen het emotioneel functioneren (Kreibig, 2010). Binnen de huidige masterproef ligt de focus op het PZS omdat dit stelsel instaat voor het uiten en reguleren van emoties (Porges, 2021). Met de focus op de rol van het PZS voor het emotioneel functioneren zijn er twee invloedrijke theorieën ontwikkeld in verband met het emotioneel functioneren; de Polyvagal Theory (Porges, 1995) en de Neurovisceral Integration Theory (Thayer & Lane, 2000).

**Polyvagal theory.** Deze theorie stelt dat de nervus vagus (i.e. parasympathische zenuw die vanuit de hersenen het lichaam tot rust brengt) een invloed heeft op de hartslag in periodes van rust, stress en bij sociale gedragingen (Porges 1995; Porges, 2007). Er zijn drie zenuwactivatiesystemen die instaan voor de regulatie van emoties: (a) het “ventraal vagaal complex” (VVC), (b) het "sympatische zenuwstelsel” (SZS) en (c) het “dorsaal vagaal complex” (DVC). (a) Het VVC, ook wel "ventrale vagale sociale betrokkenheid” genoemd, is de toestand waarin mensen kunnen connecteren met anderen en sociaal kunnen zijn. Dit is het optimale niveau waarin geen stress wordt ervaren. Hier zal het PZS dus voor een hogere vagale input op de cardiale activiteit zorgen. Omwille van de vertraging van de hartslag, zal het vagale systeem hier zorgen voor een rusttoestand van het lichaam doordat de activiteit in het SZS onderdrukt wordt (Porges, 2007). De nervus vagus zorgt er met andere woorden dus voor dat er een rem op de hartslag wordt gezet zodat die in een rusttoestand met normale snelheid zal slaan. (b) Het SZS is het systeem dat alert blijft en actief wordt bij stress. Dit activatiesysteem zal het lichaam in staat stellen om te vluchten of vechten bij het ervaren van stress. Het motiveert het lichaam tot actie door de spieren aan te spannen. De input van de nervus vagus ligt hier dus een stuk lager en kan de spanning van het lichaam die ontstaat bij stress door het SZS niet zomaar voorkomen (e.g. de nervus vagus functioneert niet als rem op het hart). (c) Ten laatste is er het DVC. Dit is het oudste systeem en zorgt voor immobilisatie. Het lichaam wordt in een toestand van bevrozing gezet bij hoge angst. Je kan dit herkennen wanneer iemand in een heel enge situatie bijvoorbeeld in elkaar stuikt of niet meer gaat bewegen. Dit systeem is gecorreleerd aan gevoelens zoals hopeloosheid, schaamte, onbekwaamheid en gebrek aan motivatie (Porges, 2007). Mensen met een angststoornis vertonen doorgaans een verhoogde activiteit van twee systemen, de overlevingsmechanismen genaamd, het SZS en de DVC. Het lichaam blijft actief op zoek gaan naar mogelijk gevaar en keert moeilijk terug naar het VVC, de toestand van rust waar sociaal contact gelegd kan worden en waar de nervus vagus als rem dient om een versnelde



hartslag te voorkomen. Dankzij de fysiologische maat ‘Respiratory Sinus Arrhythmia’ (RSA) kan de latente relatie tussen het vagale systeem en het ERS worden aangetoond (Porges, 1995).

**Neurovisceral Integration Theory.** De Neurovisceral Integration Theory (NIT) is ontstaan uit de hypothese dat de hypothalamus (i.e. een klein geheel van structuren in de hersenen dat emotionele en cognitieve functies reguleert) in verbinding staat met het AZS (Thayer & Lane, 2000). De theorie suggereert een netwerk van fysiologische en neurale systemen die onze rusttoestand bepalen. Het neurale systeem ligt in de prefrontale cortex, wat het deel van de hersenen is dat verantwoordelijk is om onze gedachten en gedragingen te organiseren, plannen en tegen te houden (Goyal et al., 2008). Dit netwerk kan dan worden weergegeven door een fysiologische indicator, de respiratory sinus arrhythmia<sup>4</sup>.

Respiratory sinus arrhythmia (RSA) is een belangrijke parameter en reflecteert de interactie tussen de ademhaling en hartslag, waarbij de ademhaling invloed heeft op de snelheid waarmee het hart klopt. Meer specifiek zal de hartslag versnellen tijdens het inademen en vertragen tijdens het uitademen (Thayer & Lane, 2000). Daarnaast is er de parameter ‘de hartslagvariabiliteit’ (i.e. de variabiliteit in tijd tussen elke hartslag) die bepaald wordt door middel van feedbacklusen tussen de fysiologische en neurale systemen (Thayer & Lane, 2000). Dit zou de individuele verschillen in zelfregulatie omtrent emoties en gedragingen tussen mensen blootleggen en wordt dus bestudeerd aan de hand van de hartslagvariabiliteit (Thayer & Lane, 2000). Een hogere hartslagvariabiliteit gaat gepaard met meer prefrontale inhibitorische capaciteit, wat instaat voor de impulscontrole. Een gebrek aan impulscontrole resulteert in een gebrek aan differentiatie tussen gevaarprikkels. Er zal dus met andere woorden een minder adaptieve ERS worden toegepast omdat het gevaar niet goed kan worden ingeschat (Thayer & Lane, 2000; Thayer, 2009). Het PZS, wat een onderdeel is van het AZS, zal een invloed uitoefenen op de cardiale activiteit (Thayer, 2009) en zo een rol spelen binnen het emotioneel functioneren (Appelhans & Luecken, 2006).

### **Fysiologische indicatoren van emotieregulatie**

Op basis van bovenstaande theorieën zullen in deze masterproef twee fysiologische indicatoren van ER naar voor worden geschoven. Enerzijds de hartslagvariabiliteit, anderzijds de respiratory sinus arrhythmia, wat een specifieke manifestatie is van de interactie tussen de hartslagvariabiliteit en ademhaling en een beter inzicht biedt in de activiteit in het PSZ en daardoor de ER (Thayer & Lane., 2000).

**De hartslagvariabiliteit (HRV).** De HRV is de variabiliteit in tijd tussen elke hartslag (Berntson et al., 1993). De HRV is een fysiologische indicator van ER. Dit werd reeds aangetoond via de NIT theorie die stelt dat een hogere HRV gepaard gaat met minder adaptieve ERS (Thayer & Lane, 2000; Thayer, 2009) en via de polyvagale theorie die stelt dat de HRV een invloed uitoefent op de ER, via de rol van het PZS

---

<sup>4</sup> Respiratory sinus arrhythmia is een indicatie voor de wisselwerking tussen de hartslagvariabiliteit en de ademhaling (Thayer & Lane., 2000). Dit concept wordt later nog uitgebreid toegelicht.

(Sridharan et al., 2022). De HRV behoort dus tot de fysiologische indicatoren die RDoC vooropstelt. Het geeft een kijk op de mate van zelfregulatie (i.e. het vermogen om eigen gedrag en reacties te begrijpen en beheersen) en cognitieve controle (i.e. het proces waarbij doelen of plannen het gedrag beïnvloeden) (Beauchaine, 2015). Het meten van de fluctuaties in de hartslag geeft inzicht in de activiteit van het SZS, wat zorgt voor de lichamelijke activiteit en PSZ, wat zorgt voor de onbewuste acties in het lichaam zoals de hartslag en ademhaling (Sztajzel., 2004). Thayer (2012) stelde dat veel variabiliteit in de hartslag gepaard gaat met positieve psychologische effecten. Er is dan sprake van een verhoogde parasympatische invloed, wat een weerspiegeling is voor een hoge mate aan veerkracht (Thayer, 2012). Bij een lage mate aan variabiliteit in de hartslag is het SZS kennelijk overactief. Dit gaat gepaard met een grotere kans op psychopathologie (Campos, 2018).

**Respiratory Sinus Arrhythmia (RSA).** Naast de HRV wordt de RSA ook bestudeerd als fysiologische indicator. Deze wordt in de huidige literatuur tevens als voorspeller voor psychopathologie en als indirecte indicator van ER gezien. (Beauchaine, 2015). De RSA meet de hartslagvariabiliteit die synchroon loopt met de ademhaling. De contracties in het hart worden periodiek aangestuurd door de sinusknoop (SA), ook wel de pacemaker van het hart genoemd, die het hartritme beïnvloedt. In tijden van rust werkt het PZS als een rem op de SA-knoop van het hart, maar in periodes van stress wordt deze rem opgetrokken. Op deze manier voert het PZS een effect uit op het hartritme (Porges, 1995; Thayer & Lane, 2000; Beauchaine et al., 2007; Beauchaine et al., 2013; Beauchaine, 2015). Het PZS beïnvloedt de SA-knoop via de nervus vagus (Rottenberg, 2007). Tijdens het inademen vindt er een afname plaats van de vagale input op het hart, waardoor de hartslag versnelt, terwijl tijdens het uitademen een toename van de vagale input op het hart plaatsvindt, waardoor de hartslag vertraagt (Beauchaine, 2001). De mate waarin de nervus vagus een invloed uitoefent op het hart, wordt de cardiale vagale controle (CVC) genoemd (Rottenberg, 2007). Hoewel CVC niet rechtstreeks gemeten kan worden, dient RSA als een index voor deze latente variabele (Berntson et al., 1997). Op die manier is RSA een objectieve indicator die individuele verschillen in ER aantoont (Porges, 1995). Om RSA goed te kunnen begrijpen, maken we gebruik van de psychofysiologische theorie de NIT. De NIT toont aan hoe het netwerk tussen de fysiologische systemen (i.e. de interactie tussen de ademhaling en HRV) en de neurologische systemen (i.e. de executieve functies die door het reguleren van emoties een invloed uitoefenen op de HRV en ademhaling) kan leiden tot drie verschillende componenten van RSA: de resting-RSA, RSA-reactiviteit en RSA-herstel (Thayer & Lane, 2000). Deze periodieke fluctuaties in de hartslag die samenhangen met de ademhaling worden beschouwd als een weerspiegeling van de invloed van het PZS (Berntson et al., 1997). De RSA reflecteert dus het functioneren van het PZS en toont daarmee aan of er sprake is van adaptief emotioneel functioneren (Beauchaine & Thayer, 2015).

**Operationalisatie van RSA.** Als er sprake is van een hoge resting-RSA wil dit zeggen dat het PZS als een rem op de SA-knoop van het hart staat waardoor het hart trager zal slaan (Porges, 1995). Dit is nodig

tijdens de resting-RSA want dit is een fase waarin het lichaam in rust hoort te zijn en de ademhaling en hartslag dus ook in rust zijn. Indien er dan een emotie-inductie plaatsvindt door een bepaalde stressor in de omgeving zal het PZS de rem van de SA-knoop op het hart lossen waardoor de invloed van RSA dus verlaagt (Rottenberg, 2007). Dit resulteert in een lage RSA-activiteit waardoor het hart sneller zal slaan en de ademhaling ook versnelt (Porges, 1995). Hier kan dan adaptief emotioneel gereageerd worden op de emotionele prikkel (Beauchaine & Thayer, 2015). Ten slotte moet het PZS na de RSA-activiteit terug een toename van de SA-knoop op het hart zetten zodat de hartslag en ademhaling terug op het normale rusttempo kunnen komen na de emotionele activiteit (Beauchaine et al., 2013; Beauchaine, 2015).

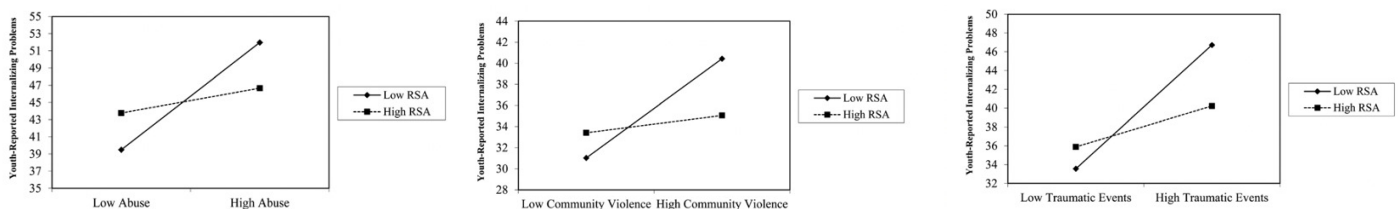
**Resting-RSA.** De resting-RSA wordt gemeten in een homeostatische toestand waar de omgeving neutraal is (Porges et al., 1996). Het is de baseline van de RSA. Het is alsof de ‘rem’ op het SZS staat. Een daling in de resting-RSA gaat dan ook samen met een stijging in de werking van het SZS en van de hartslag, een stijging in de resting-RSA zorgt dan weer voor een grotere invloed van de nervus vagus op het hart en een grotere parasympatische activiteit waardoor de hartslag zal vertragen (Porges, 2021).

**Resting-RSA & internaliserende problemen.** Een lage resting-RSA gaat samen met een verminderde parasympatische activiteit (mindere vagale input op het hart) en een overactieve sympathische activiteit (overdreven emotionele reactiviteit) (Thayer et al., 1996; Hansen, et al., 2009; Melzig et al., 2009). Dit kent een grote samenhang met heel wat psychopathologieën waaronder een angststoornis (Beauchaine, 2001; Beauchaine et al., 2013; Beauchaine, 2015; Thayer et al., 2012). Dit komt omdat het hebben van een lage resting-RSA tijdens een baselinefase minder de mogelijkheid biedt tot aanpassing aan de resting-RSA als een toestand van stress zich voordoet (Yaroslavsky et al., 2013). Het lichaam is niet in een toestand van rust ook al is er geen gevaar aanwezig. Een hoge resting-RSA daarentegen gaat gepaard met meer parasympatische activiteit (Kemp, et al., 2012, Ode et al., 2010, Thayer et al., 2012) en kent een positieve correlatie met empathie, sociale competenties, aandachtsvermogen en emotionele flexibiliteit, wat dus gepaard gaat met positieve psychologische uitkomsten (Beauchaine., 2013). Het is een beschermende factor die zich vertaalt naar meer veerkracht (Thayer et al., 2012). Het meeste onderzoek gebeurde bij volwassenen. In 2015 werd een longitudinale studie uitgevoerd met volwassenen waaruit bleek dat het hebben van een lage resting-RSA op tijdstip één een voorspeller was voor depressieve symptomen op tijdstip twee, een jaar later (Yaptangco et al., 2015). Beauchaine toonde ditzelfde effect in een studie in 2019 ook aan (Beauchaine., 2019). Uit de meeste studies blijkt een effect tussen een lage resting-RSA en internaliserende psychopathologie, maar uit sommige studies blijken tegenstrijdige resultaten. Rahal et al. (2023) voerden een studie uit bij adolescenten tussen resting-RSA en emotionele reactiviteit tijdens stress bij een sociale evaluatie. Hieruit bleek dat de adolescenten met een hoge resting-RSA een grotere emotionele reactiviteit vertoonden op de sociaal-evaluatieve stress die een significante toename in negatieve emoties (e.g. schuldgevoel, depressieve gevoelens en woede) omvatte en een significante afname in positieve emoties na

de stressvolle taak. Hun verklaring hiervoor zou liggen doordat er bij een hoge resting-RSA meer ruimte is voor aandacht voor de emotionele stimuli. Er was zowel een grote toename van negatieve emoties na de stressor, als grote afname in positieve emoties na de stressor. Rahal en collega's stellen dat dit in lijn ligt met de hypothese van emotionele flexibiliteit die reeds stelde dat er meer flexibiliteit in reactie op een stressor zal zijn, van zowel positieve als negatieve emoties, als de emotionele flexibiliteit hoger ligt. Dit is het geval als er een lagere parasympatische invloed is, wat dus een hoge RSA-herstel voorstelt (Rahal et al., 2023). De resultaten zijn dus niet altijd eenduidig waardoor verder onderzoek vereist is. In 2014 werd een studie gedaan met adolescenten tussen de 13 en 17 jaar oud waar men keek naar adolescenten die een abnormale gebeurtenis hadden meegemaakt tijdens de kindertijd (e.g. geweld, misbruik). Hieruit bleken significante correlaties tussen een lage-resting RSA en meer internaliserende problemen (zie Figuur 1). Bij de adolescenten met meer internaliserende psychopathologie vond men een lagere RSA, wat duidt op een lagere parasympatische invloed en dus een snellere hartslag bij de resting-RSA (i.e. lage resting-RSA) (McLaughlin et al., 2013). Deze studie toont duidelijk het verband aan tussen een lage resting-RSA binnen de adolescentie en internaliserende psychopathologie. Verder onderzoek naar het directe effect van een lage resting-RSA en symptomen van angst moet nog verduidelijkt worden.

### ***Figuur 1***

*Interacties tussen resting-RSA en kindertrauma bij het voorspellen van internaliserende problemen.*



Sommigen wijzen op het belang van moderatoren, en dan meer bepaald de rol van ERS. Kiel & Aaron (2024) deden een longitudinale studie met kinderen vanaf 4 jaar. Er werd via een video-opname een analyse gemaakt van de mate aan angst door te kijken naar geremd gedrag. Verder werd de resting-RSA ook gemeten. Hieruit bleek een voorspellende relatie tussen een hogere mate aan resting-RSA en lagere mate van angst, indien er sprake was van een hoge mate van aandachtscontrole<sup>5</sup> (Kiel & Aaron, 2024). Verder bleek uit onderzoek bij kinderen in 2007 een verschil bij kinderen tussen 6 en 12 jaar oud op vlak van resting-RSA, terwijl dit verschil nog niet te zien was bij kinderen tussen de 3 en 5 jaar oud (Beauchaine et al., 2007). Een mogelijke verklaring is dat er pas een verschil in resting-RSA gedetecteerd kan worden indien kinderen aan zelfregulatie van de emoties kunnen doen (Gentzler et al., 2011). Het algemene patroon over studies heen toont aan dat resting-RSA toeneemt vanaf 6 jaar en dat individuele verschillen in resting-RSA duidelijk

<sup>5</sup> Aandachtscontrole werd reeds aangeduid als psychologische risicofactor van een angststoornis

worden vanaf 12 jaar. Deze studie duidt op het belang van leeftijd als controlevariabele bij onderzoek naar RSA-componenten (Gentzler et al., 2011), alsook de link met ER in rekening te brengen.

