University of Groningen

Autorijden met ADHD

Fuermaier, Anselm B. M.; Tucha, Lara; de Vries, Stefanie M.; Koerts, Janneke; de Waard, Dick; Brookhuis, Karel; Tucha, Oliver

Published in:
Neuropraxis

DOI:
[10.1007/s12474-015-0107-y](https://doi.org/10.1007/s12474-015-0107-y)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2016

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Fuermaier, A. B. M., Tucha, L., de Vries, S. M., Koerts, J., de Waard, D., Brookhuis, K., & Tucha, O. (2016). Autorijden met ADHD. *Neuropraxis*, 20(1), 20-28. <https://doi.org/10.1007/s12474-015-0107-y>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

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.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Autorijden met ADHD

Anselm B.M. Fuermaier · Lara Tucha · Stefanie M. de Vries ·
Janneke Koerts · Dick de Waard · Karel Brookhuis · Oliver Tucha

Samenvatting

Volwassenen met *attention deficit hyperactivity disorder* (ADHD) hebben uiteenlopende cognitieve beperkingen, die een aanzienlijke invloed kunnen hebben op verschillende aspecten van het dagelijks leven. Een van deze aspecten is het besturen van een auto. Autorijden is een belangrijke activiteit in het dagelijks leven en vereist een adequate wisselwerking tussen verschillende vaardigheden en het op elkaar afgestemd zijn van verschillende functies. Dit artikel geeft een overzicht van studies die zich hebben gericht op de aan ADHD gerelateerde problemen met autorijden. Hierbij staan drie vragen centraal: 1) laten personen met ADHD in sterkere mate onveilig rijgedrag zien dan personen zonder ADHD, 2) welke cognitieve (dis)functies van personen met ADHD zijn gerelateerd aan onveilig autorijden en 3) kan farmaceutische behandeling het rijgedrag van adolescenten en volwassenen met ADHD significant verbeteren?

Het beschikbare onderzoek levert overtuigend bewijs dat personen met ADHD gekenmerkt worden door meer negatief rijgedrag dan personen zonder ADHD. Het blijkt echter dat niet alle personen met ADHD op dezelfde manier zijn aangedaan. Hoewel verschillende cognitieve functies gerelateerd zijn aan rijvaardigheid, lijken deze functies noch bij te dragen aan het detecteren van *high risk* automobilisten met ADHD, noch aan het voorspellen van rijgedrag bij personen met ADHD. Farmaceutische behandeling van ADHD, in het bijzonder stimulerende medicatie, lijkt bevorderlijk voor de rijvaardigheid van personen met ADHD.

Trefwoorden ADHD · volwassenheid · cognitie · autorijden · verkeer · mobiliteit · ongelukken · snelheidsovertredingen

A.B. Fuermaier (✉) · L. Tucha · S.M. de Vries · J. Koerts ·
D. de Waard · K. Brookhuis · O. Tucha
Afdeling Klinische en Ontwikkelingsneuropsychologie,
Rijksuniversiteit Groningen,
Grote Kruisstraat 2/1,
9712 TS Groningen, Nederland
e-mail: a.b.m.fuermaier@rug.nl

DOI 10.1007/s12474-015-0107-y
Published online: 7 January 2016

Autorijden is een belangrijke activiteit in het dagelijks leven en kan essentieel zijn voor onafhankelijkheid, sociale integratie, kwaliteit van leven, levensgeluk en zelfs mentale gezondheid, zoals ontvankelijkheid voor depressie (bijv. [1, 2]). Autorijden is echter een vrij complexe taak, die een dynamische wisselwerking tussen verschillende vaardigheden en het op

elkaar afgestemd zijn van verschillende functies vereist, waaronder het cognitief functioneren. De integriteit van aandachtsprocessen, impulscontrole en executieve functies lijkt met name relevant te zijn voor veilig rijgedrag. Andere functies, zoals geheugen of visueel-ruimtelijke functies zijn echter ook essentieel [3–5].

Verondersteld wordt dat inattentie, impulsiviteit en executief disfunctioneren de cognitieve kernsymptomen van *attention deficit hyperactivity disorder* (ADHD) zijn. De meest robuuste bevindingen met betrekking tot aandacht zijn gerapporteerd voor tekorten in de selectieve aandacht, vigilantie en volgehouden aandacht met verschillen van middelmatige effectgrootte tussen volwassenen met ADHD en gezonde controles [6–9]. De meest robuuste bevinding met betrekking tot executieve functies wijst op een verminderd werkgeheugen bij personen met ADHD [10, 11], echter, ook tekorten op het gebied van impulscontrole [7, 12, 13], cognitieve flexibiliteit [14, 15], verbale vloeiendheid [6, 16, 17], planning en probleemoplossend vermogen [8, 18, 19] zijn herhaaldelijk gerapporteerd.

Vanwege de voor de hand liggende relatie tussen ADHD en kenmerken van zwak/risicovol rijgedrag, zijn creatieve en arbeidsintensieve studies uitgevoerd, die zich hebben gericht op de rij-gerelateerde risico's en beperkingen van adolescenten en volwassenen met ADHD. Dit artikel geeft een overzicht van deze studies en probeert een antwoord te geven op drie vragen: (1) laten personen met ADHD in sterkere mate onveilig rijgedrag zien dan personen zonder ADHD, (2) welke cognitieve (dis)functies van personen met ADHD zijn gerelateerd aan onveilig autorijden en (3) kan farmaceutische behandeling het rijgedrag van adolescenten en volwassenen met ADHD significant verbeteren? De antwoorden op deze vragen zijn zeer relevant voor zowel patiënten, zorgprofessionals als de samenleving.

