

VU Research Portal

General cognitive ability and the interplay between genes and environment

Vinkhuyzen, A.A.E.

2010

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Vinkhuyzen, A. A. E. (2010). *General cognitive ability and the interplay between genes and environment: ZIE STATUS/PROEFSCHRIFT ivm. (administratieve) toerekening van deze promotie aan FPP ipv. ALW.*

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Nederlandse Samenvatting

De onderzoeken beschreven in dit proefschrift zijn onderdeel van een grootschalig onderzoek naar individuele verschillen in algemene cognitieve vaardigheden. Algemene cognitieve vaardigheden is een verzamelnaam voor concentratie, geheugen, redeneren en denkvermogen. Al lange tijd is bekend dat een belangrijk deel van de verschillen tussen mensen in algemene cognitieve vaardigheden wordt verklaard door verschillen tussen mensen op genetisch niveau. Bij 5 jaar oude kinderen verklaren genen ongeveer een kwart van de geobserveerde individuele verschillen, bij kinderen van 10 jaar oud is dit ongeveer twee keer zo veel. De invloed van genen stijgt verder tot ongeveer het 18^e levensjaar (80%), waarna de invloed van genen ongeveer stabiel blijft.

Deze gegevens zijn gebaseerd op een groot aantal tweelingstudies. Met behulp van tweelingstudies kan op basis van de gelijkens van eeneiige tweelingparen en de gelijkens van twee-eiige tweelingparen een uitspraak worden gedaan over de mate waarin geobserveerde verschillen tussen mensen kunnen worden verklaard door genen of door omgevingsinvloeden. Hierbij worden twee typen omgevingsinvloeden onderscheiden: omgevingsinvloeden die een individu deelt met zijn of haar familieleden, de *gedeelde omgeving* (bijvoorbeeld dezelfde woonomgeving, dezelfde opvoeding) en omgevingsinvloeden die een individu niet deelt met zijn of haar familieleden, de *unieke omgeving* (bijvoorbeeld eigen vrienden, eigen hobby's).

Eeneiige tweelingen zijn genetisch identiek, twee-eiige tweelingen daarentegen, delen gemiddeld de helft van hun genetisch materiaal. Per definitie delen zowel eeneiige als twee-eiige tweelingen 100% van hun gedeelde omgeving en delen zij niets van hun unieke omgeving. Uit tweelingonderzoek naar individuele verschillen in algemene cognitieve vaardigheden blijkt dat de scores op een intelligentietest van twee leden van

een eeneiig tweelingpaar over het algemeen veel dichter bij elkaar liggen dan scores van twee leden van een twee-eiige tweelingpaar. Met de kennis die we hebben over de mate van genetische gelijkenis tussen eeneiige en twee-eiige tweelingen, kunnen we berekenen in hoeverre verschillen in scores op een intelligentietest kunnen worden toegeschreven aan genetische invloeden, gedeelde omgevingsinvloeden en unieke omgevingsinvloeden.

Deze klassieke tweelingmethode berust echter op een aantal aannamen die mogelijk niet houdbaar zijn als het gaat om algemene cognitieve vaardigheden. Ten eerste wordt er aangenomen dat partners elkaar willekeurig uitkiezen terwijl onderzoek heeft aangetoond dat partners elkaar selecteren op basis van enigszins vergelijkbare cognitieve vaardigheden. In de literatuur worden er twee processen genoemd die ten grondslag kunnen liggen aan deze partner selectie: sociale homogeniteit en actieve partner selectie op basis van het fenotype. Bij sociale homogeniteit ontmoeten partners elkaar in een omgeving die gecorreleerd is met algemene cognitieve vaardigheden. In het geval van actieve partner selectie zoeken partners elkaar uit op basis van geobserveerde gelijkenis. Ten tweede wordt in het klassieke tweeling design de gelijkenis die ouders en kinderen vertonen volledig toegeschreven aan het feit dat zij gemiddeld 50% van hun genetisch materiaal delen, terwijl invloeden van bijvoorbeeld opvoeding worden verwaarloosd. Ten derde wordt aangenomen dat de invloed van genetische effecten en omgevingseffecten additief zijn. Het is echter mogelijk dat genetische effecten en omgevingseffecten elkaar beïnvloeden en dat dit samenspel van invloed is op individuele verschillen in algemene cognitieve vaardigheden. Zo is het mogelijk dat een bepaald onderwijssysteem niet voor iedereen dezelfde weerslag heeft op cognitieve ontwikkeling,

maar dat dit effect afhangt van een bepaalde genetische aanleg van de leerling. In het geval dat deze aannamen niet houdbaar zijn zullen schattingen van de invloed van genen en omgeving zoals verkregen in een klassieke tweelingstudie mogelijk niet accuraat zijn.