**Resting-RSA & ER.** RSA werd ook reeds voorgesteld als onderliggende indicator om ER te meten (Beauchaine et al., 2015). Balzarotti en collega's (2017) voerden een onderzoek uit betreffende een review van bestaande literatuur over de rol van de cardiale vagale controle (CVC) als een fysiologische indicator van ER bij gezonde volwassenen. De auteurs hebben 135 onderzoeken geëvalueerd die tussen 1996 en 2016 zijn gepubliceerd en die het verband tussen CVC en ER bestuderen. De auteurs beschouwen RSA als een belangrijke maat voor CVC die gebruikt wordt om de vagale invloed van het hart te meten. De review richtte zich onder andere op resting-RSA, waar een hogere invloed is van de CVC en dus meer parasympatische activiteit die het hart op een rustig tempo laat kloppen, als fysiologische indicator van ER in reactie op een affectieve stimulus. De analyses toonden een aantal gemengde resultaten maar over het algemeen kwam een duidelijk patroon naar voor waar een hoge resting-RSA gerelateerd is met het gebruik van adaptieve ERS (Balzarotti et al., 2017). De relatie tussen resting-RSA en ER bleek ook uit een studie van Butler et al. (2006) bij Amerikaanse volwassen vrouwen, waarbij de RSA werd gemeten tijdens een baseline ademhalingstaak, gevolgd door het tonen van een film die sterke negatieve emoties zou oproepen. Een derde van de vrouwen werd na de film verzocht om de emoties te onderdrukken (maladaptieve ERS), een derde werd gevraagd hun emoties te herbeoordelen (adaptieve ERS) en de rest kreeg geen instructies. Hierna moesten de vrouwen een conversatie aangaan met elkaar over hun gevoel tijdens de film. Uit de resultaten bleek dat de vrouwen zonder instructies werden gekenmerkt door hoge niveaus van zowel positieve als negatieve emoties, gecombineerd met een negatieve ervaring. De vrouwen die moesten onderdrukken waren over het algemeen niet expressief maar ervoeren een even negatieve ervaring als de vrouwen zonder instructies en de vrouwen die moesten herbeoordelen ervoeren en uitten meer positieve emoties. In beide groepen waar een ERS werd toegepast, konden veranderingen in de resting-RSA worden vastgesteld, waar een hogere resting-RSA werd vastgesteld bij zij die adaptieve ERS moesten toepassen en een lagere resting-RSA bij zij die een maladaptieve ERS moesten gebruiken (Butler et al., 2006). Verder toonde Gentzler en collega's (2011) ook reeds aan dat er geen verschil in resting-RSA gedecteerd kon worden bij kinderen die nog geen ER vaardigheden hadden (Gentzler et al., 2011). Dit doet vermoeden dat actieve ER aangeleerd wordt gedurende de latere kindertijd, duidelijk gelinkt is aan de resting-RSA en er mogelijk hierdoor een invloed van ER op angst is.

**RSA-activiteit.** In tegenstelling tot de resting-RSA, wordt de RSA-activiteit gemeten in een toestand van spanning waar regulatie van emoties nodig is (Beauchaine, 2001). Het is een indicator voor hoe adaptief gereageerd kan worden op stress (Campbell & Wisco, 2021). De verandering in RSA ten opzichte van de resting-RSA is afhankelijk van de soort emotionele ervaring (Wang et al., 2013). Bij het ervaren van positieve emoties zal de RSA toenemen waardoor er een verhoogde invloed is van de vagale input op het hart (Kreibig, 2010). De 'rem' op het PZS wordt hier nagenoeg ingedrukt. Bij een stressvolle gebeurtenis zal

de RSA afnemen waardoor de parasympatische invloed op het hart vermindert zodat de hartslag zal versnellen en het lichaam in staat is om te reageren op externe stressoren (Beauchaine, 2001; Porges, 2007).

**RSA-activiteit & internaliserende problemen.** RSA-activiteit is gerelateerd met ER tijdens een toestand van onrust (Beauchaine., 2001). Indien stress zich voordoet zal de activatie van de nervus vagus op het hart afnemen waardoor de hartslag en ademhaling zullen versnellen zodat het lichaam klaar is voor het mogelijke gevaar (Beauchaine., 2001). Indien in een toestand van rust de RSA-activiteit al actief is en er daardoor weinig ruimte is voor een hogere mate van RSA-activiteit wanneer stress zich voordoet, zal er niet adequaat gereageerd kunnen worden (Yaroslavsky et al., 2013).

Yaroslavsky et al., (2013) deden een studie waar volwassenen met een depressief verleden vergeleken werden met volwassenen zonder depressief verleden. Beide groepen keken naar een film die verdrietige gevoelens oproept. Indien zowel resting-RSA, als RSA-activiteit als enkelvoudige variabelen werden bestudeerd, werd er bij beide variabelen geen correlatie gevonden met de groep met een depressief verleden. Wanneer RSA-activiteit in interactie met resting-RSA bestudeerd werd, werd er een significante relatie gevonden tussen een lage mate van resting-RSA in combinatie met een hoge RSA-activiteit en depressieve gevoelens bij volwassenen (Yaroslavsky et al., 2013). Hoewel er nog geen studie uitgevoerd werd naar het effect van RSA-activiteit bij volwassenen met een angststoornis, illustreert deze studie toch al het belang van de interactie tussen resting-RSA en RSA-activiteit bij internaliserende psychopathologieën. In een studie van McLaughlin et al., (2013) met adolescenten tussen de dertien en zeventien jaar oud bleek een significante samenhang tussen een hoge RSA-activiteit en internaliserende problemen, indien er sprake was geweest van een abnormale gebeurtenis in de kindertijd (e.g. geweld, misbruik) (McLaughlin et al., 2013). Dit werd getest door verandering in de RSA te bestuderen in vergelijking met een baseline fase door middel van de Trier Social Stress Test (TSST). Deze test veroorzaakt een toestand van stress door de participanten een onvoorbereide presentatie te laten geven, gevolgd door een onverwachte hoofdrekenoets, zonder feedback of aanmoediging (Allen et al., 2017). Het effect van een hoge RSA-activiteit en internaliserende problemen bij adolescenten wordt door deze studie duidelijk. Echter, ook binnen onderzoek naar RSA-activiteit bij internaliserende problemen zijn soms inconsistente resultaten te vinden. Bij een studie van Zhang et al., (2017) werd de rol van zowel resting-RSA als RSA-activiteit in een ER-taak bestudeerd op internaliserende en externaliserende problemen bij kinderen tussen de zeven en tien jaar oud (Zhang et al., 2017). Hieruit bleek dat resting-RSA wel een invloed had op internaliserende en externaliserende problemen maar geen effect werd gevonden bij RSA-activiteit (Zhang et al., 2017). Een mogelijke verklaring voor de inconsistente uitkomsten bij RSA-activiteit en internaliserende problemen zou kunnen zijn dat er pas een verschil in RSA-activiteit gedetecteerd kan worden indien kinderen aan zelfregulatie kunnen doen (Gentzler et al., 2011). Opnieuw zien we dat leeftijd best als controlevariabele

wordt toegevoegd. Een andere verklaring zou mogelijks het belang kunnen zijn om resting-RSA in combinatie met RSA-activiteit te bestuderen (Yaroslavsky et al., 2013).

**RSA-activiteit & ER.** De studie van Balzarotti en collega's (2017) werd reeds toegelicht met de focus op resting-RSA als fysiologische indicator van ER in reactie op een affectieve stimulus. Echter richtte de review zich anderzijds ook op RSA-activiteit als fysiologische indicator van ER in reactie op affectieve stimuli. De analyses toonden aan dat er, ondanks enkele gemengde resultaten, over het algemeen een duidelijk patroon naar voor kwam waar een lage RSA-activiteit geassocieerd is met meer spanning en minder inspanningen om adaptieve ERS te gebruiken. De analyses toonden aan dat er, ondanks enkele gemengde resultaten, over het algemeen een duidelijk patroon naar voor kwam waar een lage RSA-activiteit betekent dat er een afname is van de CVC op het hart waardoor de hartslag sneller zal gaan, wat dan geassocieerd is met meer spanning en minder inspanningen om adaptieve ERS te gebruiken (Balzarotti et al., 2017).

Uit een onderzoek van Van Beveren et al., (2019) blijkt verder een duidelijk verband tussen maladaptieve ER en een hoge RSA-activiteit bij adolescenten die zich in een toestand van frustratie bevinden. De groep die emoties op een meer maladaptieve manier hanteerde, door strategieën toe te passen zoals opgeven, agressie, terugtrekken, zelfevaluatie, rumineren en negatieve zelfevaluatie, vertoonde een hogere RSA-activiteit. Deze bevindingen suggereren een lagere parasympatische activiteit (Van Beveren et al., 2019). Dit wordt ondersteund door de NIT die suggereert dat biologische processen zich flexibel moeten kunnen aanpassen aan een stressvolle omgeving om adequate reacties te kunnen vertonen (Thayer & Lane., 2000; Thayer & Lane., 2009). In een longitudinale studie van Vasilev en collega's (2009) op basis van zelfrapportages van ER-problemen en fysiologische metingen van RSA bij adolescenten bleek, in tegenstelling tot voorgaand onderzoek, dat een hogere RSA-activiteit samenhangt met minder zelfgerapporteerde ER-problemen in reactie op filmclips die emoties uitlokte. De onderzoekers stellen dat door de verhoogde parasympatische invloed, die bij een hoge RSA-activiteit plaatsvindt, adolescenten door een beter bewust zijn van hun emoties leren om betere ERS toe te passen. Ze benadrukken het belang van het vermogen om emoties te erkennen en te accepteren, evenals het beheersen van impulsen tijdens emotionele situaties, als cruciale componenten van adaptieve ER (Vasilev et al., 2009). Wederom wordt dus in onderzoek tegenstrijdige bevindingen waargenomen.

**RSA-herstel.** RSA-herstel wordt gebruikt om de individuele reactie van een persoon te meten na het ervaren van een stressor (Santucci et al., 2008). Dit wordt gemeten door de resting-RSA te vergelijken met de RSA nadat een stressor afgenomen of verdwenen is. Deze zouden idealiter gelijk moeten zijn (Santucci et al., 2008). Een volledig herstel van de RSA na een stressvolle gebeurtenis hangt samen met meer emotionele flexibiliteit en minder internaliserende psychopathologie (Gentzler et al., 2009).

**RSA-herstel & internaliserende problemen.** Zoals hierboven reeds werd aangetoond blijkt uit verschillende studies het positieve effect van een verhoging in RSA (i.e. meer parasympatische invloed) na een stressvolle toestand (Gentzler et al., 2011). Het effect toont dat bij verhoogde RSA er nadien beter herstel is en zelfs minder gezondheidsproblemen en minder psychopathologieën (Gentzler et al., 2011, McLaughlin et al., 2013).

Voor volwassenen werden gelijkaardige resultaten gevonden. Yaroslavsky en collega's (2013) onderzochten dit bij volwassenen door ze een film te laten zien die triestige gevoelens opwekte. Uit de resultaten bleek dat als de participanten een hoge resting-RSA hadden in combinatie met een hoge RSA-herstel, dit samenhangt met een kleinere kans op latere depressieve gevoelens (Yaroslavsky et al., 2013). Dit onderzoek toont dus het belang van een hoge RSA-herstel binnen internaliserende problemen en benadrukt het feit dat alle drie de componenten van RSA bestudeerd moeten worden. Uit een meta-analyse van studies tussen 1992 en 2012 over RSA-herstel bij kinderen en hun functionele gedragingen bleek dat een hogere RSA-herstel samenhangt met minder externaliserende, internaliserende, cognitieve en sociale problemen (Graziano & Derefinko, 2013). Yaroslavsky en collega's deden in 2014 ook een longitudinale studie bij kinderen waaruit bleek dat lage resting-RSA in combinatie met hoge RSA-herstel uiterst predictief was als beschermende factor tegen latere depressieve gevoelens, en dat een hoge resting-RSA in combinatie met een lage RSA-herstel predictief was voor depressieve gevoelens (Yaroslavsky et al., 2014). RSA-herstel blijkt hier dus een belangrijke variabele te zijn binnen het effectief reguleren van emoties. Desondanks is onderzoek over RSA-herstel schaars, zeker bij adolescenten met een angststoornis en merkt men alweer dat er qua resting-RSA inconsistenties zijn.

**RSA-herstel & ER.** De studie van Balzarotti en collega's (2017) werd reeds toegelicht met de focus op resting-RSA en RSA-activiteit als fysiologische indicator van ER in reactie op een affectieve stimulus. De review bracht ook enkele inzichten over RSA-herstel, waarbij tijdens herstel de veronderstelde invloed van de CVC terug toeneemt na een emotie-inductie en er dus terug meer parasympatische activiteit is en het hart terug trager gaat slaan, als fysiologische indicator van ER in reactie op affectieve stimuli. Hieruit blijkt dat een lage RSA-herstel, waar dus een afname is van de CVC en minder parasympatische activiteit plaatsvindt, gelinkt is met minder inspanningen om adaptieve ERS te gebruiken om het hart terug op een rustig tempo te laten slaan (Balzarotti et al., 2017). In 2008 werd een studie uitgevoerd op kinderen tussen de 4 en 7 jaar oud waarbij het effect van RSA na een stressvolle gebeurtenis, namelijk een wachttaak, wordt bestudeerd. Er werd gekeken naar de temperamentskenmerken; zelfregulering (i.e. de mogelijkheid om positieve en negatieve reactiviteit te moduleren) en negatieve affectiviteit (i.e. het veel ervaren van negatieve emoties of stemmingen) enerzijds en de ER strategieën (i.e. adaptieve en maladaptieve strategieën) anderzijds. Resultaten wezen uit dat er een significant effect gevonden werd tussen een verminderde zelfregulatie, een negatieve reactiviteit en het hanteren van meer maladaptieve ERS (een negatieve focus op de vertraging) met



een lagere RSA-herstel (Santucci et al., 2008). Aangezien RSA (i.e. versnelde hartslag en ademhaling) en maladaptieve ER beide biopsychosociale risicofactoren zijn van angst, ontstaat de vraag naar het verband tussen deze drie componenten.

### **Emotieregulatie als mediërende rol tussen de RSA-componenten en angst**

We moeten een onderscheid maken tussen automatische parasympatisch gestuurde regulatie van spanning en emoties en anderzijds bewust inzet van ERS. Deze laatste zijn verworven, gedurende de late kindertijd en kunnen als een trek worden beschouwd. Hierboven haalden we reeds aan dat deze ERS (maladaptieve en adaptieve ERS) samenhangen met angst (Braet et al., 2014; Garnefski et al., 2005; Young et al., 2019). Anderzijds kan ook RSA als fysiologische indicator gezien worden van ER (Porges, 1995) en werd deze al meermaals in verband gebracht met internaliserende problematieken (Beauchaine., 2015). Echter botsen de studies die onderzoeken of RSA samenhangt met psychopathologie vaak op inconsistente resultaten, waardoor het nodig lijkt hier verklaringen voor te bestuderen. Eén mogelijke verklaring die naar voor kan geschoven worden is dat RSA effect uitoefent op de ontwikkeling van psychopathologie via ER moeilijkheden, gezien enerzijds de link van ER met psychopathologie en anderzijds de theoretische (en op evidentie gestoelde) link tussen RSA en ER. Het vermogen om negatieve emoties te reguleren, zoals angst, speelt een cruciale rol in psychologische veerkracht (Thayer, 2012). Maladaptieve ERS, zoals rumineren of vermijding, kunnen leiden tot een verhoogde intensiteit en duur van negatieve emoties (Braet et al., 2014). Het artikel van Kovacs et al. (2016) biedt belangrijke inzichten in hoe maladaptieve ERS en atypische fysiologische responsen, zoals RSA, bijdragen aan het risico op internaliserende psychopathologieën. Deze auteur suggereert dat adaptieve ERS een beschermende factor kunnen zijn tegen angst. De bevindingen van Kovacs et al. (2016) suggereren verder dat ER de relatie tussen RSA en psychopathologie medieert. Individuen met een laag RSA zullen maladaptieve ERS gebruiken, kunnen een hoger risico lopen op angst vanwege hun verminderde vermogen om effectief om te gaan met stress en negatieve emoties. Gezien het belang van zowel ERS als RSA in het voorspellen van internaliserende psychopathologie, is het essentieel om te onderzoeken of ERS een mediërende rol speelt in de relatie tussen RSA en angst. Door te begrijpen hoe deze factoren interageren, kunnen we gerichte interventies ontwikkelen die zowel de fysiologische als gedragsmatige aspecten van angst aanpakken, wat uiteindelijk kan leiden tot effectievere preventie- en behandelstrategieën voor angststoornissen (Kovacs et al., 2016).

## Huidig onderzoek

Huidige masterproef onderzoekt de mediërende rol van ERS in de relatie tussen de RSA-componenten en symptomen van angst bij adolescenten. ERS kan onderverdeeld worden in adaptieve en maladaptieve strategieën en dit onderscheid zal binnen huidig onderzoek ook in rekening worden gebracht. De relaties tussen de RSA-componenten en ERS enerzijds, en ERS en angstklachten bij adolescenten anderzijds, worden dus specifiek bekeken in de context van zowel adaptieve ERS als maladaptieve ERS.

Wat betreft RSA en angst weten we dat uit eerdere onderzoeken blijkt (1) reeds het negatief verband tussen lage resting-RSA en meer symptomen van angst (Beauchaine, 2001; Beauchaine et al., 2013; Beauchaine, 2015; Thayer et al., 2012). Specifiek zouden jongeren met een lage resting-RSA meer symptomen van angst vertonen. (2) Verder blijkt uit de literatuur ook een positief verband tussen hoge RSA-activiteit en internaliserende psychopathologieën (Beauchaine., 2001; McLaughlin et al., 2013; Yaroslavsky et al., 2013; Zhang et al., 2017). Dit betekent dat jongeren met een hoge RSA-activiteit vaker geneigd zullen zijn om symptomen van angst te ervaren. (3) Ten slotte bleek een negatief verband tussen lage RSA-herstel en internaliserende psychopathologieën (Gentzler et al., 2011; Yaroslavsky et al., 2013), wat impliceert dat jongeren met een lage RSA-herstel meer symptomen van angst vertonen.

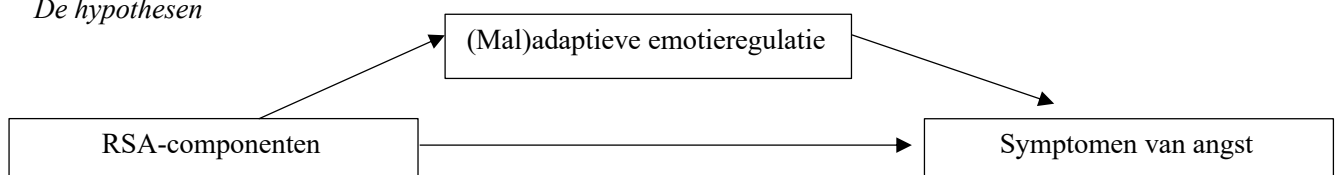
(4) Verder blijkt uit onderzoek ook reeds evidentie voor een negatief verband tussen adaptieve ERS en symptomen van angst (Braet et al., 2014). Als jongeren vaker gebruikmaken van adaptieve ERS, dan zullen ze minder snel geneigd zijn om symptomen van angst te vertonen. (5) In tegenstelling hiermee toont het onderzoek ook een positief verband tussen maladaptieve ERS en symptomen van angst (Garnefski et al., 2005) aan. Jongeren die vaker maladaptieve ERS gebruiken, zullen vaker symptomen van angst ervaren.

Ten slotte werd ook reeds aangetoond dat er een verband is tussen (6) de RSA-componenten en adaptieve ERS (Butler et al., 2006; Rahal et al., 2023; Santucci et al., 2008; Van Beveren et al., 2019) en (7) maladaptieve ERS (Santucci et al., 2008; Van Beveren et al., 2019). Hieruit volgend worden in huidige masterproef twee mediatiehypothesen vooropgesteld, die worden weergegeven in Figuur 2. De eerste hypothese luidt: “adaptieve ERS mediëren de relatie tussen RSA-componenten en symptomen van angst”. De tweede hypothese luidt: “maladaptieve ERS mediëren de relatie tussen RSA-componenten en symptomen van angst”.