Methode

Een literatuuronderzoek werd uitgevoerd naar studies die waren gericht op rij-gerelateerde problemen bij volwassenen met ADHD. Hierbij werd gebruikgemaakt van de elektronische databases *PsycINFO*, *PubMed* en *Web of Science*, waarbij naar studies is gezocht die tot en met september 2015 zijn gepubliceerd. Gebruikte zoektermen waren 'ADHD', 'ADD', 'attention deficit hyperactivity disorder' of 'attention deficit disorder' in combinatie met 'driving', 'driver', 'drive', 'car', 'road', 'traffic', 'speeding', 'accident', of 'collision'.

De referentielijst van de gevonden studies is doorgenomen om te controleren of er nog andere relevante studies waren die niet naar voren waren gekomen bij het zoeken in de databases.

Laten personen met ADHD onveilig rijgedrag zien?

Bij de assessment van rijvaardigheid en rijgedrag van personen met ADHD zijn verschillende benaderingen toegepast, namelijk: zelfrapportage, rapportage door anderen (bijv. ouders), officiële rapportage (bijv. politierapporten), rij-simulatorstudies en testritten op de weg. Elke benadering heeft sterke en zwakke punten, welke belangrijk zijn om in overweging te nemen bij het interpreteren van de onderzoeksresultaten.

Zelfrapportage, rapportage door anderen en officiële rapportage. Een aantal studies heeft gegevens verzameld over de rijvaardigheid van adolescenten en volwassenen met ADHD door een analyse te maken van zelfrapportage door patiënten, rapportage door anderen en/of officiële documenten (bijv. [20–41]). Een groot voordeel van zelfrapportage en rapportage door anderen is dat deze goedkoop en eenvoudig toe te passen zijn. Zelfrapportage geeft daarnaast inzicht in de persoonlijke ervaringen van de patiënt, wat zelfrapportage tot een unieke en essentiële bron van informatie maakt. Officiële documenten daarentegen zijn een objectievere maat die vrij is van eventuele verwijzingsbias.

De resultaten van studies die deze vormen van rapportage hebben geanalyseerd, lieten duidelijk zien dat personen met ADHD aanzienlijk meer, maar ook ernstigere fouten maakten in het verkeer dan gezonde personen met evenveel rijervaring (box 1).

Box 1.

Gegevens verzameld met zelfrapportage, rapportage door anderen en officiële documenten

- De negatieve gevolgen van autorijden door personen met ADHD in vergelijking met personen zonder ADHD op basis van zelfrapportage, rapportage door anderen en officiële documenten betreffen: meer verkeersongelukken;
- meer ongelukken op de snelweg;
- meer kop-staartbotsingen tijdens het autorijden;
- vaker doorrijden na een ongeluk;
- meer fatale ongelukken;

- vaker de schuldige bij een ongeluk;
- meer verkeersboetes (bijv. voor snelheidsovertredingen en overige verkeersovertredingen);
- meer veroordelingen en arrestaties;
- vaker invordering van het rijbewijs;
- meer roekeloos en risicovol rijgedrag;
- vaker rijden zonder rijbewijs;
- vaker illegaal rijden zonder dat het rijbewijs is behaald;
- meer door ouders gerapporteerde problemen die zijn gerelateerd aan autorijden;
- meer rij-gerelateerde woede en agressie;
- vaker rijden onder invloed van alcohol.

Hoewel verschillen tussen personen met en zonder ADHD onmiskenbaar lijken en herhaaldelijk zijn gerepliceerd, moet men in ogenschouw nemen dat zowel zelfrapportage, rapportage door anderen als officiële documenten onbetrouwbare bronnen zijn. Het is bijvoorbeeld aangetoond dat adolescenten en volwassenen met ADHD moeite hebben met zelfreflectie en -evaluatie en daardoor geneigd zijn de ernst van hun symptomen te onderschatten (zogenaamde *positive illusory bias*) vergeleken met informatie afkomstig van anderen en beoordelingen van klinici [42–46]. Hierbij kan worden verondersteld dat deze neiging om tekorten en risico's te minimaliseren eveneens geldt voor autorijden. Deze veronderstelling wordt bevestigd door onderzoek dat laat zien dat volwassenen met ADHD hun rijvaardigheid overschatten wanneer deze vaardigheid wordt vergeleken met objectieve maten voor rijgedrag. Bovendien kwam deze overschatting van de rijvaardigheid meer naar voren in een groep volwassenen met ADHD dan in een groep gezonde personen [47]. Daarentegen noemde Vaa [48] in zijn review dat automobilisten met ADHD meer kilometers lijken te rijden dan automobilisten zonder ADHD, wat zou betekenen dat zelfrapportage, rapportage door anderen en officiële rapportage de problemen met autorijden van personen met ADHD zouden kunnen overschatten. In het bijzonder informatie afkomstig van officiële documenten is moeilijk te interpreteren. Deze documenten negeren gewoonlijk de multifactoriële aard van veel ongelukken en zijn vaak incompleet, waarbij kleine ongevallen veelal niet worden gerapporteerd. Wanneer de beperkingen van zelfrapportage en officiële documenten in overweging worden genomen, is het niet zo verwonderlijk dat het verband tussen officiële documenten en zelfrapportage door patiënten slechts matig is (tussen $r=0,39$ en $r=0,41$) [22, 42]. Een ander punt is dat de selectie van variabelen

binnen studies een behoorlijke invloed op de resultaten kan hebben. Meerdere studies hebben bijvoorbeeld aangetoond dat het (gemiddeld) aantal verkeersongelukken groter is bij mensen met ADHD (bijv. [20–22, 33, 39]). Echter, bij vergelijking van de proportie personen met ADHD en de proportie personen zonder ADHD die is betrokken bij verkeersongelukken met elkaar worden vergeleken, wordt geen significant verschil gevonden (bijv. [21, 22, 27]). Dit zou kunnen betekenen dat een subgroep personen met ADHD wellicht aangewezen zou kunnen worden voor een disproportioneel aantal ongevallen, in plaats van dat ADHD in het algemeen gerelateerd is aan problemen met autorijden.