Om een beter beeld te krijgen van de mate waarin genetische invloeden en omgevingsinvloeden de verschillen tussen mensen in algemeen cognitief functioneren bepalen, zijn data verzameld in een grote groep tweelingen en hun broers en zussen, partners, en ouders of kinderen. Al deze mensen hebben een aantal cognitieve taken uitgevoerd, waaronder een IQ test (Wechsler, 1997). Daarnaast hebben zij de levenservaringenlijst (LEL) ingevuld. In deze lijst staan vragen over verscheidene omgevingsfactoren die van invloed kunnen zijn, of zijn geweest, op cognitieve ontwikkeling, zoals type school of soort werk, het bespelen van een muziekinstrument, of het beoefenen van een sport.

Deze gegevens maakten het mogelijk te onderzoeken in hoeverre processen als actieve partnerselectie en het samenspel tussen genen en omgeving verklaren waarom mensen van elkaar verschillen in algemene cognitieve vaardigheden.

In het eerste empirische hoofdstuk van dit proefschrift (hoofdstuk 3) hebben we IQ-scores geanalyseerd van tweelingen en hun familieleden. De aanwezigheid van partners en ouders maakt het mogelijk om te onderzoeken in hoeverre partners gelijkenis vertonen in algemene cognitieve vaardigheden, de aanwezigheid van ouders maakt het tevens mogelijk om invloeden van genetische dominantie te schatten. Dominantie is de genetische invloed die ontstaat door interactie tussen allelen van een gen. We vonden, net als in eerdere studies was aangetoond, dat de IQ scores van partners inderdaad enigszins op elkaar lijken, Het was echter moeilijk statistisch onderscheid te maken tussen de twee

onderliggende processen: sociale homogeniteit en actieve partner selectie. Een model waarin actieve partner selectie het onderliggende proces was leek beter te passen bij de geobserveerde data. Daarnaast lieten onze analyses zien dat als je deze gelijkensis door actieve partner selectie mee modelleert, dat behalve additieve genetische factoren en unieke omgevingsfactoren, ook genetische dominantie van belang is. Deze resultaten laten zien dat in voorgaande klassieke tweelingstudies (waarin de gelijkensis tussen een-eiige en twee-eiige tweelingparen wordt vergeleken, maar informatie van partners, ouders en kinderen ontbreekt) de invloed van genetische dominantie in volwassenen is onderschat. Additieve genetische factoren verklaren 44%, genetische dominantie 27%, actieve partner selectie 11% en unieke omgevingsfactoren verklaren 18% van de geobserveerde individuele verschillen in algemene cognitieve vaardigheden.

Van factoren zoals opleiding, opvoeding en levensgebeurtenissen die mogelijk verband hebben met algemeen cognitief functioneren wordt over het algemeen gezegd dat ze kunnen worden toegeschreven aan de 'omgeving'. Om te toetsen of dit ook werkelijk 'omgeving' is hebben we in hoofdstuk 4 gekeken in hoeverre genetische factoren van invloed zijn op de mate waarin mensen blootgesteld worden aan deze omgevingsfactoren. Hierbij hebben we ons gericht op vier domeinen: omgeving in de kindertijd, sociale omgeving en gedrag, vrijetijdsbesteding, en belangrijke levensgebeurtenissen (zoals geboorte van een kind, of het verlies van een familielid of dierbare). Het blijkt dat genetische factoren gemiddeld bijna de helft (49%) van de van de geobserveerde verschillen tussen mensen in de mate waarin ze blootgesteld worden aan deze omgevingsfactoren verklaren. Genetische factoren verklaren gemiddeld 66% van de individuele verschillen in blootstelling aan omgevingsfactoren in de kindertijd, voor

vrijtijdsbesteding gemiddeld 52%, voor sociale omgeving en gedrag 52%, en voor levensgebeurtenissen 36%. Dit betekent dat invloeden die over het algemeen puur worden toegeschreven aan de omgeving, voor een deel kunnen worden toegeschreven aan verschillen op genetisch niveau. Het is mogelijk dat mensen actief hun omgeving uitzoeken op basis van hun genotype, slimme mensen zullen bijvoorbeeld vaker naar de bibliotheek gaan of een hoge opleiding volgen dan minder slimme mensen. De blootstelling aan opvoeding of onderwijs is daardoor gerelateerd aan genen die van invloed zijn op individuele verschillen in algemene cognitieve vaardigheden.

In hoofdstuk 5 hebben we bestudeerd in hoeverre de Prestatie Motivatie Test (Hermans, 2004) dezelfde latente factoren meet in mannen en in vrouwen. In de LEL zijn twee subschalen van de Prestatie Motivatie Test opgenomen, de Academische Prestatie Motivatie schaal en de Algemene Prestatie Motivatie schaal. Het bleek dat vijf van de 28 vragen sekse-bias lieten zien, wat betekent dat de scores van mannen en vrouwen op deze vragen niet direct vergelijkbaar zijn. In vervolganalyses waarin de Prestatie Motivatie Test een rol speelde, zijn deze vragen verwijderd. Tevens vonden we dat mannen en vrouwen gemiddeld verschillend scoorden op sommige onderliggende factoren van de beide schalen. Bijvoorbeeld, vrouwen gaven aan minder toekomstgericht te zijn dan mannen, terwijl vrouwen op school meer toewijding aan de dag legden met betrekking tot hun schoolwerk.