### Onderzoeksvragen en hypothesen

#### Figuur 2

*De hypothesen*



*Noot.* RSA = respiratory sinus arrhythmia

De mediator en de symptomen van angst worden via vragenlijsten gemeten. Voor het meten van de RSA-componenten is er een labostelling nodig. Hiervoor worden filmfragmenten getoond in een lab, die de meting van RSA-activiteit toelaat. Na de filmfragmenten gebeurt er telkens een meting van RSA-herstel. Voorafgaand aan het filmfragment wordt de resting-RSA gemeten.

**Onderzoeksvraag 1.** Met de eerste onderzoeksvraag tracht er onderzocht te worden of adaptieve ERS de relatie mediëren tussen de RSA-componenten en symptomen van angst bij adolescenten.

Ten eerste verwachten we een mediërend effect van adaptieve ERS op een lage resting-RSA, als onafhankelijke variabele, en symptomen van angst bij adolescenten, als afhankelijke variabele.

Ten tweede wordt er een mediërend effect van adaptieve ERS verwacht op een hoge RSA-activiteit, als onafhankelijke variabele, en symptomen van angst bij adolescenten, als afhankelijke variabele.

Ten derde stelt de hypothese dat er een mediërend effect van adaptieve ERS verwacht wordt tussen een lage RSA-herstel, als onafhankelijke variabele, en symptomen van angst bij adolescenten, als afhankelijke variabele.

**Onderzoeksvraag 2.** Bij de tweede onderzoeksvraag tracht er onderzocht te worden of maladaptieve ERS de relatie mediëren tussen de RSA-componenten en symptomen van angst bij adolescenten.

Ten eerste verwachten we een mediërend effect van maladaptieve ERS op een lage resting-RSA, als onafhankelijke variabele, en symptomen van angst bij adolescenten, als afhankelijke variabele.

Ten tweede verwachten we een mediërend effect van maladaptieve ERS bij een hoge RSA-activiteit, als onafhankelijke variabele en symptomen van angst bij adolescenten, als afhankelijke variabele.

Ten derde wordt er een mediërend effect van maladaptieve ERS op een hoge RSA-herstel, als onafhankelijke variabele, en symptomen van angst bij adolescenten, als afhankelijke variabele verwacht.

## Methoden

### Participanten en rekrutering

De data voor het huidige onderzoek bestaat uit een niet-klinische steekproef van adolescenten tussen de 12 en 20 jaar ( $M = 15.00$   $SD = 2.39$ ) die bestond uit 36 adolescenten waarvan 14 jongens (38.89%) en 22 meisjes (61.11%). Deze participanten werden gerekruteerd uit verschillende scholen in Oost-Vlaanderen enerzijds en een eigen netwerk anderzijds. Er werd een mail gestuurd of telefonische contact opgenomen met de verschillende scholen waarbij een afspraak werd gemaakt om mondeling uitleg te komen geven in de klassen. Verder werden ook flyers met een QR-code op verspreid via sociale media. Indien de adolescenten wensten deel te nemen aan het onderzoek, kon een afspraak gemaakt worden via een online boekingsstelsel. De exclusiecriteria waren dat er geen sprake mag zijn van cardiovasculaire problemen en dat ze tijdens de periode van het onderzoek niet in psychologische begeleiding zijn.

### Procedure

Het onderzoeksprotocol voor de huidige studie kreeg goedkeuring van de Ethische Commissie van het Universitair Ziekenhuis in Gent (UZ Gent). De studie bestond uit twee delen. Allereerst dienden de participanten een testbatterij<sup>6</sup> in te vullen voorgaand aan het onderzoek. Een week later werden de participanten, onder begeleiding van diens ouder, verwelkomt in de campus Dunant, faculteit Psychologie en Pedagogische Wetenschappen. Hier werd uitleg gegeven over het verloop van het onderzoek. Onderzoek is gebonden aan een deontologische code waardoor ook een informed consent werd ondertekend. Hier werd de expliciete toestemming met betrekking tot deelname aan het onderzoek en verwerking van hun data gegeven door zowel de ouder van de jongere als de jongere zelf indien de jongere nog geen 18 jaar was op moment van deelname of enkel door de jongere indien de jongere 18 jaar of ouder was op moment van deelname.

Vervolgens werd er voor de participant tijd voorzien om het laboratorium te verkennen en werden de participanten gemeten en gewogen. Wanneer de jongere geacclimatiseerd was aan de setting, werd het onderzoek aangevangen. De jongere moest eerst een puberteits-en gezondheidsvragenlijst invullen op een tablet (zie Bijlage A). Dit wordt gedaan om rekening te kunnen houden met eventuele confounders zoals geslacht (Gentzler et al., 2011) en leeftijd (Narmandakh et al., 2020) die reeds werden aangetoond als factoren die eventueel een invloed zouden kunnen hebben op de resultaten. Nadien werd de jongere verzocht plaats te nemen aan de computer.

---

<sup>6</sup> De testbatterij wordt hieronder toegelicht bij meetinstrumenten.

## Verloop laboratorium paradigma

Voor het meten van de RSA-componenten is een labostelling nodig. Hierbij worden eerst twee baseline filmclips getoond om de resting-RSA te meten. Vervolgens werden drie filmclips getoond die een emotie konden oproepen om de RSA-activiteit te meten, die telkens gevolgd werden door een zwart scherm om de RSA-herstel per emotie-inductie te meten.

Allereerst werden de Visueel Analoge Schalen (VAS) uitgelegd. Dit is een meetinstrument dat bestaat uit een rechte lijn waar een score op kan weergegeven worden van 0 tot en met 10. Deze dienen om de ervaring van verschillende emoties te scoren na het bekijken van een filmfragment en de herstelfasen. Indien de participant klaar was met VAS1, waar de emoties gescoord werden alvorens naar de filmclips gekeken werd, werden de elektroden aangehecht. Ten eerste werd de aardingselektrode via een armband rond de pols van de niet-dominante hand gedaan. Deze zorgt ervoor dat de signalen van het hart en het lichaam goed opgenomen worden door de computer. Verder worden het elektrocardiogram (ECG) bekomen door middel van Ag/AgCl elektroden die onder de rib en hals geplaatst worden om de hartslagvariabiliteit te meten. Vervolgens werd een ademhalingsriem boven de borst vastgemaakt om de ademhaling van de participant te meten. Ten slotte werd de huidgeleiding gemeten, door elektroden aan de wijs- en middelvinger vast te hechten. Indien alle elektroden werden aangehecht kon er van start gegaan worden met het kijken van de filmclips.

Aan het einde van het onderzoek ontvingen de deelnemers als blijk van waardering voor hun deelname een bon ter waarde van tien euro. Ter verduidelijking wordt er in Figuur 2 een visualisatie geboden wanneer de participanten de VAS'en invullen en herstelfases doorlopen.

**Neutrale Baseline.** Tijdens de eerste baseline krijgen de participanten 4 minuten een zwart scherm te zien. Er werd op die manier een neutrale gemoedstoestand geïnstalleerd om de resting-RSA te verkrijgen.

**Denali Baseline.** De participanten dienden in de tweede baseline fase, ook wel *Denali baseline* genoemd, naar een rustige natuurfilm te kijken (i.e. Alaska's Wild Life Denali). Dit is een baseline waar een rustige natuurfilm getoond wordt om de emoties neutraal te houden.

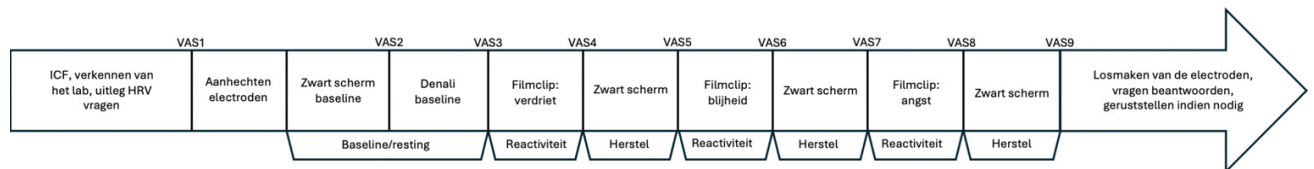
**Emotie-inducties.** Ten slotte worden er drie emoties geëvalueerd via filmclips; verdriet, blijheid en angst. Om de betrouwbaarheid te verhogen werden de participanten bij de emotie-inductie fase via counterbalancing een bepaald paradigma toegeschreven (APA Dictionary Of Psychology, z.d.). De filmclip die de emotie angst induceerde was een scène uit de film *The Lion King* waar Simba (de kleine leeuw) achtervolgd wordt door een kudde wilde dieren. Hier werd de RSA-activiteit gemeten.

**Herstelfase.** Na iedere emotie-inductie werd er een zwart scherm getoond voor vier minuten lang waarbij de participanten stil en rustig moesten blijven zitten en te ademen zoals ze normaal doen en hun ogen openhouden. Het kijken naar het zwarte scherm was om een prikkelvrije omgeving te creëren waar de

participanten konden ontspannen. Dit was om RSA-herstel na de emotie-inductie angst te meten en een herstel te installeren vooraleer de volgende emotie-inductie van start zou gaan en

## Figuur 2

*Visueel overzicht van een paradigma*



## Meetinstrumenten

**Vragenlijst voor Emotieregulatie bij Kinderen en Jongeren (FEEL-KJ) - (Grob & Smolenski, 2005; Nederlandse vertaling door Theuwis & Braet, 2010).** De FEEL-KJ vragenlijst over emotieregulatie bij kinderen en jongeren is de Nederlandse versie van de Der Fragebogen zur Erhebung der Emotionsregulation bei Kindern und Jugendlichen (Grob & Smolenski, 2005). De vragenlijst wordt gebruikt voor kinderen en jongeren tussen de 8 en 18 jaar. Er hangt geen tijdsbeperking aan de vragenlijst. De FEEL-KJ is een zelfrapportage vragenlijst en een oudervragenlijst die via 90 items toetst naar 15 verschillende ERS. Deze ERS worden onderverdeeld in adaptieve, maladaptieve en overige strategieën. Het toetst naar hoe kinderen en jongeren omgaan met de emoties angst, verdriet en boosheid door 30 items per emotie te bevragen. De jongere geeft aan op basis van een vijfpuntsschaal (bijna nooit, zelden, af en toe, vaak, bijna altijd) hoe vaak welke strategie per emotie gehanteert wordt (Grob & Smolenski, 2005; Theuwis & Braet, 2010). Er zijn Vlaamse normen beschikbaar en deze worden opgesplitst op basis van leeftijd (8 tot en met 12 jaar en 13 tot en met 18 jaar) en geslacht. Een normale totaalscore ligt tussen 40 en 60 ( $40 < T < 60$ ) wat wilt zeggen dat als een score hiertussen behaald wordt, er gesproken wordt over goed of zeer goed ER-gedrag. Indien de T-score hoger ligt dan 60, wijst dit op een disfunctioneel gebruik van de ER strategieën (Theuwis & Braet, 2010). De homogeniteitswaarde voor de FEEL-KJ met bang als emotie binnen dit onderzoek ligt op 0.69. Dit wil zeggen dat de items in deze vragenlijst een matige tot goede samenhang hebben. Adaptieve strategieën en maladaptieve strategieën zijn een belangrijke bron van informatie voor de ontwikkeling en instandhouding van psychopathologieën (Braet et al., 2014). Zowel het te weinig hanteren van adaptieve ERS als het te veel gebruiken van maladaptieve ERS heeft hier een invloed op (Braet et al., 2014). Binnen deze masterproef zal er enkel gekeken worden naar de adaptieve en maladaptieve ERS voor de emotie angst. Dit op basis van aangehaalde literatuur die het verband aantoont tussen adaptieve en maladaptieve ERS en symptomen van angst (Braet et al., 2014; Wante et al., 2018). Enkele items die bevraagd worden voor angst voor zowel de adaptieve (zie Tabel 3) als maladaptieve (zie Tabel 4) ERS worden ter verduidelijking gerepresenteerd.

**Tabel 3.**

*Enkele items die behoren tot de subschaal van de FEEL-KJ die de adaptieve strategieën voor angst meet*

---

ADAPTIEVE STRATEGIEËN - ANGST

---

1. Wanneer ik bang ben probeer ik dat wat me bang maakt te veranderen.
2. Wanneer ik bang ben probeer ik er zelf het beste van te maken.
3. Wanneer ik bang ben doe ik iets wat ik leuk vind.
4. Wanneer ik bang ben denk ik aan dingen die me gelukkig maken.
5. Wanneer ik bang ben maak ik er het beste van.

---

*Noot.* Aangepast overgenomen van de *FEEL-KJ: vragenlijst voor emotieregulatie bij kinderen en jongeren* ([https://www.hogrefe.com/nl/shop/media/downloads/samplereports/5703001\\_InkijkexemplaarHandleiding\\_Samplespages.pdf](https://www.hogrefe.com/nl/shop/media/downloads/samplereports/5703001_InkijkexemplaarHandleiding_Samplespages.pdf))

**Tabel 4.**

*Enkele items die behoren tot de subschaal van de FEEL-KJ die de maladaptieve strategieën voor angst meet*

---

MALADAPTIEVE STRATEGIEËN - ANGST

---

1. Wanneer ik bang ben wil ik niets meer doen.
2. Wanneer ik bang ben wil ik niemand zien.
3. Wanneer ik bang ben denk ik dat het mijn eigen probleem is.
4. Wanneer ik bang ben maak ik ruzie met andere mensen.
5. Wanneer ik bang ben zoek ik de fout bij mezelf.

---

*Noot.* Aangepast overgenomen van de *FEEL-KJ: vragenlijst voor emotieregulatie bij kinderen en jongeren* ([https://www.hogrefe.com/nl/shop/media/downloads/samplereports/5703001\\_InkijkexemplaarHandleiding\\_Samplespages.pdf](https://www.hogrefe.com/nl/shop/media/downloads/samplereports/5703001_InkijkexemplaarHandleiding_Samplespages.pdf))

**Stait and Trait Anxiety Inventory for Children (STAI-C) – (Spielberger et al., 1973).** De STAI-C is een zelfrapportagevragenlijst die het onderscheid maakt tussen twee verschillende concepten van angst. Enerzijds wordt de toestand van angst (A-toestand) op een bepaald moment gemeten, anderzijds wordt de angst als trek (A-trek) gemeten. De A-toestand bestaat uit 20 stellingen die toetsen naar hoe ze zich voelen op een bepaald moment. De A-toestand is ontworpen om subjectieve, bewust waargenomen gevoelens van spanning en zorgen te meten die variëren in tijd en intensiteit. Het meet met andere woorden de voorbijgaande angststoestanden. De A-trek toetst aan de hand van 20 stellingen hoe ze zich over het algemeen voelen. Deze meet de relatief stabiele individuele verschillen tussen kinderen en jongeren bij de ervaring van angst. Onderzoek toonde reeds aan dat de condities of toestand waarin de A-trek stellingen worden beantwoordt geen invloed hebben op de scores, bij de A-toestand heeft de omgeving en toestand waarin de stellingen

worden ingevuld wel een invloed (Johnson & Spielberger., 1968; Spielberger et al., 1973). De jongere geeft aan op basis van een driepuntsschaal (bijna nooit, soms, vaak) hoe vaak een bepaalde uitspraak van toepassing is. De items waarin de aanwezigheid van angst getoetst wordt, worden berekend als 1 = bijna nooit, 2 = soms & 3 = vaak (e.g. bijna nooit zenuwachtig = 1, vaak zenuwachtig = 3). De items waarin de afwezigheid van angst getoetst wordt, worden omgekeerd berekend en hier zal 3 = bijna nooit, 2 = soms & 1 = vaak (e.g. bijna nooit rustig = 3, vaak rustig = 1). De score wordt berekend door de score per item op te tellen en deze ruwe score dan binnen de juiste normgroep te plaatsen op basis van leeftijd en geslacht van de participant. Hier kan de decielscore dan mee bepaald worden. De homogeniteitswaarde voor de STAI-C binnen dit onderzoek is 0.85 wat duidt op een grote samenhang tussen de items. Binnen onderzoek wordt de A-trek gebruikt om de intensiteit van angst als trek te bepalen die wordt veroorzaakt door een stressvolle experimentele procedure of als indicator van het niveau van voorbijgaande angst ervaren door kinderen binnen psychotherapeutische begeleiding voor de effectiviteit van gedragstherapie. Dit ligt niet in lijn met de onderzoeksvragen die in deze masterproef behandeld worden. De A-trek wordt voor onderzoeksdoeleinden gebruikt om kinderen en jongeren te selecteren die variëren in neiging tot angst. Dit is in overeenstemming met de te behandelende onderzoeksvragen. Hierdoor werd de beslissing genomen binnen deze masterproef enkel de A-trek stellingen te gebruiken voor analyse aangezien we voor de ERS de FEEL-KJ gebruiken, wat ook een trek-maat is. Enkele voorbeelden van items die binnen de A-trek toestand worden gemeten, worden in Tabel 5 weergegeven.

**Tabel 5.**

*Enkele items die behoren tot de subschaal van de STAI-C die A-trek meet*

Items
1. Ik ben bang dingen verkeerd te doen
2. Ik zou wel willen huilen
3. Ik voel me ongelukkig
4. Ik vind het moeilijk beslissingen te nemen
5. Ik heb problemen waar ik tegen op zie

*Noot.* Aangepast overgenomen van de *Zelf-beoordelings-vragenlijst voor kinderen*

**Fysiologische metingen**

De afhankelijke variabelen zijn de fysiologische parameters ‘resting-RSA’, ‘RSA-activiteit’ en ‘RSA-herstel’. Verder worden de onafhankelijke variabelen over de symptomen bij angst, alsook de mediërende rol van ER bevraagd.



## **Berekening RSA**

Het registreren van de signalen van het autonoom zenuwstelsel gebeurt via een electrocardiogram (i.e. Porti 16-channel-amplifier) (Kreibig, 2010) en de software Polybench 1.2. Per participant werd er een persoonlijk bestand opgemaakt binnen het Polybench datamanager systeem. In dit onderzoek wordt de HRV gemeten op twee manieren: via een frequentiedomeinmethode, die over het algemeen de meest gebruikte methode is, en via een tijdsdomeinmethode (Shader et al., 2018). Binnen deze masterproef wordt gebruik gemaakt van de data die verzameld is via de frequentiemethode aangezien deze, in tegenstelling tot de tijdsdomeinmethode, de ademhaling mee in rekening brengt (Berntson et al., 1997) en reeds werd aangetoond dat de versnelling van de ademhaling een belangrijke component is bij angst (Craske, 1997). Bij de frequentiemethode wordt bij het meten van de HRV verschillende frequenties geanalyseerd, die vervolgens worden onderverdeeld in zeer lage, lage en hoge frequentiebanden (Beauchaine, 2001). Specifiek zijn we geïnteresseerd in de hoge frequentie, aangezien dit gerelateerd is aan de ademhaling en bekend staat als de RSA (Berntson et al., 1997). De RSA-componenten werden gedigitaliseerd met een sampling rate van 1000 Hz, wat betekent dat er 1000 signalen per seconde werden gemeten. Voor de berekening van deze signalen werd gebruik gemaakt van ANSLAB (Autonomic Nervous System Laboratory) software, een programma geschreven in MATLAB dat de interactie tussen fysiologie en emoties bestudeert (Blechert et al., 2015).