Rij-simulatoren. Rij-simulatoren worden vaak gebruikt om de rijvaardigheid van adolescenten en volwassenen met ADHD te onderzoeken [21, 22, 26, 27, 42, 47, 49–64]. In overeenstemming met studies die zelfrapportage, rapportage door anderen en officiële documenten geanalyseerd hebben, laten ook deze studies zien dat personen met ADHD diverse problemen hebben met autorijden (box 2).

Box 2.

Gegevens verzameld met rij-stimulatoren

Negatief rijgedrag en beperkingen van personen met ADHD in vergelijking met personen zonder ADHD op basis van rij-stimulatorstudies betreffen:

- meer botsingen en ongelukken;
- meer krassen;
- meer snelheidsovertredingen;
- verminderde controle over het stuur;
- vaker slingeren;
- langzamere en meer variabele reactietijden;
- meer rij-gerelateerde fouten;
- vaker vermoeid.

Rij-simulatoren hebben een goede *face validity* als het gaat om het onderzoeken van rijvaardigheid. Het is een veilige manier om rijvaardigheid te bestuderen in mogelijk gevaarlijke situaties, doordat de risico's die verbonden zijn aan testritten op de weg kunnen worden vermeden. Bovendien worden rij-simulatoren als betrouwbare assessmentmethoden beschouwd, aangezien de condities waaronder de rijvaardigheid van een individu wordt onderzocht (bijv. met betrekking tot het weer, verkeer, zicht, tijdstip van de dag) exact kunnen worden nagebootst [5]. Het moet echter in ogenschouw genomen worden dat assessments

met rij-simulatoren geen ecologische validiteit hebben [48]. Er is bijvoorbeeld geen een-op-eenrelatie tussen ongelukken die gebeuren tijdens een rit in een rij-simulator en tijdens een testrit op de weg. Daarnaast worden tijdens de relatief korte rij-simulatorritten vaak optimale rijvaardigheden gemeten in plaats van de door het individu ontwikkelde gewoonten en praktijken. Dit zou kunnen verklaren waarom de vaardigheden die met rij-simulatoren worden gemeten rijgedrag in het verkeer niet per se perfect kunnen voorspellen [65, 66].

Testrit op de weg. Een aantal studies onderzocht rijgedrag tijdens een rit op de weg [27, 67–74]. Deze bevestigen de bevindingen uit de tests met de rij-simulator. In vergelijking met personen zonder ADHD lieten adolescenten en volwassenen met ADHD namelijk een toegenomen aantal aanrijdingen en snelheidsovertredingen zien. Daarnaast remden ze harder en verminderden ze plotseling snelheid, slingerden ze meer met de auto en maakten ze over het algemeen meer fouten tijdens het rijden (zie box 3).

Box 3.

Gegevens verzameld met een testrit op de weg

Negatief rijgedrag bij personen met ADHD in vergelijking met personen zonder ADHD op basis van een testrit op de weg betreft:

- meer botsingen en ongelukken;
- meer snelheidsovertredingen;
- meer rij-gerelateerde fouten;
- vaker hard remmen;
- vaker plotselinge snelheidsvermindering;
- meer slingeren met de auto.

Deze bevindingen zijn in het bijzonder van belang, omdat evaluatie van een rit op de weg wordt beschouwd als de gouden standaard in de assessment van rijvaardigheid [5]. De evaluatie van rijvaardigheid met behulp van testritten is geassocieerd met bepaalde risico's, aangezien personen met ADHD zich tijdens deze ritten in een echte verkeerssituatie bevinden.

Samenvatting. Wanneer de resultaten van studies met betrekking tot autorijden door mensen met ADHD worden samengevoegd, kan men concluderen dat ADHD gerelateerd is aan een verhoogd risico op onveilig rijgedrag en de hieraan gerelateerde problemen. Het lijkt echter zo te zijn dat niet de hele groep personen met ADHD op eenzelfde manier is aangedaan. In

plaats daarvan lijkt er eerder een subgroep van automobilisten met ADHD te zijn die bovenmatig betrokken is bij verkeersongevallen [20, 25, 75].

Welke cognitieve (dis)functies van personen met ADHD zijn gerelateerd aan onveilig rijgedrag?

Zoals beschreven, laten volwassenen met ADHD verschillende cognitieve tekorten zien die hun rijgedrag zouden kunnen beïnvloeden. Een aantal studies heeft met name gevonden dat inattentie en afleidbaarheid, impulsiviteit en verminderde cognitieve flexibiliteit rijgedrag van personen met ADHD nadelig beïnvloeden [22, 27–29, 35, 63, 71, 76]. Voorbeelden van gevolgen van inattentie en verhoogde afleidbaarheid zijn: te laat anticiperen en een toename in (bijna-)ongevallen. Verhoogde impulsiviteit kan onveilige manoeuvres en snelheidsovertredingen tot gevolg hebben. Cognitieve flexibiliteit is van belang wanneer de aandacht verplaatst moet worden tussen relevante stimuli en taken. Vooral de integriteit van cognitieve flexibiliteit is essentieel voor autorijden, aangezien autorijden vereist dat veel verschillende taken op hetzelfde moment of kort na elkaar moeten worden uitgevoerd. Inattentie/afleidbaarheid, impulsiviteit en cognitieve flexibiliteit lijken dus de functies te zijn waar screeningsinstrumenten zich op zouden moeten richten om *high-risk* automobilisten met ADHD te identificeren. Het blijft echter onduidelijk of er testmaten ontwikkeld kunnen worden die niet alleen op groepsniveau een onderscheid kunnen maken tussen *low-* en *high-risk* automobilisten met ADHD (bijv. [28]), maar ook onderscheid kunnen maken op individueel niveau. Om de identificatie van *high-risk* automobilisten met ADHD te faciliteren, zijn meerdere vragenlijsten ontwikkeld en toegepast in de assessment van personen met ADHD, zoals: de *Driving Behaviour Rating Scale* (bijv. [20–22, 27]), de *Driving Behavior Questionnaire* (bijv. [28, 40, 77]), de *Survey of Driving* (bijv. [33]) en de *Jerome Driving Questionnaire* (bijv. [30]). Het moet echter nogmaals benadrukt worden dat alleen groepeffecten kunnen worden aangetoond. Duidelijke en algemeen geaccepteerde regels of criteria voor het nemen van beslissingen op individueel niveau ontbreken vooralsnog.