In hoofdstuk 6 is onderzocht in hoeverre genetisch factoren en omgevingsfactoren individuele verschillen in opleidingsniveau verklaren. Hierbij hebben we ook bestudeerd of de invloed van deze factoren afhangt van het niveau van algemeen cognitief functioneren en/of van het niveau van academische prestatie motivatie. Dit onderzoek liet

zien dat de relatieve invloed van gedeelde omgevingsfactoren iets groter was voor mensen die laag of juist hoog scoorden op een intelligentietest. Schattingen van de relatieve invloed van gedeelde omgevingsinvloeden liepen van 0% tot 15%. De relatieve invloed van unieke omgevingsfactoren nam behoorlijk toe bij mensen met een hoog opleidingsniveau. Schattingen van de unieke omgevingsinvloeden liepen van 22% tot 58%.

In hoofdstukken 7 en 8 hebben we bestudeerd in hoeverre levensgebeurtenissen (zoals geboorte van een kind, of het verlies van een familielid of dierbare) en spanningsbehoefte (gemeten met de Spanningsbehoefte lijst; Feij & van Zuilen, 1984) van invloed zijn op de relatieve invloed van genen en omgeving op individuele verschillen in algemeen cognitief functioneren. Het bleek dat zowel het meemaken van levensgebeurtenissen als de mate van spanningsbehoefte van invloed zijn op de mate waarin genen en omgevingsfactoren individuele verschillen in algemeen cognitief functioneren verklaren. De relatieve genetische invloed is veel kleiner bij mensen die met pensioen zijn in vergelijking met mensen die nog niet met pensioen zijn. Relatieve invloeden van gedeelde omgevingsfactoren zijn echter juist van groter belang bij mensen die met pensioen zijn. Schattingen van de relatieve invloed van genen liepen van 32% tot boven de 90%, afhankelijk van de levensgebeurtenis. De relatieve genetische invloed neemt ook af bij mensen met een zeer hoge spanningsbehoefte (schattingen liepen van 16% tot 98%), terwijl de relatieve invloed van de unieke omgeving bij deze mensen juist heel groot is (schattingen liepen van 2% tot 84%). Het gegeven dat de relatieve invloed van genen en omgevingsfactoren afhankelijk is van blootstelling aan verschillende

omgevingsfactoren, zou van belang kunnen blijken te zijn in de zoektocht naar de daadwerkelijke genen die ten grondslag liggen aan individuele verschillen in cognitie.

In hoofdstuk 9 hebben we op basis van vragenlijstgegevens van adolescente tweelingen bestudeerd wat de relatieve invloed van genen en omgevingsfactoren is op individuele verschillen prestatie op een normaal niveau en op prestatie op een zeer hoog niveau. De tweelingen werd gevraagd aan te geven hoe goed hun prestatie was in vergelijking met andere mensen op intellectueel, kunstzinnig en sportieve vlak. De resultaten lieten zien dat genetische factoren een groot deel van de individuele verschillen in prestatie op een normaal niveau bepalen (schattingen lopen van 32% tot 71%) en dat dit aandeel nog groter is als prestatie op een normaal niveau vergeleken wordt met prestatie op een uitzonderlijk hoog niveau (schattingen lopen van 50% tot 92%).

Uit de onderzoeken gebundeld in dit proefschrift blijkt dat de welbekende grote invloed van additieve genetische factoren (~80%) deels wordt verklaard door complexe processen zoals actieve partner selectie, genetische dominantie, en het samenspel van genen en omgevingsfactoren.

Deze uitkomsten kunnen van groot belang zijn voor toekomstige studies naar individuele verschillen in algemeen cognitief functioneren. De substantiële invloed van genetische factoren suggereert dat er specifieke genen zijn die individuele verschillen in algemene cognitieve vaardigheden verklaren. De zoektocht naar deze genen is echter veel moeilijker dan gedacht; de genen die tot nu toe zijn gevonden bepalen maar een heel klein deel van de genetische variantie. Mogelijk zal het complexe samenspel tussen genen en omgeving een deel van deze niet-verklaarde variatie bepalen. De resultaten van die zijn beschreven in dit proefschrift laten zien dat genetische invloeden en

omgevingsinvloeden niet onafhankelijk zijn van elkaar. Bij de zoektocht naar oorzaken van individuele verschillen in algemene cognitieve vaardigheden zullen onderzoekers zich daarom meer moeten richten op het samenspel van deze twee componenten.

Reference List

Feij, J. A. & van Zuilen, R. W. (1984). *De Spanningsbehoefte lijst (SBL)*. Lisse: Swets & Zeitlinger.

Hermans, H. J. M. (2004). *Prestatie Motivatie Test, Handleiding*. Lisse: Harcourt Assessment B.V.

Wechsler, D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale-Third edition, Dutch Version Revisited (WAIS-III)* Lisse: Swets and Zeitlinger.