## **Het data-analytisch plan**

De gegevens werden gedocumenteerd in SPSS files. Verder werden de gegevens verwerkt met behulp van het statistisch programma IBM SPSS statistics (versie 27).

**Preliminare analyses.** Allereerst werden preliminaire analyses uitgevoerd om een basisbegrip van de dataset te verkrijgen. Hiervoor werden de gemiddelden, minimum en maximumwaarden en standaarddeviaties van de relevante variabelen uit dit onderzoek berekend. Meer bepaald zijn interessante variabelen binnen deze studie de angstsymptomen en de ERS. Daarnaast werden ook de beschrijvende statistieken van alle RSA-componenten onderzocht. Voor de meting van de resting-RSA werd een gepaarde t-test uitgevoerd tussen de neutrale baseline en de denali baseline om te kijken of het verschil significant verschillend is van elkaar. Indien dit zo is wordt de baseline met het hoogste gemiddelde verkozen omdat de parasympatische invloed daar dus het hoogste is, wat de resting-RSA dus het beste weerspiegelt. Idealiter is de correlatie tussen deze twee hoog aangezien ze beide een weerspiegeling geven van de resting-RSA. Voor de analyse van RSA-activiteit werd enkel de data van de angstemotie-inductie gebruikt. De masterproef doet een onderzoek naar symptomen van angst waardoor de focus op deze emotie-inductie werd gelegd. Verder werd gekeken of de RSA-activiteit significant verschillend was van zowel de resting-RSA, als van RSA-herstel aan de hand van een gepaarde t-test. Ten slotte werd ook een gepaarde t-test uitgevoerd om te kijken of RSA-herstel na de angstemotie-inductie terugkeert naar dezelfde waarde als de resting-RSA om te

kijken of het herstel na angst volledig terug herstelt. Binnen deze studie werd over de hele lijn gewerkt met de totaalscores van de resting-RSA, RSA-activiteit en RSA-herstel. Ten slotte werden de bivariate correlaties nog berekend tussen de verschillende RSA-componenten enerzijds en de totaalscores van zowel de STAI-C als de adaptieve en maladaptieve ERS uit de FEEL-KJ anderzijds.

**Controlevariabelen.** Dit werd gedaan door preliminaire covariantie-analyses (i.e. ANCOVA) door de effecten van de controlevariabelen na te gaan op de afhankelijke variabelen, namelijk de angstsymptomen en de mediator, met name de ERS. Geslacht werd opgenomen als categorische variabele (i.e. fixed factor). De variabele leeftijd werd opgenomen als continue variabele (i.e. covariaat). Het effect van beide werd via een gepaarde t-test getoetst op zowel de adaptieve en maladaptieve ERS, als op de symptomen van angst. Het significantieniveau werd vastgelegd op  $p < .05$ .

**Hoofdanalyses.** Voor de analyses van de onderzoeksvraag moest eerst nagegaan worden of de data voldoen aan vier basisassumpties. Allereerst moet (1) de *assumptie voor de normale verdeling* gevolgd worden aangezien ANCOVA vereist dat de afhankelijke variabelen een normale verdeling volgen. Hiervoor werd de Shapiro-Wilk-toets gebruikt. Hieruit bleek dat alle drie de afhankelijke variabelen (i.e. symptomen van angst, adaptieve ERS en maladaptieve ERS) een hogere p-waarde dan 0.05 hadden. Dit betekent dat we de nulhypothese van normaliteit verwerpen en dat de distributies van de afhankelijke variabelen niet significant afwijken van een normale verdeling. Echter was de steekproef groter dan 30 dus mogen we volgens de centrale limietstelling uitgaan van een normale verdeling. Vervolgens is er het belang van (2) *de homoscedasticiteit*. Dit verwijst naar de situatie waarin de variantie van de fouttermen, ook wel residuen genoemd, van een regressiemodel constant zijn over alle waarden van de voorspellende variabele. De spreiding van de punten rond de regressielijn moeten dus consistent blijven over het bereik van de voorspellende variabelen. Aan de hand van een grafische exploratie van een spreidingsdiagram, in Bijlage C, kon worden geconcludeerd dat niet aan deze assumptie werd voldaan. Daarna werd (3) *de assumptie van lineariteit* getoetst. Hier werd aan de hand van een spreidingsdiagram de relatie tussen de afhankelijke variabele en de voorspellende variabelen in een lineair verband weergegeven. We konden aan de hand van de grafische weergave, in Bijlage D, concluderen dat de assumptie van lineariteit niet werd bevestigd. Ten slotte werd er via een boxplot een weergave gemaakt van de (4) outliers (i.e. extreme waarden). Outliers zijn afwijkende waarden in een dataset die significant verschillen van de rest van de data en zo de resultaten van de analyses vertekenen. Aan de hand van de boxplot, in Bijlage E, kon worden besloten dat er geen outliers waren. Voor de onderzoeksvraag werd een mediatie-analyse uitgevoerd via de PROCESS 4.0-methode (Hayes, 2017). Tijdens de mediatie-analyse worden twee modellen geanalyseerd. Allereerst wordt de focus gelegd op de adaptieve ERS als mediator en vervolgens op de maladaptieve ERS als mediator. Hierbij zijn de RSA-componenten de onafhankelijke variabelen (X), de adaptieve en maladaptieve ERS de mediërende variabelen (M) en de symptomen van angst bij adolescenten de afhankelijke variabele (Y).

## Resultaten

### Preliminare analyses

**Descriptieve analyses.** In Tabel 6 wordt een weergave gegeven van de descriptieve analyses. Voor de analyses van de STAI-C waren gelijkaardige resultaten te vinden in een voorgaande studie met een gelijkaardige niet-klinische steekproef die bestond uit adolescenten tussen de elf en achttien jaar oud. Hieruit bleek een gemiddelde score op de STAI-C (A-trek) van 44.72 en een standaarddeviatie van 9.65 (Oğuztürk et al., 2012). De STAI-C heeft geen vooropgestelde cut-off score maar een score van 40 wordt vaak gebruikt (Ercan et al., 2015). Deze resultaten tonen aan dat de angstniveaus van de deelnemers laag tot matig uiteenliepen, met 69% van de deelnemers die relatief lage angstniveaus rapporteerden en 31% van de deelnemers die hogere niveaus van angst ervaarden. Verder worden in tabel 6 ook de adaptieve en maladaptieve ERS voor de emotie angst uit de FEEL-KJ gerapporteerd. Voor de analyse van de FEEL-KJ binnen deze steekproef wordt een analyse gedaan op basis van de vooropgestelde cut-off score. Bij de adaptieve ERS ligt deze op 40. Een T-score < 40 besluit een benedengemiddelde inzet van adaptieve ERS om zijn/haar gevoelens te reguleren. Bij de maladaptieve ERS ligt dit op een T-score > 60. Wanneer een score boven de 60 wordt behaald wijst dit op een dysfunctioneel gebruik en voor het welzijn nadelige inzet van de maladaptieve ERS (Jansen, 2020). De resultaten tonen aan dat binnen deze steekproef 11.11% van de adolescenten een benedengemiddelde inzet heeft van adaptieve ERS en dan 0.00% van de participanten binnen deze steekproef een dysfunctioneel gebruik van maladaptieve ERS hanteert.

Ten slotte werden de verschillende RSA-componenten enerzijds geanalyseerd, de resultaten staan in tabel 6, anderzijds werden deze ook geoperationaliseerd. Eerst werd bekeken of de verschillende RSA-componenten significant van elkaar verschilden, wat de verwachting was gezien er een emotie-inductie gebeurde. De resting-RSA werd vooreerst berekend door een gepaarde t-test uit te voeren tussen de neutrale baseline en de Denali baseline. Hieruit bleek een hoge correlatie ( $r = 0.86$ ) tussen de twee, wat aangeeft dat de metingen tussen de twee fasen sterk overeenkomen. Het verschil tussen de twee was echter niet significant ( $t(33) = 0.67, p = 0.51$ ). Voor de resting-RSA werd gebruik gemaakt van de Denali baseline aangezien deze de tweede baseline was en de participanten al konden acclimatiseren, waardoor ze verondersteld werden iets meer in rust te zijn. Voor de analyse van RSA-activiteit bleek er wel een verschil tussen RSA-activiteit en resting-RSA maar, uit een gepaarde t-test afgenomen tussen resting-RSA en RSA-activiteit, bleek het verschil echter niet significant. Desondanks wordt RSA-activiteit alsnog aangenomen omdat dit gebruikelijk is volgens de polyvagal theory (Porges, 1995) en de NIT Thayer & Lane, 2000). Verder werd de analyse voor RSA-herstel gedaan door een gepaarde t-test uit te voeren tussen de RSA-activiteit bij de angstinductie en de RSA-herstel na de angstinductie. Ook dit verschil bleek niet significant maar RSA-herstel na de angstinductie wordt toch aangenomen als indicatie voor RSA-herstel omdat dit gebruikelijk is volgens

de polyvagal theory (Porges, 1995) en de NIT (Thayer & Lane, 2000). Ten slotte werd er ook een gepaarde t-test afgenomen tussen resting-RSA en RSA-herstel om te kijken of de RSA-waarde terug volledig tot de oorspronkelijke rustwaarde hersteld is. Dit verschil bleek echter niet significant. De operationalisatie van de RSA-componenten gebeurt aan de hand van een lijnplot die wordt weergegeven in Bijlage B. De lijnplot geeft de trend van de hartslag duidelijk weer. De trend gaat van een hoge resting-RSA (i.e. met lagere hartslag) naar een lage RSA-activiteit (i.e. met hogere hartslag), wanneer angst wordt geïnduceerd, naar terug een hoge RSA-herstel (i.e. met lagere hartslag) na de angst-inductie. Dit volgt de logica die volgens de polyvagal theory (Porges, 1995) en de NIT (Thayer & Lane, 2000.) wordt vooropgesteld.

**Bivariate correlaties.** Uit de correlatieanalyses blijkt een significante relatie tussen de drie RSA-componenten onderling met een significantieniveau van  $p < .01$ . Een significante relatie tussen de mate van symptomen van angst en het gebruik van maladaptieve emotieregulatiestrategieën werd aangetoond volgens de verwachtingen met een significantieniveau van  $p < .01$ . Verder blijkt dat er geen significante verbanden zijn tussen de angstsymptomen en de drie RSA-componenten: resting-RSA, RSA-activiteit en RSA-herstel. Ook blijkt geen significante relatie tussen zowel de adaptieve als maladaptieve emotieregulatiestrategieën en de drie RSA-componenten (zie Tabel 6).

**Tabel 6**

*Descriptieve gegevens en bivariate correlaties tussen de variabele*

Variabelen	M	SD	1	2	3	4	5	6
1. Resting-RSA	7.45	0.90	1					
2. RSA-activiteit	7.64	1.06	0.88**	1				
3. RSA-herstel	7.46	1.18	0.93**	0.91**	1			
4. STAI-C (A-trek)	36.94	7.17	0.11	0.12	0.12	1		
5. FEEL-KJ adaptief	48.50	9.19	0.08	0.06	-0.01	-0.48	1	
6. FEEL-KJ maladaptief	24.71	5.83	0.18	0.14	0.18	0.54**	-0.25	1

*Noot.* N = 36; M = gemiddelde; SD = standaarddeviatie; RSA = Respiratory sinus arrhythmia; STAI-C (A-trek) = Stait and Trait Anxiety Inventory for Children (angst trek); FEEL-KJ = Vragenlijst voor Emotieregulatie bij Kinderen en Jongeren; \*\* $p < .01$ .

### Controlevariabelen

De ANCOVA-analyse toont aan dat er een significant effect van geslacht is op de symptomen van angst ( $F(1, 32) = 6.49, p = .02$ ) Verder toont de t-test aan dat meisjes significant hogere angstniveaus rapporteren dan jongens met een gemiddeld verschil van 5.40. Er werden geen significante effecten gevonden

voor leeftijd ( $F(1, 32) = .61, p = .44$ ) op de totaalscore van de angstsymptomen. De resultaten van de ANCOVA-analyse laten zien dat er geen significant effect is van geslacht op de totaalscore van adaptieve ERS van angst ( $F(1, 30) = 1.2, p = .27$ ). Daarnaast toonden de resultaten aan dat leeftijd ( $F(1, 30) = .63, p = .43$ ) ook geen significante effecten hadden op de adaptieve ERS van angst. Bij de analyse van de scores voor maladaptieve ERS rond angst, bleek een significant effect van geslacht ( $F(1, 30) = 17.442, p < .001$ ). De *t*-test toont aan dat meisjes significant hogere niveaus van maladaptieve ERS rapporteren dan jongens. Er is een gemiddeld verschil van 7.12. Dit verschil is statistisch significant. Leeftijd ( $F(1, 30) = 0.310, p = .582$ ) had geen significant effect op de maladaptieve ERS. Ter conclusie zal dus geslacht worden opgenomen in de analyses voor de symptomen van angst en de maladaptieve ERS voor angst.

### Hoofdanalyses

**Onderzoeksvraag 1.1: Mediëren adaptieve ERS de relatie het effect tussen resting-RSA en symptomen van angst bij adolescenten?** Allereerst werd gekeken naar het directe effect van resting-RSA op symptomen van angst, gecontroleerd met het effect van geslacht. Hieruit blijkt dat dit niet significant is ( $\beta = -0.04, p = 0.93$ ). Het effect van geslacht is ook niet significant ( $\beta = 0.12, p = 0.48$ ). Verder wordt het effect van resting-RSA op adaptieve ERS geanalyseerd. Dit effect blijkt niet significant ( $\beta = 0.53, p = 0.31$ ). Ten slotte is het effect van adaptieve ERS op symptomen van angst, gecontroleerd voor geslacht, wel significant. Dit bedraagt ( $\beta = -.40, p < 0.01$ ). Er is niet voldaan aan de voorwaarden om mediatie te meten. Niet verrassend zien we dan ook uit het indirecte effect van resting-RSA op symptomen van angst bij adolescenten via adaptieve ERS een niet-significant effect ( $\beta = -0.24, [95\% \text{ BI: } -1.77, 1.28]$ ).

**Onderzoeksvraag 1.2: Mediëren adaptieve ERS de relatie het effect tussen RSA-activiteit en symptomen van angst bij adolescenten?**

Uit het directe effect van RSA-activiteit op symptomen van angst blijkt dat RSA-activiteit niet significant is ( $\beta = -0.15, p = 0.74$ ). Het effect van geslacht is ook niet significant ( $\beta = 0.10, p = 0.55$ ). Vervolgens bleek het effect van RSA-activiteit op adaptieve ERS ook niet significant ( $\beta = 0.30, p = 0.54$ ). Vervolgens is het effect van adaptieve ERS op symptomen van angst, gecontroleerd voor geslacht, wel significant. Dit bedraagt ( $\beta = -.40, p < 0.01$ ). Er is niet voldaan aan de voorwaarden om mediatie te meten. Het indirecte effect van RSA-activiteit op symptomen van angst bij adolescenten via adaptieve ERS blijkt dan ook niet significant ( $\beta = -0.16, [95\% \text{ BI: } -1.50, 1.43]$ ).

**Onderzoeksvraag 1.3: Mediëren adaptieve ERS de relatie het effect tussen RSA-herstel en symptomen van angst bij adolescenten?**

Uit het directe effect van RSA-herstel op symptomen van angst blijkt dat RSA-herstel niet significant is ( $\beta = 0.31, p = 0.57$ ). Het effect van geslacht is niet significant ( $\beta = 0.10, p = 0.55$ ). Daarnaast werd het effect van RSA-herstel op adaptieve ERS geanalyseerd. Dit effect is niet significant ( $\beta = -0.77, p = 0.21$ ).

Vervolgens is het effect van adaptieve ERS op symptomen van angst, gecontroleerd voor geslacht, wel significant. Dit bedraagt ( $\beta = -.40, p < 0.01$ ). Er is niet voldaan aan de voorwaarden om mediatie te meten. Het indirecte effect van RSA-herstel op symptomen van angst via adaptieve emotieregulatie blijkt niet significant met ( $\beta=0.014, [95\% \text{ BI}:-1.2209 \text{ tot } 1.2350]$ ).

**Onderzoeksvraag 2.1: Mediëren maladaptieve ERS de relatie het effect tussen resting-RSA en symptomen van angst bij adolescenten?** Allereerst wordt gekeken naar het directe effect van resting-RSA op maladaptieve ERS, gecontroleerd voor het effect van geslacht. Uit de regressieanalyse blijkt dat resting-RSA een niet-significant effect heeft op maladaptieve ERS ( $\beta = 0.09, p = 0.64$ ). Het effect van geslacht is daarentegen wel significant ( $\beta = 0.62, p < 0.001$ ), waarbij meisjes hogere niveaus van maladaptieve ERS rapporteren dan jongens. Verder wordt er gekeken naar het directe effect van maladaptieve ERS op symptomen van angst, gecontroleerd voor het effect van geslacht. Uit de regressieanalyse blijkt een significant effect ( $\beta = 0.40, p = 0.04$ ). Er is niet voldaan aan de voorwaarden om mediatie te meten. Het indirecte effect van resting-RSA op symptomen van angst via maladaptieve ERS is niet significant ( $\beta = 0.57, [95\% \text{ BI}: -0.3551, 2.2891]$ ).

**Onderzoeksvraag 2.2: Mediëren maladaptieve ERS de relatie het effect tussen RSA-reactiviteit en symptomen van angst bij adolescenten?** Uit het directe effect van RSA-reactiviteit op maladaptieve ERS, wederom gecontroleerd voor het effect van geslacht blijkt dat RSA-reactiviteit een niet-significant effect heeft op maladaptieve ERS ( $\beta = -0.42, p = 0.27$ ). Het effect van geslacht blijft significant ( $\beta = 0.62, p < 0.001$ ), waarbij meisjes hogere niveaus van maladaptieve ERS rapporteren dan jongens. Vervolgens wordt er gekeken naar het directe effect van maladaptieve ERS op symptomen van angst, gecontroleerd voor het effect van geslacht. Uit de regressieanalyse blijkt een significant effect ( $\beta = 0.40, p = 0.04$ ). Er is niet voldaan aan de voorwaarden om mediatie te meten. Het indirecte effect van RSA-reactiviteit op symptomen van angst via maladaptieve ERS is niet significant ( $\beta = 0.3324, [\text{BI}= 95\% -0.4238, 1.9962]$ ).

**Onderzoeksvraag 2.3: Mediëren maladaptieve ERS de relatie het effect tussen RSA-herstel en symptomen van angst bij adolescenten?** Uit het directe effect van RSA-herstel op maladaptieve ERS, eveneens gecontroleerd voor het effect van geslacht bleek dat RSA-herstel een niet-significant effect heeft op maladaptieve ERS ( $\beta = 0.65, p = 0.10$ ). Ook hier is het effect van geslacht significant ( $\beta = 0.62, p < 0.001$ ), waarbij meisjes hogere niveaus van maladaptieve ERS rapporteren dan jongens. Daarna werd er gekeken naar het directe effect van maladaptieve ERS op symptomen van angst, gecontroleerd voor het effect van geslacht. Uit de regressieanalyse bleek een significant effect ( $\beta = 0.40, p = 0.04$ ). Er is niet voldaan aan de voorwaarden om mediatie te meten. Ten slotte kon het indirecte effect van RSA-herstel op symptomen van angst via maladaptieve ERS geconcludeerd worden. Dit indirect effect was niet significant ( $\beta = 0.4906, [95\% \text{ BI}: -0.2399, 1.9438]$ ).