Wat zijn de effecten van farmaceutische behandeling op het rijgedrag van personen met ADHD?

Verschillende studies hebben stilgestaan bij de vraag of klinisch afgestemde medicamenteuze

behandeling invloed heeft op de rijvaardigheid van personen met ADHD [25, 26, 37, 49, 53, 54, 56, 64, 67–69, 72, 73, 78–85]. Er is duidelijk bewijs geleverd dat farmaceutische behandeling van ADHD de rijvaardigheid significant verbetert, wat zich zou kunnen vertalen in minder onveilig rijgedrag en een afname in de betrokkenheid bij ongelukken. Deze studies bestudeerden de gehele range aan assessmenttechnieken, namelijk: zelfrapportage, rapportage door naasten, officiële documenten, rit in de rij-simulator en assessment op de weg. Er werden positieve effecten gevonden van de onmiddellijke en langdurige afgifte van methylfenidaat op verschillende maten voor rijvaardigheid, zoals het aantal botsingen en snelheidsovertredingen. Hierbij varieerden de effectgroottes van de verbeteringen tussen 0,2 en 1,3 (Cohen's *d*). Op basis van een Zweedse studie [25] werd zelfs verondersteld dat 41–49% van de ernstige ongevallen onder mannen met ADHD voorkomen had kunnen worden als zij hun ADHD-medicatie hadden gebruikt op de dag van het ongeval. Positieve effecten op het rijgedrag van personen met ADHD zijn ook gerapporteerd voor stimulantia anders dan methylfenidaat, zoals langwerkende gemengde amfetaminezouten en lisdexamfetamine dimesylaat. Echter, ondanks de positieve effecten van langwerkende gemengde amfetaminezouten bestaat er ook enig bewijs dat 16-17 uur na inname het aantal fouten op de weg door onoplettendheid toeneemt, wat op mogelijke *rebound* effecten zou kunnen wijzen [81]. Daarnaast is aangetoond dat ook niet-stimulantia (atomoxetine), die eveneens worden gebruikt voor de behandeling van ADHD, de rijvaardigheid van personen met ADHD kunnen verbeteren. Deze effecten lijken echter niet erg stabiel te zijn [56, 72, 79].

Bij de interpretatie van de resultaten van studies naar de effecten van farmaceutische behandeling moet rekening worden gehouden met diverse methodologische problemen, zoals kleine steekproeven in de meerderheid van de studies (<30 deelnemers). Daarnaast heeft de selectie van deelnemers vaak geresulteerd in de werving van personen met ADHD met een recente geschiedenis van auto-ongelukken en in de inclusie van voornamelijk jonge mannelijke participanten. Methodologische tekortkomingen van studies bestaan verder uit onduidelijke randomisatieprocedures, het niet beoordelen van medicatietrouw en de afwezigheid van placebo- en controlegroepen van personen zonder ADHD. Eerder onderzoek naar de farmaceutische behandeling van ADHD heeft aangetoond dat deze behandeling kan resulteren in verbeteringen in het gedrag en de cognitie, maar dat het gedrag en het cognitief functioneren er niet per definitie mee normaliseren [86–89].

Dit betekent dat, hoewel personen met ADHD positief reageren op farmaceutische behandeling en een aanzienlijke verbetering laten zien (bijv. in het cognitief functioneren), ondanks het gebruik van medicatie, nog steeds tekorten laten zien in vergelijking met een gezonde controlegroep. Een van de weinige studies met een controlegroep [26] toonde dan ook aan dat stimulantia inderdaad de rijvaardigheid verbeteren, maar dat deze vaardigheid niet normaliseert. Aanvullend onderzoek is nodig om te verduidelijken of de door medicatie geïnduceerde verbeteringen zich daadwerkelijk laten vertalen naar *real-life* verbeteringen in het autorijden. Relevante vragen kunnen bijvoorbeeld zijn of klinici farmaceutische behandeling zouden moeten aanbevelen aan volwassen automobilisten met ADHD (waarbij de voordelen van farmaceutische behandeling moeten worden afgewogen tegen de mogelijke bijwerkingen ervan), of dat farmaceutische behandeling voor volwassenen met ADHD zelfs een vereiste zou moeten zijn om een voertuig te mogen besturen. Verder zouden niet-farmaceutische behandelmethoden nader moeten worden onderzocht. Tot nu toe heeft slechts een beperkt aantal studies de effecten van gedragsinterventies op rij-gerelateerde gedragingen onderzocht en hoewel de steekproeven klein waren ($n < 10$), zijn de eerste resultaten veelbelovend [55, 70, 74, 90].

Conclusie

Hoewel een groot aantal klinische instrumenten is ontwikkeld en geëvalueerd om het rijgedrag en de rijgeschiktheid bij patiënten met een neurologische aandoening (bijv. dementie) te onderzoeken, is er weinig bekend over de klinische praktijk met betrekking tot het onderzoeken van onveilig of risicovol rijgedrag bij volwassenen met ADHD. Verschillende gangbare en goed gevalideerde instrumenten afkomstig uit de verkeerspsychologie en de klinische neuropsychologie (bijv. vragenlijsten voor zelfrapportage en proxy-vragenlijsten, neuropsychologische tests, rij-simulators) zijn geschikt gebleken om rijgedrag bij volwassenen met ADHD te onderzoeken. De evaluatie van onveilig en risicovol rijgedrag van volwassenen met ADHD vereist daardoor vaak geen afzonderlijke procedure. In plaats daarvan wordt gebruikgemaakt van bestaande instrumenten en procedures die we kennen uit de verkeerspsychologie en de klinische neuropsychologie.

Er bestaat overtuigend bewijs dat bij adolescenten en volwassenen met ADHD meer negatieve rijgedragingen optreden, met alle gevolgen van dien, dan bij adolescenten en volwassenen zonder ADHD. Meer ongevallen en meer snelheidsovertredingen lijken de meest robuuste problemen te zijn die worden gerapporteerd in relatie tot ADHD. Een recente meta-analyse schatte het totale relatieve risico van ongelukken voor automobilisten met ADHD op 1,36 (ongecontroleerd voor het aantal afgelegde kilometers) of 1,23 (gecontroleerd voor het aantal afgelegde kilometers) [48]. Echter, het lijkt zo te zijn dat dit toegenomen risico niet alle personen met ADHD op dezelfde manier treft. Comorbide stoornissen (bijv. oppositioneel opstandige gedragsstoornis of antisociale gedragsstoornis) zijn in dit opzicht wellicht ook interessant, aangezien comorbiditeit bij lijkt te dragen aan verkeersongelukken onder personen met ADHD [48]. Hoewel verscheidene cognitieve functies

gerelateerd zijn aan rij-gerelateerde problemen (bijv. inattentie en impulsiviteit), zijn deze functies wellicht niet bruikbaar in het detecteren van *high-risk* automobilisten met ADHD of in het voorspellen van rijgedrag van personen met ADHD. Met name is verder onderzoek nodig naar identificatie van risicoautomobilisten, bijvoorbeeld met behulp van neuropsychologisch onderzoek of door gebruik te maken van vragenlijsten die zijn ontwikkeld voor onderzoek naar rijgedrag. Farmaceutische behandeling van ADHD, in het bijzonder stimulantia, blijkt een positief effect te hebben op rij-gerelateerde problemen die personen met ADHD ondervinden. Echter, ook op dit gebied is aanvullend onderzoek nodig, waarbij het met name nodig is dat studies worden opgezet zonder de methodologische tekortkomingen van eerdere studies. Ten slotte is ook meer onderzoek naar niet-farmaceutische interventies wenselijk.

Literatuur

- Novack TA, Labbe D, Grote M, Carlson N, Sherer M, Arango-Lasprilla JC, et al. Return to driving within 5 years of moderate-severe traumatic brain injury. *Brain Inj.* 2010;24(3):464–71.
- Man-Son-Hing M, Marshall SC, Molnar FJ, Wilson KG. Systematic review of driving risk and the efficacy of compensatory strategies in persons with dementia. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(6):878–84.
- Lansdown T. Individual differences during driver secondary task performance: verbal protocol and visual allocation findings. *Accid Anal Prev.* 2002;34(5):655–62.
- Lincoln NB, Radford KA. Driving in neurological patients. In: Goldstein LH, McNeill JE, editors. *Clinical Neuropsychology. A practical guide to assessment and management for clinicians.* 2nd ed. Chichester: Wiley-Blackwell; 2013. p. 567–88.
- Rizzo M, Kellison IL. The brain on the road. In: Marcotte TD, Grant I, editors. *Neuropsychological of everyday functioning.* New York: Guilford Press; 2010. p. 168–208.
- Boonstra AM, Oosterlaan J, Sergeant JA, Buitelaar JK. Executive functioning in adult ADHD: a meta-analytic review. *Psychol Med.* 2005;35(8):1097–108.
- Hervey AS, Epstein JN, Curry JF. Neuropsychology of adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: a meta-analytic review. *Neuropsychology.* 2004;18(3):485–503.
- Schoechlin C, Engel RR. Neuropsychological performance in adult attention-deficit hyperactivity disorder: meta-analysis of empirical data. *Arch Clin Neuropsychol.* 2005;20(6):727–44.
- Thome J, Ehlis A, Fallgatter AJ, Krauel K, Lange KW, Riederer P, et al. Biomarkers for attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). A consensus report of the WFSBP task force on biological markers and the World Federation of ADHD. *World J Biol Psychiatry.* 2012;13(5):379–400.
- Alderson RM, Kasper LJ, Hudec KL, Patros CHG. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) and working memory in Adults: a meta-analytic review. *Neuropsychology.* 2013;27(3):287–302.
- Dowson J, McLean A, Bazanis E, Toone B, Young S, Robbins T, et al. Impaired spatial working memory in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: comparisons with performance in adults with borderline personality disorder and in control subjects. *Acta Psychiatr Scand.* 2004;110(1):45–54.
- Chamberlain SR, del Campo N, Dowson J, Muller U, Clark L, Robbins TW, et al. Atomoxetine improved response inhibition in adults with attention deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry.* 2007;62(9):977–84.
- Ossmann J, Mulligan N. Inhibition and attention deficit hyperactivity disorder in adults. *Am J Psychol.* 2003;116(1):35–50.
- Boonstra AM, Kooij JJS, Oosterlaan J, Sergeant JA, Buitelaar JK. To act or not to act, that's the problem: primarily inhibition difficulties in adult ADHD. *Neuropsychology.* 2010;24(2):209–21.
- Halleland HB, Haavik J, Lundervold AJ. Set-Shifting in Adults with ADHD. *J Int Neuropsychol Soc.* 2012;18(4):728–37.