## Discussie

Een angststoornis is een veelvoorkomend mentaal gezondheidsprobleem (Niermann et al., 2021). Angst wordt al lang gedefinieerd via psychofysiologische componenten zoals de hartslag en ademhaling (Campbell & Wisco., 2021). Op basis van het RDoC raamwerk wordt er meer en meer ingezet om symptomen zoals angst multi-method te meten en ook oog te hebben voor de onderliggende biologische systemen die men ziet als transdiagnostische structuren, zoals ER (Insel et al., 2010). Hiermee in lijn kan RSA als fysiologische index dienen van ER (Thayer & Lane, 2000; Thayer, 2009). Daarnaast werd reeds aangetoond dat abnormale patronen binnen RSA samenhangen met internaliserende problemen (Thayer et al., 1996; Hansen, et al., 2009; Melzig et al., 2009; Porges, 2021). Deze internaliserende problemen worden bovendien gekenmerkt door ER-moeilijkheden (Aldao et al., 2016; Beauchaine & Cicchetti, 2019), dewelke een belangrijke invloed lijkt te hebben op het ontstaan en de instandhouding van angstproblematieken (Braet et al., 2014; Wante et al., 2018). Ook al is er een grote hoeveelheid aan studies die de effecten van de RSA-componenten reeds aantonen voor internaliserende psychopathologieën, toch zijn er empirische studies die inconsistente resultaten uitkomen en is er een gebrek aan specifieke studies over angststoornissen bij adolescenten. Deze beperkingen wijzen op het belang van onderzoek bij adolescenten dat zich richt op de mechanismen die onderliggend zijn aan maladaptieve angstontwikkeling, zoals de RSA-componenten. We veronderstellen dat al dan niet verhoogde RSA kan leiden tot meer maladaptieve ERS en/of minder adaptieve ERS die op hun beurt de angstsymptomen uitlokken of in stand houden. Echter blijkt de relatie tussen de RSA-componenten; resting RSA, RSA-activiteit en RSA-herstel, ten opzichte van symptomen van angst nog lang niet volledig duidelijk (Santucci et al., 2008).

### Bespreking van de resultaten

**De mediërende rol van adaptieve en maladaptieve ERS.** Uit de resultaten van zowel de eerste hypothese, namelijk de mediërende rol van adaptieve ERS in de relatie tussen de drie RSA-componenten afzonderlijk enerzijds en symptomen van angst bij adolescenten anderzijds, en als de tweede hypothese, namelijk de mediërende rol van maladaptieve ERS in de relatie tussen de drie RSA-componenten afzonderlijk enerzijds en symptomen van angst bij adolescenten anderzijds blijkt dat zowel adaptieve als maladaptieve ERS deze verbanden niet mediëren. De vooropgestelde hypothesen worden hierbij verworpen.

In verschillende studies werd gesuggereerd dat er mogelijk geen hoofdeffect maar een effect van de interactie tussen resting-RSA en RSA-activiteit optreedt als voorspeller voor internaliserende psychopathologieën (Yaraslovsky et al., 2014) en werd er geen effect gevonden bij RSA-activiteit en internaliserende psychopathologieën, wanneer deze afzonderlijk werden bestudeerd (Dietrich et al., 2007; Zhang et al., 2017). Deze resultaten zouden eventueel een verklaring kunnen bieden voor het niet-significante effect van de mediërende rol van adaptieve en maladaptieve ERS op de relatie tussen de RSA-componenten

en symptomen van angst. De voorgaande studies kwamen inconsistente resultaten uit waardoor het mogelijk is dat een interactie tussen de RSA-componenten nodig is om een significant mediërend effect uit te kunnen komen. Verder zou er ook een verklaring voor het niet-significante effect kunnen liggen in het feit dat de evidentie gebaseerd is op studies met depressieve stoornissen. Echter toont het tripartite model van Watson en Clark aan dat bij angst sprake is van een hoog negatief affect en een hoge hyperarousal (Watson & Clark, 1991). Deze hoge hyperarousal onderscheidt zich van depressie en kan een manifestatie zijn van de lage resting-RSA (Friedman, 2007; Battaglini et al., 2024). Dit toont aan dat er toch een verschil is in de onderliggende mechanismen tussen een angststoornis en een depressieve stoornis wat duidt op het belang van meer onderzoek naar de onderliggende mechanismen van angststoornissen (Clark & Watson, 1991). Ten slotte werden in andere studies zoals die van Kovacs en collega's (2016) wel een mediërende rol van ER gevonden. Echter omvatte die studie een steekproef van 178 adolescenten en werden meerdere informanten gebruikt (Kovacs et al., 2016). Onze studie omvatte slechts 36 participanten die deelnamen aan de vragenlijsten en 34 participanten die het volledige labo-paradigma doorlopen hebben. Mogelijks is er dus een power-probleem. Verder werden de adaptieve en maladaptieve ERS en symptomen voor angst hier bevestigd via zelfrapportagevragenlijsten. Dit draagt een bepaalde gevoeligheid voor bias (e.g. sociaal wenselijke antwoorden die resulteerden in de lage scores voor maladaptieve ERS) (Pauwels, 2017) waardoor eventueel geen significant effect gevonden werd. De onderlinge relaties binnen het mediatiemodel kunnen ook afzonderlijk besproken worden.

**Onderlinge relaties binnen het adaptieve mediatiemodel.** Allereerst werd het effect van adaptieve ERS op symptomen van angst onderzocht. Dit negatieve effect bleek wel significant, wat impliceert dat het gebruik van meer adaptieve ERS samenhangt met minder angstsymptomen bij adolescenten. Deze bevinding ondersteunt eerdere literatuur die aantoonde dat adaptieve ERS een protectieve factor zijn tegen angstproblematieken (Braet et al., 2014; Wante et al., 2018). Adaptieve ERS zoals probleemoplossend gedrag, cognitieve herstructurering, en acceptatie helpen adolescenten om hun emoties op een constructieve manier te beheren. Deze strategieën kunnen hen helpen om stressvolle situaties te herformuleren, effectieve oplossingen te vinden en negatieve emoties te accepteren zonder erdoor overweldigd te raken (Braet et al., 2014). Dit kan uiteindelijk een verklaring bieden voor het resultaat waarbij de intensiteit en duur van angstgevoelens lager ligt wanneer gebruik wordt gemaakt van meer adaptieve ERS. Verder toonde Thayer en collega's reeds aan dat het gebruik van adaptieve ERS de psychologische veerkracht versterkt. Dit zou adolescenten beter in staat stellen met tegenslagen om te gaan zonder dat deze leiden tot langdurige angstsymptomen. Veerkrachtige adolescenten zouden dus beter in staat om zich aan te passen aan stress en zouden daardoor minder negatieve psychologische gevolgen ervaren (Thayer, 2012).

Verder werd gekeken naar het directe effect van resting-RSA op symptomen van angst. Uit deze analyse bleek dat er geen significant effect was. Uit de literatuur blijken inconsistenties in de relatie tussen



resting-RSA en angstproblematieken. Hoewel sommige studies, zoals die van Dietrich et al. (2007) en Zhang et al. (2017), een associatie tussen lage resting-RSA en internaliserende problemen rapporteren, bevestigen andere onderzoeken deze relatie niet eenduidig. Door het niet-significante effect binnen deze steekproef wordt de vooropgestelde hypothese verworpen. Een mogelijke verklaring voor dit niet-significante effect kan zijn dat de interactie tussen resting-RSA en RSA-activiteit nodig is om een significant effect te vinden, zoals dit wel werd gevonden in de studie van Yaroslavsky et al. (2014) bij een depressieve stoornis. Hierin werd bevestigd dat zowel een lage resting-RSA in combinatie met hoge RSA-herstel, als een hoge resting-RSA in combinatie met hoge RSA-activiteit, het meest voorspellend waren voor een depressieve stoornis bij kinderen. Onze studie als masterproef is dan ook beperkter en verschilt in die mate dat wij depressie niet gemeten hebben en, gezien de kleine steekproef, kunnen we ook geen extra interacties aan onze regressies toevoegen.

Daarna werd gekeken naar het effect van resting-RSA op adaptieve ERS. Binnen deze steekproef bleken deze resultaten niet significant. Hoeveel reeds werd aangetoond in metastudies, zoals die van Balzarotti en collega's (2017), dat de meeste evidentie te vinden is voor het effect tussen een hoge resting-RSA en meer adaptieve ERS, kwamen hier toch enkele inconsistente resultaten uit (Balzarotti et al., 2017). Binnen deze studies werd een totaalscore gebruikt van alle adaptieve ERS. Echter toonden Spangler en collega's (2015) reeds aan dat er een verschil te vinden is binnen de adaptieve ERS en resting-RSA. Zo zou herwaardering wel samenhangen met een hoge resting-RSA maar gewoonteonderdrukking niet (Spangler et al., 2015). Dit zou een mogelijke verklaring kunnen bieden voor de niet-significante resultaten. Ook hier zien we limitaties in onze studie want, gezien de kleine steekproef kunnen we geen extra analyses per subschaal in onze regressies toevoegen.

Vervolgens wordt gekeken naar het directe effect van RSA-activiteit op symptomen van angst. Dit effect bleek niet significant. In de literatuur werden al tegenstrijdige resultaten gevonden. De resultaten uit deze steekproef bevestigen de studie van Zhang et al. (2017) waar ook geen direct effect tussen RSA-activiteit en internaliserende psychopathologie werd gevonden (Zhang et al., 2017). De gelijkenis met deze studie is dat het effect van RSA-activiteit ook afzonderlijk werd onderzocht. Wederom is, net zoals bij resting-RSA, een mogelijke verklaring dat de interactie tussen resting-RSA en RSA-activiteit nodig is om een significant effect waar te nemen, zoals bij de studie van Yaroslavsky et al. (2014) werd gevonden (Yaroslavsky et al. 2014). Bij een studie van Bylsma en collega's (2014) werd wel een afzonderlijk effect gevonden voor RSA-activiteit, zonder interactie met RSA-herstel, maar deze studie ging specifiek over depressieve symptomen (Bylsma et al., 2014). Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat de RSA-activiteit een verschillende reactie zou hebben bij angstsymptomen dan bij depressieve symptomen door het verschil in hyperarousal (Watson & Clark, 1991). Hierdoor werden mogelijk geen significante resultaten gevonden.

Bij het onderzoeken van het effect van RSA-activiteit op adaptieve ERS blijkt dat RSA-activiteit geen significante invloed heeft op het gebruik van adaptieve ERS door adolescenten. Dit suggereert dat de mate van verandering in RSA tijdens een angstige gebeurtenis geen duidelijke invloed uitoefent op hoe adolescenten adaptieve ERS toepassen. Uit onderzoek werd de invloed van ER tijdens een toestand van angst, wat de RSA-activiteit zou moeten voorstellen, reeds duidelijk (Beauchaine., 2001). Enkele verklaringen voor het niet-significante resultaat zou kunnen zijn doordat er eventueel meerdere contextuele factoren spelen die een invloed hebben op adaptieve ERS. Beauchaine (2001) toonde de invloed van RSA-activiteit op ER aan maar benadrukte ook de complexiteit en noodzaak om naar verschillende factoren te kijken die bijdragen aan ER (Beauchaine, 2001).

Ten slotte werd het directe effect van RSA-herstel op symptomen van angst geanalyseerd. Dit effect is niet significant. De resultaten uit deze steekproef kunnen dus geen bevestiging geven aan de reeds bestaande literatuur die aantoont dat RSA-herstel een direct effect zou hebben op internaliserende psychopathologieën (Gentzler et al., 2011, McLaughlin et al., 2013). Wederom kan het niet-significante effect liggen aan het feit dat een associatie tussen de RSA-componenten nodig is om een effect met internaliserende psychopathologieën te vinden, net zoals in de studie van Yaroslavsky en collega's (2013) werd aangetoond (Yaroslavsky et al., 2013).

Verder toont het effect van RSA-herstel op adaptieve ERS een niet significante invloed. Dit suggereert dat het vermogen van het autonome zenuwstelsel om na een stressvolle gebeurtenis terug te keren naar een rusttoestand, geen duidelijke invloed uitoefent op hoe adolescenten adaptieve ERS toepassen. Dit effect werd echter wel grotendeels teruggevonden in de meta-analyse van Balzarotti en collega's (2017) waar een hoge RSA-herstel gelinkt was met minder inspanningen om adaptieve ERS te hanteren. Hier waren de gebruikte meta-analyses echter wel studies met telkens een grotere steekproef dan 30 (Balzarotti et al., 2017). Dit zou mogelijk kunnen bijdragen aan de niet-significante resultaten. Bij een bevraging van het verloop van de studie bij de participanten bleek echter ook dat de herstelfasen (i.e. 4 minuten rustig blijven zitten met een zwart scherm voor hen na een emotie-inductie), zeer frustrerend was voor hen. Dit kan ook hebben bijgedragen aan de niet-significante resultaten doordat het herstel niet bereikt kon worden door een confounder uit de studie zelf.

**Onderlinge relaties binnen het maladaptieve mediatiemodel.** Allereerst wordt het resultaat van maladaptieve ERS op symptomen van angst bij adolescenten onderzocht. Uit de regressieanalyse blijkt hier een significant effect. Dit betekent dat een toename in maladaptieve ERS samenhangt met een toename in symptomen van angst bij adolescenten. Dit bevestigt voorgaand onderzoek dat reeds stelde dat maladaptieve ERS instaan voor het ontstaan en instandhouden van psychopathologieën (Garnefski et al., 2005). Uit onderzoek van Cracco et al, (2017) werd aangetoond dat naarmate adolescenten ouder worden maladaptieve ERS toenemen. Gentzler en collega's toonden reeds aan dat een verschil in maladaptieve ERS niet gevonden

kon worden bij kinderen omdat zij nog niet zouden beschikken over uitgebreide ER-vaardigheden (Gentzler et al., 2011). Deze bevindingen onderstrepen de kwetsbaarheid van adolescenten voor emotionele instabiliteit en hun moeite om emoties effectief te reguleren (Cracco et al., 2017), wat op zijn beurt een risico vormt voor het ontwikkelen van angstsymptomen (Garnefski et al., 2005).

Verder wordt gekeken naar het effect van resting-RSA op maladaptieve ERS. Uit deze analyse bleek dat er geen significant effect zichtbaar was. Uit voorgaand onderzoek blijkt reeds een verandering van resting-RSA bij het gebruik van maladaptieve ERS (Butler et al., 2006) maar dit kunnen we met deze steekproef dus niet bevestigen, noch ontkrachten. Het effect van geslacht op maladaptieve ERS blijkt echter wel significant wat wilt zeggen dat meisjes meer gebruikmaken van maladaptieve ERS dan jongens. Uit voorgaand onderzoek blijkt dat meisjes tweemaal zoveel kans hebben op het krijgen van een angststoornis in vergelijking met jongens (Prins & Braet et al., 2014). Er werd in de studie van Butler en collega's bij volwassen vrouwen echter wel een significant effect gevonden tussen resting-RSA en maladaptieve ERS (Butler et al., 2006). Dit zou eventueel kunnen zijn doordat de steekproef binnen die studie uitsluitend uit vrouwen bestond. Binnen de steekproef binnen dit onderzoek was er een verdeling van jongens en meisjes terwijl er wel een geslachtsverschil aanwezig is waarbij meisjes dus meer maladaptieve ERS hanteren (Prins & Braet et al., 2014).

Daarna wordt het directe effect van RSA-activiteit op maladaptieve ERS onderzocht. De resultaten laten zien dat RSA-activiteit een niet-significant effect heeft op maladaptieve ERS. Dit suggereert dat de mate van verandering in RSA tijdens een stressvolle gebeurtenis al dan niet een invloed uitoefent op hoe adolescenten maladaptieve ERS toepassen, verworpen wordt. Het effect van geslacht blijft significant, waarbij meisjes hogere niveaus van maladaptieve ERS rapporteren dan jongens. Het niet-significante effect kan eventueel komen door eventuele andere contextuele factoren die een invloed hebben op adaptieve ERS. Beauchaine (2001) toonde de invloed van RSA-activiteit op ER aan maar benadrukte ook de complexiteit en noodzaak om naar verschillende factoren te kijken die bijdragen aan ER (Beauchaine, 2001).

Hier wordt eerst het directe effect van RSA-herstel op maladaptieve ERS onderzocht. Uit de regressieanalyse blijkt dat RSA-herstel een niet-significant effect heeft op maladaptieve ERS. Dit betekent dat veranderingen in RSA tijdens de herstelperiode na een stressvolle gebeurtenis geen significante invloed hebben op het gebruik van maladaptieve ERS. Het effect van geslacht is wel significant, waarbij meisjes hogere niveaus van maladaptieve ERS rapporteren dan jongens. Net zoals bij de niet-significante relatie tussen RSA-herstel en adaptieve ERS kan een verklaring voor het niet-significante effect zijn doordat de herstelfase tijdens het onderzoek als zeer frustrerend werd ervaren door de participanten. Hierdoor kan een foutieve weergave van RSA-herstel gegeven zijn waardoor de effecten niet-significant bleken.

## **Klinische implicaties**

Hoewel de hypothese dat zowel adaptieve als maladaptieve ERS een mediërende rol spelen niet werd bevestigd, wijzen de bevindingen wel op enkele cruciale inzichten. Ten eerste is het duidelijk dat geslacht een significante invloed heeft op het gebruik van maladaptieve ERS, waarbij meisjes meer geneigd zijn deze strategieën te gebruiken dan jongens. Dit suggereert dat meisjes mogelijk kwetsbaarder zijn voor het ontwikkelen van angstklachten door hun neiging om maladaptieve ERS te hanteren. In de klinische praktijk betekent dit dat therapeuten en behandelaars zich bewust moeten zijn van geslachtsverschillen bij de behandeling van angststoornissen bij adolescenten. Het kan nuttig zijn om specifiek in te spelen op de ERS die meisjes gebruiken en hen te begeleiden in het ontwikkelen van meer adaptieve ERS. Ook werd, ondanks de niet-significante resultaten als mediërend effect, de rol van zowel adaptieve als maladaptieve ERS op symptomen van angst wel bevestigd. Dit bevestigt het belang van zowel het versterken van adaptieve ERS als het verminderen van maladaptieve ERS bij adolescenten aan de hand van technieken die kunnen bijdragen aan een betere ER. Verder kan het gebruik van RSA-metingen klinici helpen bij het identificeren van adolescenten die risico lopen op angststoornissen. Aangezien de literatuurstudie aantoont dat zowel resting RSA als RSA-activiteit als RSA-herstel belangrijk zijn voor het emotioneel welzijn van adolescenten, zouden interventies zich moeten richten op het langdurig monitoren en verbeteren van deze fysiologische parameters. Dit kan door middel van programma's die zich richten op fysieke gezondheid, zoals regelmatige lichaamsbeweging, gezonde voeding en voldoende slaap, welke allemaal zouden kunnen bijdragen aan een betere autonome regulatie (Shafir, 2015).