16. Dinn WM, Robbins NC, Harris CL. Adult attention-deficit/hyperactivity disorder: neuropsychological correlates and clinical presentation. *Brain Cogn.* 2001;46(1-2):114-21.
17. Tucha O, Mecklinger L, Laufkötter R, Kaunzinger I, Paul GM, Klein HE, et al. Clustering and switching on verbal and figural fluency functions in adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Cogn Neuropsychiatry.* 2005;10(3):231-48.
18. McLeod JD, Pescosolido BA, Takeuchi DT. Public attitudes toward the use of psychiatric medications for children. *J Health Soc Behav.* 2004;45(1):53-67.
19. Tucha L, Tucha O, Sontag TA, Stasik D, Laufkötter R, Lange KW. Differential effects of methylphenidate on problem solving in adults with ADHD. *J Atten Disord.* 2011;15(2):161-73.
20. Barkley R, Guevremont D, Anastopoulos A, DuPaul G, Shelton T. Driving-related risks and outcomes of attention-deficit hyperactivity disorder in adolescents and young-adults – a 3-year to 5-year follow-up survey. *Pediatrics.* 1993;92(2):212-8.
21. Barkley R, Murphy K, Kwasnik D. Motor vehicle driving competencies and risks in teens and young adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Pediatrics.* 1996;98(6):1089-95.
22. Barkley R, Murphy K, Dupaul G, Bush T. Driving in young adults with attention deficit hyperactivity disorder: knowledge, performance, adverse outcomes, and the role of executive functioning. *J Int Neuropsychol Soc.* 2002;8(5):655-72.
23. Beck N, Warnke A, Krüger HP, Barglik W. Hyperkinetic syndrome and behavior disorders in street traffic: a case control pilot study. *Z Kinder Jugendpsychiatrie Psychother.* 1996;24(2):82-91.
24. Biederman J, Petty C, Fried R, Fontanella J, Doyle AE, Seidman LJ, et al. Impact of psychometrically defined deficits of executive functioning in adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Am J Psychiatry.* 2006;163(10):1730-8.
25. Chang Z, Lichtenstein P, D'Onofrio BM, Sjolander A, Larsson H. Serious transport accidents in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder and the effect of medication a population-based study. *JAMA Psychiatry.* 2014;71(3):319-25.
26. Cox D, Merkel R, Kovatchev B, Seward R. Effect of stimulant medication on driving performance of young adults with attention-deficit hyperactivity disorder – a preliminary double-blind placebo controlled trial. *J Nerv Ment Dis.* 2000;188(4):230-4.
27. Fischer M, Barkley RA, Smallish L, Fletcher K. Hyperactive children as young adults: driving abilities, safe driving behavior, and adverse driving outcomes. *Accid Anal Prev.* 2007;39(1):94-105.
28. Fried R, Petty C, Surman C, Reimer B, Aleardi M, Martin J, et al. Characterizing impaired driving in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder: a controlled study. *J Clin Psychiatry.* 2006;67(4):567-74.
29. Garner AA, Centry A, Welburn SC, Fine PR, Franklin CA, Stavrinos D. Symptom dimensions of disruptive behavior disorders in adolescent drivers. *J Atten Disord.* 2012;18(6):496-503.
30. Jerome L, Segal A, Habinski L. What we know about ADHD and driving risk: a literature review, meta-analysis and critique. *J Can Acad Child Adolesc Psychiatry.* 2006;15(3):105-25.
31. Murphy K, Barkley R. Attention deficit hyperactivity disorder adults: comorbidities and adaptive impairments. *Compr Psychiatry.* 1996;37(6):393-401.
32. NadaRaja S, Langley J, McGee R, Williams S, Begg D, Reeder A. Inattentive and hyperactive behaviors and driving offenses in adolescence. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.* 1997;36(4):515-22.
33. Richards TL, Deffenbacher JL, Rosén LA. Driving anger and other driving-related behaviors in high and low ADHD symptom college students. *J Atten Disord.* 2002;6(1):25-38.
34. Richards TL, Deffenbacher JL, Rosén LA, Barkley RA, Rodrick T. Driving anger and driving behavior in adults with ADHD. *J Atten Disord.* 2006;10(1):54-64.
35. Rosenbloom T, Wultz B. Thirty-day self-reported risky driving behaviors of ADHD and non-ADHD drivers. *Accid Anal Prev.* 2011;43(1):128-33.
36. Safiri S, Sadeghi-Bazargani H, Amiri A, Khanjani N, Safarpour H, Haghdoost AA. Association between adult attention deficit-hyperactivity disorder and motorcycle traffic injuries in Kerman, Iran: a case-control study. *J Clin Res Gov.* 2013;2:17-21.
37. Sobanski E, Sabljic D, Alm B, Skopp G, Kettler N, Mattern R, et al. Driving-related risks and impact of methylphenidate treatment on driving in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *J Neural Transm.* 2008;115(2):347-56.
38. Thompson AL, Molina BSG, Pelham W Jr, Gnagy EM. Risky driving in adolescents and young adults with childhood ADHD. *J Pediatr Psychol.* 2007;32(7):745-59.
39. Weiss G, Hechtman L, Perlman T, Hopkins J, Wener A. Hyperactives as young adults: a controlled prospective ten-year follow-up of 75 children. *Arch Gen Psychiatry.* 1979;36(6):675-81.
40. Woodward L, Fergusson D, Horwood L. Driving outcomes of young people with attentional difficulties in adolescence. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry.* 2000;39(5):627-34.
41. Swenson A, Birnbaum HG, Ben Hamadi R, Greenberg P, Cremieux PY, Secnik K. Incidence and costs of accidents among attention-deficit/hyperactivity disorder patients. *J Adolesc Health.* 2004;35(4):346.e1-9.
42. Barkley RA, Cox D. A review of driving risks and impairments associated with attention-deficit/hyperactivity disorder and the effects of stimulant medication on driving performance. *J Saf Res.* 2007;38(1):113-28.
43. Kooij JJS, Boonstra AM, Swinkels SHN, Bekker EM, Noord I de, Buitelaar JK. Reliability, validity, and utility of instruments for self-report and informant report concerning symptoms of ADHD in adult patients. *J Atten Disord.* 2008;11(4):445-58.