## **Sterke Punten en Beperkingen**

Ondanks de niet-significante uitkomsten in de studie kunnen er **enkele sterke punten** naar voren geschoven worden. Onderzoek met adolescenten is ondergerepresenteerd terwijl ER net een cruciale ontwikkelingstaak is in de adolescentie (Herd et al., 2020). Uit een studie van Niermann et al. (2021) over de prevalentie van een angststoornis bleek 23,3% van de adolescenten hier last van te hebben. Onderzoek naar deze populatie biedt dus een grote bijdrage aan het onderzoeksdomein door vernieuwende onderzoeksresultaten en bijbehorende klinische implicaties die relevant kunnen zijn voor deze doelgroep. Het onderzoek biedt ook inzicht in de complexiteit van de relatie tussen fysiologische markers zoals RSA en psychologische symptomen zoals angst, wat bijdraagt aan een meer geïntegreerd begrip van mentale gezondheidsproblemen bij adolescenten. Ondanks het feit dat er geen evidentie gevonden werd voor de mediërende rol van zowel adaptieve als maladaptieve ERS op de relatie tussen de RSA-componenten en symptomen van angst bij adolescenten, is er wel evidentie voor een significant effect tussen zowel adaptieve als maladaptieve ERS en symptomen van angst binnen deze steekproef. Dit impliceert dat er in de klinische praktijk meer kan worden ingezet op het versterken van adaptieve en het verminderen van maladaptieve ERS binnen de populatie van

adolescenten. Een ander sterk punt binnen deze studie is dat het zowel inzet op de adaptieve als maladaptieve ERS. Vaak gaat men in onderzoek enkel de relatie tussen maladaptieve ERS en psychopathologie onderzoeken. Echter toonde Braet et al. (2014) al aan dat ook het gebrek aan adaptieve ERS een belangrijke indicator is voor de ontwikkeling en in stand houding van psychopathologie. Door de volledigheid binnen dit onderzoek van beide strategieën kan er een bredere kijk genomen worden in de indicatoren die een rol spelen bij symptomen van angst. Vervolgens heeft het analyseren van de RSA-componenten van een niet-klinische steekproef ook een voordeel. Op deze manier kon er ook een analyse gemaakt worden of adolescenten zonder angststoornis ook een verstoord RSA functioneren vertonen, indien ze meer kans hebben op het vertonen van symptomen van angst. Anderzijds heeft het analyseren van de RSA-componenten van een niet-klinische steekproef er wel voor gezorgd dat het verkrijgen van effecten in de RSA-componenten moeilijker was en dat de resultaten niet kunnen veralgemeend worden naar de klinische populatie.

Er zijn echter ook andere **beperkingen** die in overweging moeten worden genomen. De steekproefgrootte was relatief klein aangezien dit een pilootstudie was binnen een groter project. Dit kan de statistische power van de analyses hebben beperkt en mogelijk hebben bijgedragen tot het niet vinden van significante effecten. Het beperkte ook het aantal analyses, zodat we niet met Type2 fouten worden geconfronteerd. Verder werd binnen deze masterproef bij de STAI-C ook enkel gebruik gemaakt van de trek-component, niet van de toestands-component. Dit kan mogelijks een beperking vormen omdat er hier dus geen zelfrapportage is van de tijdelijke fluctuaties van angst. Ook zou de toestands-component mogelijks beter in verband gebracht kunnen worden met de fysiologische maten die ook situationeel gemeten werden. Het combineren van beide zou een vollediger beeld kunnen geven. Vervolgens werd het gebruik van de FEEL-KJ beperkt tot ERS in relatie tot gevoelens van angst binnen deze masterproef. Hierdoor werden relaties met andere emoties niet onderzocht. Ten slotte is door het gebruik van een cross-sectioneel design de mogelijkheid beperkt om causale relaties vast te stellen. Longitudinaal onderzoek is nodig om de richting van de gevonden relaties beter te begrijpen en om te bepalen of RSA en ER voorspellers zijn van toekomstige angstsymptomen.

### **Aanbevelingen voor vervolgonderzoek**

Gezien de bevindingen en de beperkingen van deze studie, zijn er verschillende aanbevelingen voor toekomstig onderzoek. Ten eerste zou vervolgonderzoek een grotere steekproef moeten omvatten om de generaliseerbaarheid van de resultaten te vergroten en de statistische power te verbeteren. Vervolgens zou het aangeraden zijn zowel de trek-als toestands component van de STAI-C te betrekken in onderzoek om een vollediger beeld te krijgen van de relatie tussen de RSA-componenten en (situationele) symptomen van angst. Ook zou onderzoek de effecten van verschillende ERS op angstsymptomen moeten verkennen door andere emoties dan angst te analyseren. Dit zou kunnen helpen om te begrijpen hoe specifieke ERS van invloed zijn

op verschillende emotionele reacties. Hierbij zou er dus bij analyse van de gegevens uit de FEEL-KJ ook rekening moeten gehouden worden met de emoties blijheid en verdriet, naast angst. Daarnaast is het belangrijk om longitudinale studies uit te voeren die de ontwikkeling van angst en de rol van de fysiologie en ERS onderzoeken, om causaliteit beter te kunnen vaststellen. Vervolgens zou het gebruik van multimodale meetmethoden, zoals gedragsobservaties, interviews en fysiologische metingen, kunnen helpen om een meer compleet beeld te krijgen van hoe adolescenten emoties reguleren en hoe dit samenhangt met hun mentale gezondheid. Ook tonen vele studies reeds het effect aan van de RSA-componenten en depressieve symptomen. Door het verschil in hyperarousal tussen angstsymptomen en depressieve symptomen (Watson & Clark, 1991), zou er eventueel een verschillende reactie van de RSA-componenten zijn bij angstsymptomen. Bij gebrek aan studies rond de relatie tussen RSA-componenten en angstsymptomen werd in deze masterproef vooral gebruik gemaakt van studies met depressieve symptomen aangezien deze beide in de categorie van internaliserende psychopathologieën zit. Echter kan het gebrek aan inconsistente resultaten bij angstsymptomen een vraag openen naar vergelijkend onderzoek tussen angstsymptomen en depressieve symptomen betreffende de RSA-componenten. Verder toonden Spangler en collega's (2015) reeds aan dat er een verschil te vinden is binnen de adaptieve ERS onderling en uitkomsten binnen de RSA-componenten. Zo zou herwaardering wel samenhangen met een hoge resting-RSA maar gewoonteonderdrukking niet (Spangler et al., 2015). Hierdoor zou een aparte analyse per ERS kunnen bijdragen aan een vollediger beeld over de relatie tussen de RSA-componenten en de adaptieve en maladaptieve ERS. Ten slotte zouden toekomstige studies moeten overwegen om gegevens te verzamelen van meerdere informant(en) (e.g. ouders, leerkrachten) om een meer gedifferentieerd beeld te krijgen van de angst- en emotieregulatieprofielen van adolescenten.

## **Conclusies**

Samenvattend toont deze studie aan dat adaptieve en maladaptieve ERS niet fungeren als een significante mediator in de relatie tussen de RSA-componenten en symptomen van angst bij adolescenten. Hoewel de directe effecten van de RSA-componenten op symptomen van angst niet significant waren, bleek geslacht een belangrijke rol te spelen, waarbij meisjes hogere niveaus van maladaptieve ERS rapporteerden. Deze bevindingen benadrukken wel het belang van de rol van adaptieve en maladaptieve ERS op symptomen van angst bij adolescenten en suggereren dat toekomstige interventies zich moeten richten op het verbeteren van die ERS. Ondanks de kleine steekproef, die eigen is aan een pilootstudie, en de opgesomde beperkingen van deze studie bieden de resultaten waardevolle inzichten en vormen ze een basis voor vervolgonderzoek naar de complexe interacties tussen fysiologische en psychologische factoren bij de ontwikkeling van angst.

## Literatuurlijst

- Aldao, A., Gee, D. G., De Los Reyes, A., & Van Dyk, I. S. (2016). Emotion Regulation as a transdiagnostic factor in the development of internalizing and externalizing Psychopathology: Current and future directions. *Development and Psychopathology*, 28(4pt1), 927–946. <https://doi.org/10.1017/s0954579416000638>
- Allen, A. P., Kennedy, P., Dockray, S., Cryan, J. F., Dinan, T. G., & Clarke, G. (2017). The Trier Social Stress Test: Principles and practice. *Neurobiology Of Stress*, 6, 113–126. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2016.11.001>
- APA Dictionary of Psychology. (z.d.). <https://dictionary.apa.org/counterbalancing>
- Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, 10(3), 229–240. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.10.3.229>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Avenevoli, S., Swendsen, J., He, J., Burstein, M., & Merikangas, K. R. (2015). Major Depression in the National Comorbidity Survey–Adolescent Supplement: Prevalence, Correlates, and Treatment. *Journal Of The American Academy Of Child And Adolescent Psychiatry*, 54(1), 37–44.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2014.10.010>
- Bakker, F. C., van Wieringen, P. C. W., van der Ploeg, H., & Spielberger, C. D. (1989). Handleiding bij de Zelfbeoordelvingsvragenlijst voor Kinderen (ZBV-K). Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Balzarotti, S., Biassoni, F., Colombo, B., & Ciceri. (2017). Cardiac vagal control as a marker of emotion regulation in healthy adults: A review. *Biological Psychology*, 130, 54–66. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.10.008>
- Bandelow, B., & Michaelis, S. (2015). Epidemiology of anxiety disorders in the 21st century. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 17(3), 327–335. <https://doi.org/10.31887/dens.2015.17.3/bbandelow>
- Battaglini, A. M., Grocott, B., Jopling, E., Rnic, K., Tracy, A., & LeMoult, J. (2024). Patterns of Respiratory Sinus Arrhythmia and Trajectories of Anxiety and Depressive Symptoms in Early Adolescence. *Biological Psychology*, 185, 108723. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2023.108723>
- Beauchaine, T. P., Bell, Z., Knapton, E., McDonough-Caplan, H., Shader, T., & Zisner, A. (2019). Respiratory sinus arrhythmia reactivity across empirically based structural dimensions of psychopathology: A meta-analysis. *Psychophysiology*, 56(5). <https://doi.org/10.1111/psyp.13329>

- Beauchaine, T. P., & Cicchetti, D. (2019). Emotion dysregulation and emerging psychopathology: A transdiagnostic, transdisciplinary perspective. *Development and psychopathology*, *31*(3), 799-804. <https://doi.org/10.1017/S0954579419000671>
- Beauchaine, T. P., Gatzke-Kopp, L. M., & Mead, H. K. (2007). Polyvagal Theory and developmental psychopathology: Emotion dysregulation and conduct problems from preschool to adolescence. *Biological Psychology*, *74*(2), 174–184. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.008>
- Beauchaine, T. P., Gatzke-Kopp, L. M., Neuhaus, E., Chipman, J., Reid, M. J., & Webster-Stratton, C. (2013). Sympathetic- and parasympathetic-linked cardiac function and prediction of externalizing behavior, emotion regulation, and prosocial behavior among preschoolers treated for ADHD. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *81*(3), 481–493. <https://doi.org/10.1037/a0032302>
- Beauchaine, T. P. (2015). Respiratory sinus arrhythmia: A transdiagnostic biomarker of emotion dysregulation and psychopathology. *Current opinion in psychology*, *3*, 43-47. DOI: [10.1016/j.copsy.2015.01.017](https://doi.org/10.1016/j.copsy.2015.01.017)
- Beauchaine, T. P., & Thayer, J. F. (2015). Heart rate variability as a transdiagnostic biomarker of psychopathology. *International Journal of Psychophysiology*, *98*(2), 338–350. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.08.004>
- Beauchaine, T. P. (2001). Vagal Tone, Development, and Gray's Motivational Theory: toward an integrated model of autonomic nervous system functioning in psychopathology. *Development and Psychopathology*, *13*(2), 183–214. <https://doi.org/10.1017/s0954579401002012>
- Beckers, T., Hermans, D., Lange, I., Luyten, L., Scheveneels, S., & Vervliet, B. (2023). Understanding clinical fear and anxiety through the lens of human fear conditioning. *Nature Reviews Psychology*, *2*(4), 233–245. <https://doi.org/10.1038/s44159-023-00156-1>
- Benton, T. D., Boyd, R. C., & Njoroge, W. (2021). Addressing the global crisis of child and adolescent mental health. *JAMA Pediatrics*, *175*(11), 1108. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2021.2479>
- Berntson, G. G., Bigger, J. T., Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P., Malik, M., Nagaraja, H. N., Porges, S. W., Saul, J. P., Stone, P., & Van Der Molen, M. W. (1997). *Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. Psychophysiology*, *34*(6), 623–648. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02140.x>
- Berntson, G. G., Cacioppo, J. T., & Quigley, K. S. (1993). Respiratory sinus arrhythmia: autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications. *Psychophysiology*, *30*(2), 183–196. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1993.tb01731.x>



- Blechert, J., Peyk, P., Liedlgruber, M., & Wilhelm, F. H. (2015). ANSLAB: Integrated multichannel peripheral biosignal processing in psychophysiological science. *Behavior Research Methods*, *48*(4), 1528–1545. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0665-1>
- Butler, E. A., Wilhelm, F. H., & Gross, J. J. (2006). Respiratory sinus arrhythmia, emotion, and emotion regulation during social interaction. *Psychophysiology*, *43*(6), 612–622. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2006.00467.x>
- Braet, C., Cracco, E., Theuwis, L., Grob, A., & Smolenski, C., (2013). *FEEL-KJ: vragenlijst over emotieregulatie bij kinderen en jongeren*. Amsterdam: Hogrefe
- Braet, C., Theuwis, L., Van Durme, K., Vandewalle, J., Vandevivere, E., Wante, L., Moens, E., Verbeken, S., & Goossens, L. (2014). *Emotion Regulation in Children with Emotional Problems*. *Cognitive Therapy and Research*, *38*(5), 493–504. <https://doi.org/10.1007/s10608-014-9616-x>
- Braet, C., Van Beveren, M., Cracco, E., Theuwis, L., Grob, A., & Smolenski, C. (2020). *FEEL-KJ ouder: vragenlijst over emotieregulatie bij kinderen en jongeren*. <https://biblio.ugent.be/publication/8642538>
- Brenning, K., Soenens, B., Vansteenkiste, M., De Clercq, B., & Antrop, I. (2021). Emotion Regulation as a Transdiagnostic Risk Factor for (Non)Clinical Adolescents' Internalizing and Externalizing Psychopathology: Investigating the Intervening Role of Psychological Need Experiences. *Child Psychiatry And Human Development*, *53*(1), 124–136. <https://doi.org/10.1007/s10578-020-01107-0>
- Bylsma, L. M., Salomon, K., Taylor-Clift, A., Morris, B. H., & Rottenberg, J. (2014). Respiratory Sinus Arrhythmia Reactivity in Current and Remitted Major Depressive Disorder. *Psychosomatic Medicine*, *76*(1), 66–73. <https://doi.org/10.1097/psy.0000000000000019>
- Campbell, A. A., & Wisco, B. E. (2021). Respiratory sinus arrhythmia reactivity in anxiety and posttraumatic stress disorder: A review of literature. *Clinical Psychology Review*, *87*, 102034. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2021.102034>
- Campos, R., Nieto, C., & Núñez, M. (2018). Research domain criteria from neuroconstructivism: A developmental view on mental disorders. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, *10*(3). <https://doi.org/10.1002/wcs.1491>
- Castaldo, R., Melillo, P., Bracale, U., Caserta, M. T., Triassi, M., & Pecchia, L. (2015). Acute mental stress assessment via short term HRV analysis in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. *Biomedical Signal Processing And Control*, *18*, 370–377. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2015.02.012>
- Chen, C., Liu, P., , F., Wang, H., Chen, S., Zhang, Y., Huang, W., Wang, Y., & Chen, Q. (2023). *Factors associated with test anxiety among adolescents in Shenzhen, China*. *Journal of Affective Disorders*, *323*, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.11.048>

- Clark, L. A., & Watson, D. (1991). Tripartite model of anxiety and depression: Psychometric evidence and taxonomic implications. *Journal of Abnormal Psychology, 100*(3), 316–336.  
<https://doi.org/10.1037/0021-843X.100.3.316>
- Conklin, L. R., Cassiello-Robbins, C., Brake, C., Sauer-Zavala, S., Farchione, T. J., Ciraulo, D. A., & Barlow, D. H. (2015). Relationships among adaptive and maladaptive emotion regulation strategies and psychopathology during the treatment of comorbid anxiety and alcohol use disorders. *Behaviour Research and Therapy, 73*, 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2015.08.001>
- Costello, E. J., Egger, H. L., & Angold, A. (2005). The Developmental Epidemiology of Anxiety Disorders: Phenomenology, Prevalence, and Comorbidity. *Child And Adolescent Psychiatric Clinics Of North America, 14*(4), 631–648. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2005.06.003>
- Cuthbert, B. N. (2015). Research Domain Criteria: toward future psychiatric nosologies. *Dialogues in Clinical Neuroscience, 17*(1), 89–97. <https://doi.org/10.31887/dcons.2015.17.1/bcuthbert>
- Cracco, E., Goossens, L., & Braet, C. (2017). Emotion regulation across childhood and adolescence: evidence for a maladaptive shift in adolescence. *European Child & Adolescent Psychiatry, 26*(8), 909–921. <https://doi.org/10.1007/s00787-017-0952-8>
- Craske, M. G. (1997). Fear and anxiety in children and adolescents. *Bulletin of the Menninger Clinic, 61*, (Suppl.A), A4-A36. Depressive Disorders. (2013). *American Psychiatric Association eBooks*. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596.dsm04>
- Craske, M. G., Stein, M. B., Eley, T. C., Milad, M. R., Holmes, A., Rapee, R. M., & Wittchen, H. (2017). Anxiety disorders. *Nature Reviews. Disease Primers, 3*(1). <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.24>
- Deater-Deckard, K. (2001). Annotation: Recent research examining the role of peer relationships in the development of psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 42*(5), 565-579.
- Dietrich, A., Riese, H., Sondejker, F. E., Greaves-Lord, K., Van Roon, A. M., Ormel, J., Neeleman, J., & Rosmalen, J. G. (2007). Externalizing and Internalizing Problems in Relation to Autonomic Function. *Journal Of The American Academy Of Child And Adolescent Psychiatry, 46*(3), 378–386. <https://doi.org/10.1097/chi.0b013e31802b91ea>
- Dowell, T. L., Donovan, C. L., Farrell, L. J., & Waters, A. M. (2018). Treatment of Anxiety in Children and Adolescents. *Current Treatment Options in Psychiatry, 5*(1), 98–112. <https://doi.org/10.1007/s40501-018-0136-2>
- Ercan, I. et al., (2015) Examining cut-off values for the state trait anxiety inventory. *Revista Argentina de Clinica Psicologica 24*,143–148.