44. Manor I, Vurembrandt N, Rozen S, Gevah D, Weizman A, Zalsman G. Low self-awareness of ADHD in adults using a self-report screening questionnaire. *Eur Psychiatry*. 2012;27(5):314–20.
45. Smith BH, Pelham WE, Gnagy E, Molina B, Evans S. The reliability, validity, and unique contributions of self-report by adolescents receiving treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Consult Clin Psychol*. 2000;68(3):489–99.
46. Zucker M, Morris MK, Ingram SM, Morris RD, Bakeman R. Concordance of self- and informant ratings of adults' current and childhood attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms. *Psychol Assess*. 2002;14(4):379–89.
47. Knouse LE, Bagwell CL, Barkley RA, Murphy KR. Accuracy of self-evaluation in adults with ADHD evidence from a driving study. *J Atten Disord*. 2005;8(4):221–34.
48. Vaa T. ADHD and relative risk of accident in road traffic: a meta-analysis. *Accid Anal Prev*. 2014;62:415–25.
49. Barkley R, Murphy K, O'Connell T, Connor D. Effects of two doses of methylphenidate on simulator driving performance in adults with attention deficit hyperactivity disorder. *J Saf Res*. 2005;36(2):121–31.
50. Barkley R, Murphy K, O'Connell T, Anderson D, Connor D. Effects of two doses of alcohol on simulator driving performance in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychology*. 2006;20(1):77–87.
51. Biederman J, Fried R, Monuteaux MC, Reimer B, Coughlin JF, Surman CB, et al. A laboratory driving simulation for assessment of driving behavior in adults with ADHD: a controlled study. *Ann Gen Psychiatry*. 2007;6(4):1–7.
52. Classen S, Monahan M, Brown KE, Hernandez S. Driving indicators in teens with attention deficit hyperactivity and/or autism spectrum disorder. *Can J Occup Ther*. 2013;80(5):274–83.
53. Cox D, Merkel R, Penberthy J, Kovatchev B, Hankin C. Impact of methylphenidate delivery profiles on driving performance of adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder: a pilot study. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2004;43(3):269–75.
54. Cox DJ, Merkel RL, Moore M, Thorndike F, Muller C, Kovatchev B. Relative benefits of stimulant therapy with OROS methylphenidate versus mixed amphetamine salts extended release in improving the driving performance of adolescent drivers with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*. 2006;118(3):E704–10.
55. Cox DJ, Punja M, Powers K, Merkel RL, Burket R, Moore M, et al. Manual transmission enhances attention and driving performance of ADHD adolescent males: pilot study. *J Atten Disord*. 2006;10(2):212–6.
56. Kay GG, Michaels MA, Pakull B. Simulated driving changes in young adults with ADHD receiving mixed amphetamine salts extended release and atomoxetine. *J Atten Disord*. 2009;12(4):316–29.
57. Michaelis JR, McConnell DS, Smither JA. Attention deficit/hyperactivity disorder's effects on individuals' scan paths during a simulated drive. *Work*. 2012;41:5833–5.
58. Monahan M, Classen S, Helsel PV. Pre-driving evaluation of a teen with attention deficit hyperactivity disorder and autism spectrum disorder. *Can J Occup Ther*. 2013;80(1):35–41.
59. Oliver ML, Nigg JT, Cassavaugh ND, Backs RW. Behavioral and cardiovascular responses to frustration during simulated driving tasks in young adults with and without attention disorder symptoms. *J Atten Disord*. 2012;16(6):478–90.
60. Reimer B, D'Ambrosio LA, Coughlin JF, Fried R, Biederman J. Task-induced fatigue and collisions in adult drivers with attention deficit hyperactivity disorder. *Traffic Inj Prev*. 2007;8(3):290–9.
61. Reimer B, Mehler B, D'Ambrosio LA, Fried R. The impact of distractions on young adult drivers with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Accid Anal Prev*. 2010;42(3):842–51.
62. Weafer J, Camarillo D, Fillmore MT, Milich R, Marcinski CA. Simulated driving performance of adults with ADHD: comparisons with alcohol intoxication. *Exp Clin Psychopharmacol*. 2008;16(3):251–63.
63. Narad M, Garner AA, Brassell AA, Saxby D, Antonini TN, O'Brien KM. Adolescents with ADHD demonstrate driving inconsistency. Impact of distraction on the driving performance of adolescents with and without attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA Pediatrics*. 2013;167:933–8.
64. Biederman J, Fried R, Hammerness P, Surman C, Mehler B, Petty CR, et al. The effects of lisdexamfetamine dimesylate on the driving performance of young adults with ADHD: a randomized, double-blind, placebo-controlled study using a validated driving simulator paradigm. *J Psychiatr Res*. 2012;46(4):484–91.
65. Lundqvist A, Gerdle B, Ronnberg J. Neuropsychological aspects of driving after a stroke – in the simulator and on the road. *App Cogn Psychol*. 2000;14(2):135–50.
66. Lew H, Poole J, Lee E, Jaffe D, Huang H, Brodd E. Predictive validity of driving-simulator assessments following traumatic brain injury: a preliminary study. *Brain Inj*. 2005;19(3):177–88.
67. Cox DJ, Mikami AY, Cox BS, Coleman MT, Mahmood A, Sood A, et al. Effect of long-acting OROS methylphenidate on routine driving in young adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2008;162(8):793–4.
68. Cox D, Humphrey J, Merkel L, Penberthy J, Kovatchev B. Controlled-release methylphenidate improves attention during on-road driving by adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Board Fam Pract*. 2004;17(4):235–9.
69. Cox DJ, Davis M, Mikami AY, Singh H, Merkel RL, Burket R. Long-acting methylphenidate reduces collision rates of young adult drivers with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Clin Psychopharmacol*. 2012;32(2):225–30.