- Friedman, B. H. (2007). An autonomic flexibility–neurovisceral integration model of anxiety and cardiac vagal tone. *Biological Psychology*, *74*(2), 185–199. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.009>
- Fusar-Poli, P., Solmi, M., Brondino, N., Davies, C., Chae, C., Politi, P., Borgwardt, S., Lawrie, S. M., Parnas, J., & McGuire, P. (2019). Transdiagnostic Psychiatry: A Systematic Review. *World Psychiatry*, *18*(2), 192–207. <https://doi.org/10.1002/wps.20631>
- Garnefski, N., Kraaij, V., & Van Etten, M. (2005). Specificity of relations between adolescents’ cognitive emotion regulation strategies and Internalizing and Externalizing psychopathology. *Journal Of Adolescence*, *28*(5), 619–631. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2004.12.009>
- Gentzler, A. L., Rottenberg, J., Kovács, M., George, C. J., & Morey, J. N. (2011). Atypical development of resting respiratory sinus arrhythmia in children at high risk for depression. *Developmental Psychobiology*, *54*(5), 556–567. <https://doi.org/10.1002/dev.20614>
- Gentzler, A. L., Santucci, A., Kovacs, M., & Fox, N. A. (2009). Respiratory sinus arrhythmia reactivity predicts emotion regulation and depressive symptoms in at-risk and control children. *Biological Psychology*, *82*(2), 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.07.002>
- Grob, A., & Smolenski, C. (2005). Fragebogen zur Erhebung der Emotionsregulation bei Kindern und Jugendlichen (FEEL-KJ). Bern: Huber Verlag.
- Goyal, N., Siddiqui, S., Chatterjee, U., Kumar, D., & Siddiqui, A. (2008). Neuropsychology of prefrontal cortex. *Indian Journal Of Psychiatry/Indian Journal Of Psychiatry*, *50*(3), 202. <https://doi.org/10.4103/0019-5545.43634>
- Gray, J.A. (1981). A critique of Eysenck's theory of personality. In H.J. Eysenck (Ed.), *A model for personality*. Berlin: Springer-Verlag
- Gray, J. A. & McNaughton, N. (2nd ed.) (2000). *The neuropsychology of anxiety: An enquiry into the functions of the septo-hippocampal system*. Oxford University Press, New York.
- Graziano, P., & Derefinko, K. (2013). Cardiac vagal control and children’s adaptive functioning: A meta-analysis. *Biological Psychology*, *94*(1), 22–37. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.04.011>
- Gross, J. J. (1998). The Emerging Field of Emotion Regulation: An Integrative Review. *Review of General Psychology*, *2*(3), 271–299. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.271>
- Gross, J. J. (Ed.) (2013). *Handbook of emotion regulation* (pp. 3-24). New York, NY, US: The Guilford Press.
- Gross, J. J. & Thompson, R. A. (2007). Emotion Regulation: Conceptual foundations. In J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 3-24). New York, NY: Guilford Press

- Gullone, E. (2000). The development of normal fear. *Clinical Psychology Review*, 20(4), 429–451. [https://doi.org/10.1016/s0272-7358\(99\)00034-3](https://doi.org/10.1016/s0272-7358(99)00034-3)
- Hanna, M. O. F., & Strober, L. B. (2020). Anxiety and depression in Multiple Sclerosis (MS): Antecedents, consequences, and differential impact on well-being and quality of life. *Multiple sclerosis and related disorders*, 44, 102261. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2020.102261>
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2009). Relationship between heart rate variability and cognitive function during threat of shock. *Anxiety Stress and Coping*, 22(1), 77–89. <https://doi.org/10.1080/10615800802272251>
- Hayes, A. F. (2017). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. Guilford publications.
- Herd, T., King-Casas, B., & Kim-Spoon, J. (2020). Developmental Changes in Emotion Regulation during Adolescence: Associations with Socioeconomic Risk and Family Emotional Context. *Journal Of Youth And Adolescence*, 49(7), 1545–1557. <https://doi.org/10.1007/s10964-020-01193-2>
- Hinnant, J. B., & El-Sheikh, M. (2009). Children’s Externalizing and Internalizing Symptoms over Time: The Role of Individual Differences in Patterns of RSA Responding. *Journal Of Abnormal Child Psychology*, 37(8), 1049–1061. <https://doi.org/10.1007/s10802-009-9341-1>
- Insel, T., Cuthbert, B., Garvey, M., Heinssen, R., Pine, D. S., Quinn, K., Sanislow, C., & Wang, P. (2010). Research Domain Criteria (RDoC): Toward a New Classification Framework for Research on Mental Disorders. *The American Journal Of Psychiatry*, 167(7), 748–751. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2010.09091379>
- Jansen, S. (2020). *HTS report*. [https://www.hogrefe.com/nl/shop/media/downloads/sample-reports/5703001\\_FEELKJouderrapportage\\_mr.pdf](https://www.hogrefe.com/nl/shop/media/downloads/sample-reports/5703001_FEELKJouderrapportage_mr.pdf)
- Jiang, L.X., & Cillessen, A.H.N. (2005). Stability of continuous measures of sociometric status: A meta-analysis. *Developmental Review*, 25, 1-25.
- Johnson, D. T. (1968). Effects of interview stress on measure of state and trait anxiety. *Journal Of Abnormal Psychology*, 73(3, Pt.1), 245–251. <https://doi.org/10.1037/h0025860>
- Kalmbach, D. A., Cuamatzi-Castelan, A., Tonnu, C. V., Tran, K. M., Anderson, J. R., Roth, T., & Drake, C. L. (2018). Hyperarousal and sleep reactivity in insomnia: current insights. *Nature And Science Of Sleep*, Volume 10, 193–201. <https://doi.org/10.2147/nss.s138823>
- Kashdan, T. B., & Rottenberg, J. (2010). Psychological flexibility as a fundamental aspect of health. *Clinical Psychology Review*, 30(7), 865–878. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2010.03.001>
- Kemp, A. H., Quintana, D., Felmingham, K. L., Matthews, S., & Jelinek, H. F. (2012). Depression, Comorbid Anxiety Disorders, and Heart Rate Variability in Physically Healthy, Unmedicated Patients:

- Implications for Cardiovascular Risk. *PLOS ONE*, 7(2), e30777. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030777>
- Kessler, R. C., Amminger, G. P., Aguilar-Gaxiola, S., Alonso, J., Lee, P., & Üstün, T. B. (2007). Age of onset of mental disorders: a review of recent literature. *Current Opinion in Psychiatry*, 20(4), 359–364. <https://doi.org/10.1097/ycp.0b013e32816ebc8c>
- Kessler, R. C., Berglund, P. A., Demler, O. V., Jin, R., Merikangas, K. R., & Walters, E. E. (2005). Lifetime Prevalence and Age-of-Onset Distributions of DSM-IV Disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Archives Of General Psychiatry*, 62(6), 593. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.62.6.593>
- Kiel, E. J., & Aaron, E. M. (2024). Respiratory Sinus Arrhythmia, Effortful Control, and Child Social Anxiety Symptoms. *Research On Child And Adolescent Psychopathology*. <https://doi.org/10.1007/s10802-024-01202-z>
- Kirtley, O. J., Achterhof, R., Hiekkaranta, A. P., Hermans, K., Hagemann, N., & Myin-Germeys, I. (2019). *SIGMA 2019 fase 1 rapport: Hoe word ik wie ik ben?*
- Kotov, R., Krueger, R. F., Watson, D. I., Achenbach, T. M., Althoff, R. R., Bagby, R. M., Brown, T. M., Carpenter, W. T., Caspi, A., Clark, L. A., Eaton, N. R., Forbes, M. K., Forbush, K. T., Goldberg, D. E., Hasin, D. S., Hyman, S. E., Ivanova, M. Y., Lynam, D. R., Markon, K. E., Zimmerman, M. (2017). The Hierarchical Taxonomy of Psychopathology (HiTOP): A dimensional alternative to traditional nosologies. *Journal of Abnormal Psychology*, 126(4), 454–477. <https://doi.org/10.1037/abn0000258>
- Kovacs, M., Yaroslavsky, I., Rottenberg, J., George, C. J., Kiss, E., Halas, K., Dochnal, R., Benák, I., Baji, I., Vetró, A., Makai, A., & Kapornai, K. (2016). Maladaptive mood repair, atypical respiratory sinus arrhythmia, and risk of a recurrent major depressive episode among adolescents with prior major depression. *Psychological Medicine*, 46(10), 2109–2119. <https://doi.org/10.1017/s003329171600057x>
- Kozak, M. J., & Cuthbert, B. N. (2016). The NIMH Research Domain Criteria Initiative: Background, Issues, and Pragmatics. *Psychophysiology*, 53(3), 286–297. <https://doi.org/10.1111/psyp.12518>
- Kraft, L., Ebner, C., Leo, K., & Lindenberg, K. (2023). Emotion regulation strategies and symptoms of depression, anxiety, aggression, and addiction in children and adolescents: A meta-analysis and systematic review. *Clinical Psychology-science And Practice*, 30(4), 485–502. <https://doi.org/10.1037/cps0000156>
- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic Nervous System Activity in Emotion: A Review. *Biological Psychology*, 84(3), 394–421. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.03.010>

- Levenson, R. W. (2014). The Autonomic Nervous System and Emotion. *Emotion Review*, 6(2), 100–112. <https://doi.org/10.1177/1754073913512003>
- Levy, H. C., O'Bryan, E. M., & Tolin, D. F. (2021). A meta-analysis of relapse rates in cognitive-behavioral therapy for anxiety disorders. *Journal of Anxiety Disorders*, 81, 102407. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2021.102407>
- Li, K., Zhang, D., Li, Q., & Fan, Z. (2019). Durability for concrete structures in marine environments of HZM project: Design, assessment and beyond. *Cement and Concrete Research*, 115, 545–558. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.08.006>
- Liu, H., Lieberman, L., Stevens, E. A., Auerbach, R. P., & Shankman, S. A. (2017). Using a cultural and RDoC framework to conceptualize anxiety in Asian Americans. *Journal of Anxiety Disorders*, 48, 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2016.09.006>
- Liu, Q., He, H., Jin, Y., Xue, F., Zhao, F., & Lyu, J. (2020). Changes in the global burden of depression from 1990 to 2017: Findings from the Global Burden of Disease study. *Journal Of Psychiatric Research*, 126, 134–140. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2019.08.002>
- McLaughlin, K. A., Alves, S., & Sheridan, M. A. (2013). Vagal regulation and internalizing psychopathology among adolescents exposed to childhood adversity. *Developmental Psychobiology*, 56(5), 1036–1051. <https://doi.org/10.1002/dev.21187>
- Melzig, C. A., Weike, A. I., Hamm, A. O., & Thayer, J. F. (2009). Individual differences in fear-potentiated startle as a function of resting heart rate variability: Implications for panic disorder. *International Journal of Psychophysiology*, 71(2), 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2008.07.013>
- Mirza, S. S., Ikram, M. A., Bos, D., Mihăescu, R., Hofman, A., & Tiemeier, H. (2016). Mild cognitive impairment and risk of depression and anxiety: A population-based study. *Alzheimer's & Dementia*, 13(2), 130–139. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2016.06.2361>
- Mohr, C., & Schneider, S. (2013). Anxiety disorders. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 22(S1), 17–22. <https://doi.org/10.1007/s00787-012-0356-8>
- Narmandakh, A., Roest, A. M., De Jonge, P., & Oldehinkel, A. J. (2020). Psychosocial and biological risk factors of anxiety disorders in adolescents: a TRAILS report. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 30(12), 1969–1982. <https://doi.org/10.1007/s00787-020-01669-3>
- National Institute of Mental Health (2023). Definitions of the RDoC Domains and Constructs. Research Domain Criteria Initiative. <https://www.nimh.nih.gov/research/research-funded-by-nimh/rdoc/definitions-of-the-rdoc-domains-and-constructs.shtml>
- Niermann, H. C., Voss, C., Pieper, L., Venz, J., Ollmann, T. M., & Beesdo-Baum, K. (2021). Anxiety disorders among adolescents and young adults: Prevalence and mental health care service utilization

- in a regional epidemiological study in Germany. *Journal of Anxiety Disorders*, 83, 102453. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2021.102453>
- Ode, S., Hilmert, C. J., Zielke, D. J., & Robinson, M. D. (2010). Neuroticism's importance in understanding the daily life correlates of heart rate variability. *Emotion*, 10(4), 536–543. <https://doi.org/10.1037/a0018698>
- Oğuztürk, Ö., Bülbül, S., Özen, N. E., Ekici, M., Örnek, K., Ünlü, E., & Yüksel, S. (2012). State and Trait Anxiety Levels of Adolescents in a Changing Society, Kirikkale City, Turkey. *Journal Of Clinical Psychology in Medical Settings*, 19(2), 235–241. <https://doi.org/10.1007/s10880-011-9276-x>
- Ormel, J., Raven, D., Van Oort, F., Hartman, C. A., Reijneveld, S. A., Veenstra, R., Vollebergh, W. A. M., Buitelaar, J., Verhulst, F. C., & Oldehinkel, A. J. (2014). Mental health in Dutch adolescents: a TRAILS report on prevalence, severity, age of onset, continuity and co-morbidity of DSM disorders. *Psychological Medicine*, 45(2), 345–360. <https://doi.org/10.1017/s0033291714001469>
- Pauwels, L. (2017). *Kwantitatieve criminologie. Basishandboek kwantitatieve methoden voor criminologisch onderzoek*. Academia Press.
- Pine, D. S., Cohen, P., Gurley, D., Brook, J. S., & Ma, Y. (1998). The Risk for Early-Adulthood Anxiety and Depressive Disorders in Adolescents With Anxiety and Depressive Disorders. *Archives Of General Psychiatry*, 55(1), 56. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.55.1.56>
- Porges, S. W. (1995). Orienting in a defensive world: Mammalian modifications of our evolutionary heritage. A Polyvagal Theory. *Psychophysiology*, 32(4), 301–318. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1995.tb01213.x>
- Porges, S. W., Doussard-Roosevelt, J. A., Portales, A. L., & Greenspan, S. I. (1996). Infant regulation of the vagal brake predicts child behavior problems: A psychobiological model of social behavior. *Developmental Psychobiology*, 29(8), 697–712. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2302\(199612\)29:8](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2302(199612)29:8)
- Porges, S. W. (2021). Polyvagal Theory: A biobehavioral journey to sociality. *Comprehensive Psychoneuroendocrinology, Volume 7*. <https://doi.org/10.1016/j.cpnc.2021.100069>
- Porges, S. W. (2007). The polyvagal perspective. *Biological Psychology*, 74(2), 116–143. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2006.06.009>
- Prins, P., & Braet, C. (2014), Handboek klinische ontwikkelingspsychologie pp. 303-320. Houten. Bohn Stafleu van Loghum.
- Rahal, D., Bower, J. E., Irwin, M. R., Fuligni, A. J., & Chiang, J. J. (2023). Resting respiratory sinus arrhythmia is related to emotion reactivity to social-evaluative stress. *Journal Of Affective Disorders*, 320, 725–734. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.09.100>



- Rottenberg, J. (2007). Cardiac vagal control in depression: A critical analysis. *Biological Psychology*, *74*(2), 200–211. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.010>
- Santucci, A., Silk, J. S., Shaw, D. S., Gentzler, A. L., Fox, N. A., & Kovacs, M. (2008). Vagal tone and temperament as predictors of emotion regulation strategies in young children. *Developmental Psychobiology*, *50*(3), 205–216. <https://doi.org/10.1002/dev.20283>
- Settipani, C. A., & Kendall, P. C. (2012). Social Functioning in Youth with Anxiety Disorders: Association with Anxiety Severity and Outcomes from Cognitive-Behavioral Therapy. *Child Psychiatry & Human Development*, *44*(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10578-012-0307-0>
- Shader, T. M., Gatzke-Kopp, L. M., Crowell, S. E., Reid, M. J., Thayer, J. F., Vasey, M. W., Webster-Stratton, C., Bell, Z., & Beauchaine, T. P. (2017). Quantifying respiratory sinus arrhythmia: Effects of misspecifying breathing frequencies across development. *Development And Psychopathology*, *30*(1), 351–366. <https://doi.org/10.1017/s0954579417000669>
- Shafir, T. (2015). MOVEMENT-BASED STRATEGIES FOR EMOTION REGULATION. In *Handbook on Emotion Regulation*(Chapter 13). Nova Science Publishers, Inc. [https://www.novapublishers.com/wp-content/uploads/2019/03/978-1-63482-361-6\\_ch13.pdf](https://www.novapublishers.com/wp-content/uploads/2019/03/978-1-63482-361-6_ch13.pdf)
- Simonetti, A., Luciano, M., Sampogna, G., Della Rocca, B., Mancuso, E., De Fazio, P., Di Nicola, M., Di Lorenzo, G., Pepe, M., Sambataro, F., Signorelli, M. S., Koukopoulos, A. E., Chiaie, R. D., Fiorillo, A., & Sani, G. (2023). Effect of affective temperament on illness characteristics of subjects with bipolar disorder and major depressive disorder. *Journal of Affective Disorders*, *334*, 227–237. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.04.130>
- Singham, T., Viding, E., Schoeler, T., Arseneault, L., Ronald, A., Cecil, C. A., McCrory, E., Rijdsdijk, F., & Pingault, J. (2017). Concurrent and Longitudinal Contribution of Exposure to Bullying in Childhood to Mental Health. *JAMA Psychiatry*, *74*(11), 1112. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2017.2678>
- Spangler, D. P., Bell, M. A., & Deater-Deckard, K. (2015). Emotion suppression moderates the quadratic association between RSA and executive function. *Psychophysiology*, *52*(9), 1175–1185. <https://doi.org/10.1111:psyp.12451>
- Specker, P., Sheppes, G., & Nickerson, A. (2023). Does Emotion Regulation Flexibility Work? Investigating the Effectiveness of Regulatory Selection Flexibility in Managing Negative Affect. *Social Psychological & Personality Science*. <https://doi.org/10.1177/19485506231189002>
- Spielberger, C. D., Edwards, C. D., Montouri, J., & Lushene, R. (1973). State-Trait Anxiety Inventory for Children [Dataset]. In *PsycTESTS Dataset*. <https://doi.org/10.1037/t06497-000>



- Sridharan, A., Shivkumar, K., Shivkumar, K., & Ajjola, O. A. (2022). Autonomic nervous system and arrhythmias in structural heart disease. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 243, 103037. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2022.103037>
- Steimer, T. (2002). The biology of fear- and anxiety-related behaviors. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 4(3), 231–249. <https://doi.org/10.31887/dcms.2002.4.3/tsteimer>
- Sztajzel, J. (2004). Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Schweizerische Medizinische Wochenschrift*. <https://doi.org/10.4414/smw.2004.10321>
- Temperament and Social Behavior in Childhood on JSTOR. (z.d.). [www.jstor.org](http://www.jstor.org). <https://www.jstor.org/stable/23087906>
- Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747–756. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.009>
- Thayer, J. F., Friedman, B. H., & Borkovec, T. D. (1996). Autonomic characteristics of generalized anxiety disorder and worry. (4), 255–266. [https://doi.org/10.1016/0006-3223\(95\)00136-0](https://doi.org/10.1016/0006-3223(95)00136-0)
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal Of Affective Disorders*, 61(3), 201–216. [https://doi.org/10.1016/s0165-0327\(00\)00338-4](https://doi.org/10.1016/s0165-0327(00)00338-4)
- Thayer, J. F., Hansen, A. L., Saus-Rose, E., & Johnsen, B. H. (2009). Heart Rate Variability, Prefrontal Neural Function, and Cognitive Performance: The Neurovisceral Integration Perspective on Self-regulation, Adaptation, and Health. *Annals of Behavioral Medicine*, 37(2), 141–153. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9101-z>
- Thayer, J. F. & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61(3), 201–216. [https://doi.org/10.1016/s0165-0327\(00\)00338-4](https://doi.org/10.1016/s0165-0327(00)00338-4)
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2009). Claude Bernard and the Heart–brain Connection: Further elaboration of a model of Neurovisceral Integration. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.004>
- Tunnell, N., Ritz, T., Wilhelm, F. H., Roth, W. T., & Meuret, A. E. (2021). Habituation or Normalization? Experiential and Respiratory Recovery From Voluntary Hyperventilation in Treated Versus Untreated Patients With Panic Disorder. *Behavior Therapy*, 52(1), 124–135. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2020.03.003>