70. Markham PT, Porter BE, Ball JD. Effectiveness of a program using a vehicle tracking system, incentives, and disincentives to reduce the speeding behavior of drivers with ADHD. *J Atten Disord.* 2013;17(3):233–48.
71. Merkel RLJ, Nichols JQ, Fellers JC, Hidalgo P, Martinez LA, Putziger I, et al. Comparison of on-Road driving between young adults with and without ADHD. *J Atten Disord.* 2013. (Epub ahead of print).
72. Sobanski E, Sabljic D, Alm B, Dittmann RW, Wehmeier PM, Skopp G, et al. Driving performance in adults with ADHD: results from a randomized, waiting list controlled trial with atomoxetine. *Eur Psychiatry.* 2013;28(6):379–85.
73. Verster JC, Cox DJ. ADHD, methylphenidate and driving: does some legislation endanger public health? *J Psychopharmacol.* 2008;22(3):227–9.
74. Fabiano GA, Hulme K, Linke SM, Nelson-Tuttle C, Pariseau ME, Gangloff B, et al. The supporting a teen's effective entry to the roadway (STEER) program: feasibility and preliminary support for a psychosocial intervention for teenage drivers with ADHD. *Cogn Behav Pract.* 2011;18:267–80.
75. Cox DJ, Cox BS, Cox J. Self-reported incidences of moving vehicle collisions and citations among drivers with ADHD: a cross-sectional survey across the lifespan. *Am J Psychiatry.* 2011;168(3):329–30.
76. Jerome L, Habinski L, Segal A. Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and driving risk: a review of the literature and a methodological critique. *Curr Psychiatry Rep.* 2006;8:416–26.
77. Reimer B, D'Ambrosio LA, Gilbert J, Coughlin JF, Biederman J, Surman C, et al. Behavior differences in drivers with attention deficit hyperactivity: the driving behavior questionnaire. *Accid Anal Prev.* 2005;37(6):996–1004.
78. Kuepper T, Haavik J, Drexler H, Antoni Ramos-Quiroga J, Wermelskirchen D, Prutz C, et al. The negative impact of attention-deficit/hyperactivity disorder on occupational health in adults and adolescents. *Int Arch Occup Environ Health.* 2012;85(8):837–47.
79. Barkley RA, Anderson DL, Kruesi M. A pilot study of the effects of atomoxetine on driving performance in adults with ADHD. *J Atten Disord.* 2007;10(3):306–16.
80. Biederman J, Fried R, Hamneress P, Surman C, Mehler B, Petty CR, et al. The effects of lisdexamfetamine dimesylate on driving behaviors in young adults with ADHD assessed with the manchester driving behavior questionnaire. *J Adolesc Health.* 2012;51(6):601–7.
81. Cox DJ, Moore M, Burket R, Merkel RL, Mikami AY, Kovatchev B. Rebound effects with long-acting amphetamine or methylphenidate stimulant medication preparations among adolescent male drivers with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Child Adolesc Psychopharmacol.* 2008;18(1):1–10.
82. Jerome L, Segal A. Benefit of long-term stimulants on driving in adults with ADHD. *J Nerv Ment Dis.* 2001;189(1):63–4.
83. Ludolph AG, Koelch M, Plener PL, Schulze UM, Sproeber N, Fegert JM. Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and road traffic – special considerations for the treatment of adolescents with ADHD. *Z Kinder Jugendpsychiatrie Psychother.* 2009;37(5):405–11.
84. Mikami AY, Cox DJ, Davis MT, Wilson HK, Merkel RL, Burket R. Sex differences in effectiveness of extended-release stimulant medication among adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Clin Psychol Med Settings.* 2009;16(3):233–42.
85. Verster JC, Bekker EM, Roos M de, Minova A, Eijken EJ, Kooij JJS, et al. Methylphenidate significantly improves driving performance of adults with attention-deficit hyperactivity disorder: a randomized crossover trial. *J Psychopharmacol.* 2008;22(3):230–7.
86. Tucha O, Prell S, Mecklinger L, Bormann-Kischkel C, Kubber S, Linder M, et al. Effects of methylphenidate on multiple components of attention in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Psychopharmacology (Berl).* 2006;185(3):315–26.
87. Whalen C, Henker B, Jamner L, Ishikawa S, Floro J, Swindle R, et al. Toward mapping daily challenges of living with ADHD: maternal and child perspectives using electronic diaries. *J Abnorm Child Psychol.* 2006;34(1):115–30.
88. Gualtieri CT, Johnson LG. Medications do not necessarily normalize cognition in ADHD patients. *J Atten Disord.* 2008;11(4):459–69.
89. Tucha O, Tucha L, Kaumann G, König S, Lange KM, Stasik D, et al. Training of attention functions in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Atten Defici Hyperact Disord.* 2011;3:271–83.
90. Poulsen AA, Horswill MS, Wetton MA, Hill A, Lim SM. A brief office-based hazard perception intervention for drivers with ADHD symptoms. *Aust N Z J Psychiatry.* 2010;44(6):528–34.

Anselm B.M. Fuermaier, neuropsycholoog, universitair docent

Lara Tucha, neuropsychologe universitair hoofddocent

Stefanie M. de Vries, MSc. neuropsychologe, promovendus

Janneke Koerts, neuropsychologe, universitair hoofddocent

Dick de Waard, verkeerspsycholoog, hoogleraar

Karel Brookhuis, verkeerspsycholoog, hoogleraar

Oliver Tucha, neuropsycholoog, hoogleraar