- Van Beveren, M., Mueller, S. C., & Braet, C. (2019). Emotion dysregulation, temperamental vulnerability, and parental depression in adolescents: Correspondence between physiological and informant-report measures. *Development and Psychopathology*, *31*(3), 1023–1035. <https://doi.org/10.1017/s0954579419000567>
- Vasilev, C. A., Crowell, S. E., Beauchaine, T. P., Mead, H. K., & Gatzke-Kopp, L. M. (2009). Correspondence between physiological and self-report measures of emotion dysregulation: A longitudinal investigation of youth with and without psychopathology. *Journal Of Child Psychology And Psychiatry And Allied Disciplines*, *50*(11), 1357–1364. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2009.02172.x>
- Verduin, T. L., & Kendall, P. C. (2007). Peer Perceptions and Liking of Children with Anxiety Disorders. *Journal Of Abnormal Child Psychology*, *36*(4), 459–469. <https://doi.org/10.1007/s10802-007-9192-6>
- Wang, Z., Lu, W., & Qin, R. (2013). Respiratory sinus arrhythmia is associated with trait positive affect and positive emotional expressivity. *Biological Psychology*, *93*(1), 190–196. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.12.006>
- Wante, L., Van Beveren, M., Theuwis, L., & Braet, C. (2018). The effects of emotion regulation strategies on positive and negative affect in early adolescents. *Cognition & Emotion*, *32*(5), 988–1002. <https://doi.org/10.1080/02699931.2017.1374242>
- Wright, M. F. (2016). Cyber Victimization on College Campuses. *Criminal Justice Review*, *41*(2), 190–203. <https://doi.org/10.1177/0734016816634785>
- Wu, Y., Gu, R., Yang, Q., & Luo, Y. (2019). How Do Amusement, Anger and Fear Influence Heart Rate and Heart Rate Variability? *Frontiers in Neuroscience*, *13*. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.01131>
- Wu, T., Luo, Y., Broster, L. S., Gu, R., & Luo, Y. (2013). The impact of anxiety on social decision-making: Behavioral and electrodermal findings. *Social Neuroscience*, *8*(1), 11–21. <https://doi.org/10.1080/17470919.2012.694372>
- Yaptango, M., Crowell, S. E., Baucom, B. R., Bride, D., & Hansen, E. (2015b). Examining the relation between respiratory sinus arrhythmia and depressive symptoms in emerging adults: A longitudinal study. *Biological Psychology*, *110*, 34–41. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.06.004>
- Yaroslavsky, I., Rottenberg, J., & Kovács, M. (2013). The utility of combining RSA indices in depression prediction. *Journal Of Abnormal Psychology*, *122*(2), 314–321. <https://doi.org/10.1037/a0032385>
- Yaroslavsky, I., Rottenberg, J., & Kovács, M. (2014). Atypical patterns of respiratory sinus arrhythmia index an endophenotype for depression. *Development And Psychopathology*, *26*(4pt2), 1337–1352. <https://doi.org/10.1017/s0954579414001060>

- Young, K. S., Sandman, C. F., & Craske, M. G. (2019). Positive and Negative Emotion Regulation in Adolescence: Links to Anxiety and Depression. *Brain Sciences*, 9(4), 76. <https://doi.org/10.3390/brainsci9040076>
- Zhang, W., Fagan, S. E., & Gao, Y. (2017). Respiratory Sinus Arrhythmia Activity Predicts Internalizing and Externalizing Behaviors in Non-referred Boys. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01496>
- Zhang, H., Luo, Y., Davis, T., & Zhang, L. (2021). Interactive effects of childhood maltreatment and tonic respiratory sinus arrhythmia on young adults' depressive symptoms. *Psychophysiology*, 58(10). <https://doi.org/10.1111/psyp.13900>

## Bijlage A

### Puberty Development Scale (PDS)

<b>Meetpretentie</b>	Self-report measure of physical development which has been shown to be correlated with measures of pubertal development derived from physical examination
<b>Aantal items</b>	8-9 items (afhankelijk van geslacht)
<b>Antwoordmogelijkheden</b>	Open vragen en vijf-punt Likertschaal (afhankelijk van de vraag)
<b>Duur</b>	2 minuten
<b>Referentie</b>	Petersen AC, Crockett L, Richards M, Boxer A. A self-report measure of pubertal status: reliability, validity, and initial norms. <i>Journal of Youth and Adolescence</i> . 1988;17(2);117-33

#### Inhoud vragenlijst

##### Vragenlijst voor meisjes

De volgende vragen gaan over veranderingen aan je lichaam. Deze veranderingen gebeuren normaal bij verschillende jongeren op verschillende tijdstippen. Bij elke vraag kan je slechts één antwoord kiezen:

Hoe groot ben je? (in cm) (open vraag)

Hoeveel weeg je ongeveer (in kg)? (open vraag)

Zou je zeggen dat je groeisput (= snelle toename van je lengte)

- (1) Nog niet begonnen is                      (2) Nauwelijks begonnen is                      (3) Zeker begonnen is                      (4) Voltooid is

Zou je zeggen dat je lichaamsbeharing (vb. onder de oksels)

- (1) Nog niet beginnen groeien is                      (2) Nauwelijks beginnen groeien is                      (3) Zeker beginnen groeien is                      (4) Volgroeid is

Heb je veranderingen opgemerkt aan je huid, vooral puistjes/acne?

- (1) Ik heb nog geen verandering gemerkt                      (2) Ik heb nauwelijks verandering gemerkt                      (3) Ik heb zeker veranderingen gemerkt                      (4) De veranderingen aan mijn huid lijken voorbij

Zijn je borsten al beginnen groeien?

- (1) Nog niet beginnen groeien                      (2) Net beginnen groeien                      (3) Zeker aan het groeien                      (4) Volgroeid

Denk je dat jouw ontwikkeling vroeger of later is dan de meeste meisjes van jouw leeftijd?

- (1) Veel vroeger                      (2) Een beetje vroeger                      (3) Ongeveer hetzelfde                      (4) Een beetje later

Ben je al beginnen menstrueren/ongesteld geweest?

Nee / ja

Indien 'ja' op de vorige vraag: hoe oud was je toen je voor het eerste menstrueerde? (in jaar); Indien nee, noteer 0

### Vragenlijst voor jongens

De volgende vragen gaan over veranderingen aan je lichaam. Deze veranderingen gebeuren normaal bij verschillende jongeren op verschillende tijdstippen. Bij elke vraag kan je slechts één antwoord kiezen:

Hoe groot ben je? (in cm) (open vraag)

Hoeveel weeg je ongeveer (in kg)? (open vraag)

Zou je zeggen dat je groeispuurt (= snelle toename van je lengte)

- |                          |                            |                       |                 |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------|
| (1) Nog niet begonnen is | (2) Nauwelijks begonnen is | (3) Zeker begonnen is | (4) Voltooid is |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------|

Zou je zeggen dat je lichaamsbeharing (vb. onder de oksels)

- |                                  |                                    |                               |                  |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| (1) Nog niet beginnen groeien is | (2) Nauwelijks beginnen groeien is | (3) Zeker beginnen groeien is | (4) Volgroeid is |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------|

Heb je veranderingen opgemerkt aan je huid, vooral puistjes/acne?

- |                                         |                                             |                                        |                                                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| (1) Ik heb nog geen verandering gemerkt | (2) Ik heb nauwelijks veranderingen gemerkt | (3) Ik heb zeker veranderingen gemerkt | (4) De veranderingen aan mijn huid lijken voorbij |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|

Heb je gemerkt dat je stem lager geworden is?

- |                                 |                                      |                                               |                                                   |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| (1) Mijn stem is niet veranderd | (2) Mijn stem is nauwelijk veranderd | (3) Mijn stem is duidelijk aan het veranderen | (4) De veranderingen aan mijn stem lijken voorbij |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|

Heeft je al gezichtsbeharing (snor, baard)?

- |                                             |                                               |                                                       |                                                    |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| (1) Er groeit nog geen haar op mijn gezicht | (2) Er groeit nauwelijks haar op mijn gezicht | (3) Ik ben duidelijk gezichtsbeharing aan het krijgen | (4) De groei van mijn gezichtsbeharing is voltooid |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|

Denk je dat jouw ontwikkeling vroeger of later is dan de meeste jongens van jouw leeftijd?

- |                  |                        |                        |                      |
|------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| (1) Veel vroeger | (2) Een beetje vroeger | (3) Ongeveer hetzelfde | (4) Een beetje later |
|------------------|------------------------|------------------------|----------------------|

## Gezondheidsvragenlijst

1. Heb je je moeten haasten om op tijd aan te komen?

- JA
- NEE

2. Heb je je normale slaaproutine gevolgd voorgaande nacht? (Ben je op het normale uur gaan slapen en opgestaan?)

- JA
- NEE

Wanneer ben je gaan slapen gisteren? \_\_\_\_\_

Wanneer ben je deze morgen opgestaan? \_\_\_\_\_

3. Heb je gedronken of gegeten in de laatste twee uur?

- JA
- NEE

Zo ja, wat en wanneer precies?

4. Heb je in de laatste twee uur dranken geconsumeerd met cafeïne? (Bijvoorbeeld: koffie of energiedrank).

- JA
- NEE

Zo ja, wat en wanneer precies?

5. Heb je in de laatste twee uur gerookt?

- JA
- NEE

Zo ja, wanneer en hoeveel precies?

6. Ben je in de laatste 24 uur intensief actief geweest? (Bijvoorbeeld: door te sporten).

- JA
- NEE

Zo ja, wat, wanneer en hoelang precies?

7. Heb je in de laatste 24 uur dranken geconsumeerd met alcohol? (Bijvoorbeeld: bier).

- JA
- NEE

Zo ja, wat en wanneer precies?

8. Neem je momenteel medicatie?

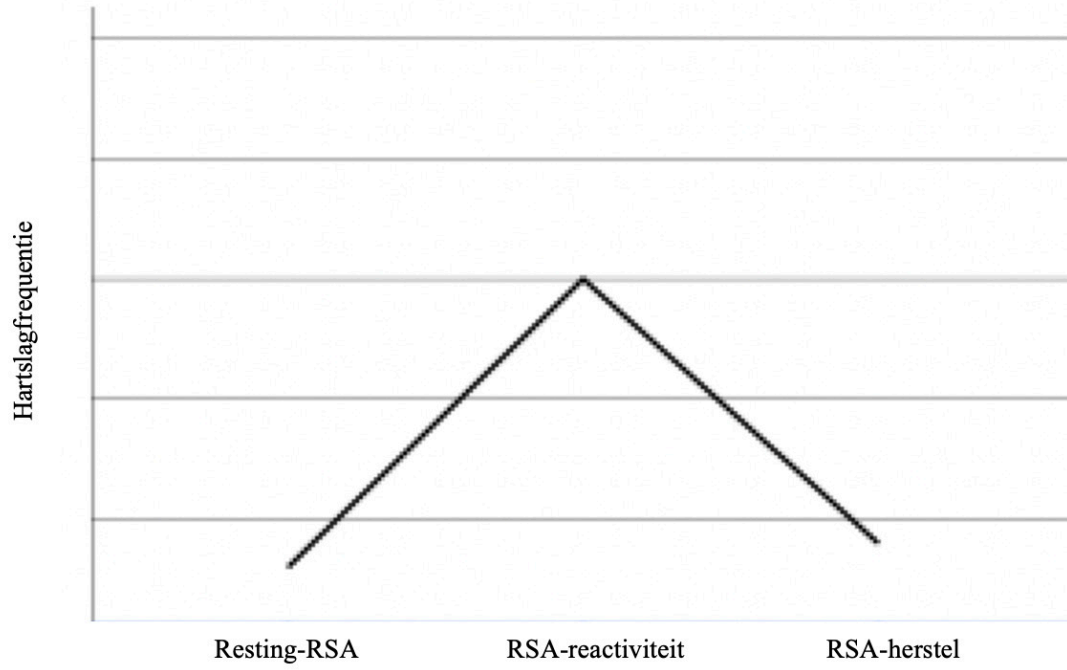
- JA
- NEE

Zo ja, wat precies?

9. Voor **vrouwelijke** deelnemers; neem je enige vorm van orale anticonceptie (bv. de pil)

- JA
- NEE

**Bijlage B**  
**Het verloop van de hartslagfrequentie per RSA-component**

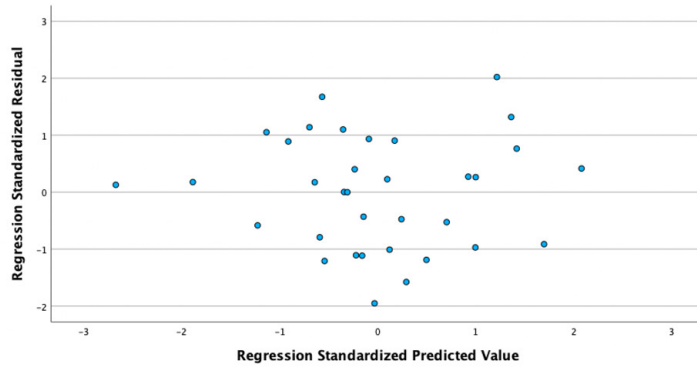




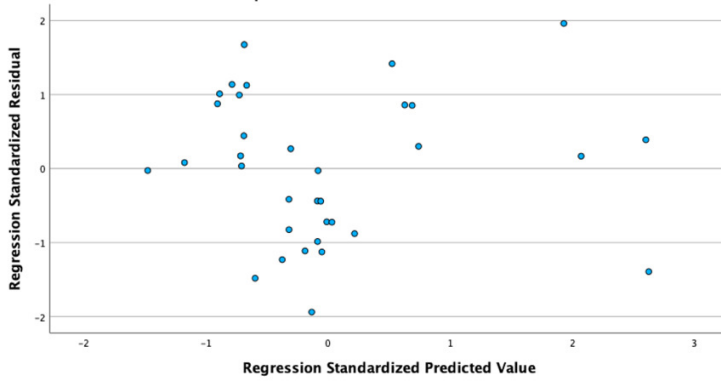
## Bijlage C

### Grafische exploratie van de homoscedasticiteit

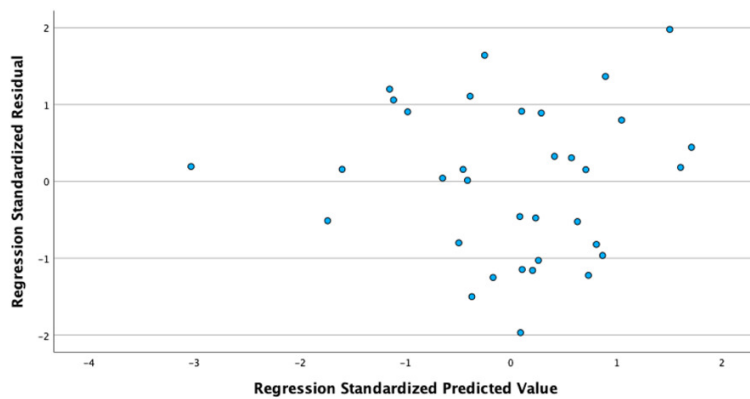
#### Homoscedasticiteit resting-RSA



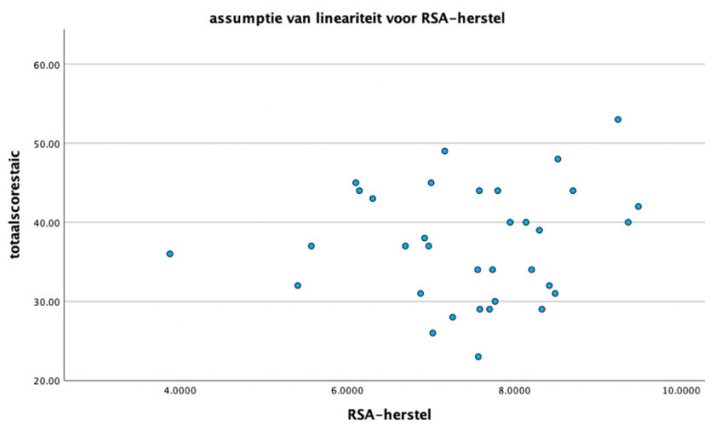
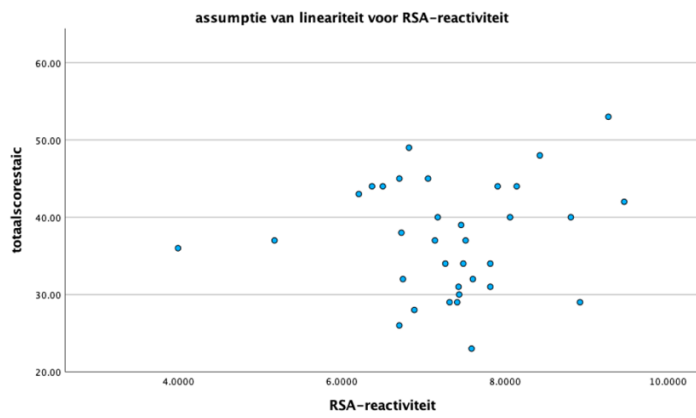
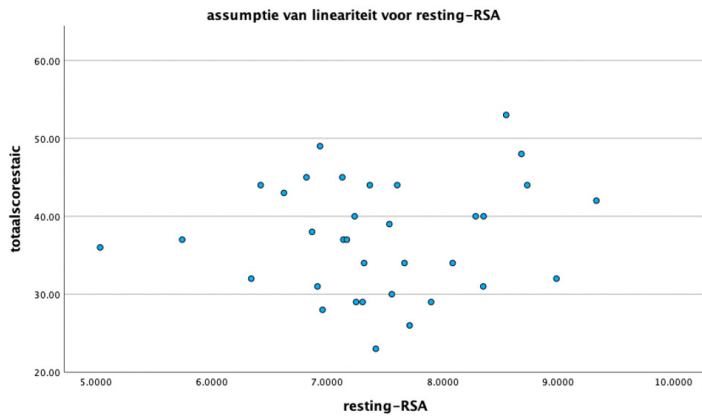
#### Homoscedasticiteit van de adaptieve ERS bij angst



#### Homoscedasticiteit van de maladaptieve ERS bij angst



## Bijlage D Assumptie van de lineariteit



## Bijlage E Boxplot

