



UNIVERSITY OF AMSTERDAM

UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Perspectives on stopping behavior : process analyses of stop-signal inhibition

van den Wildenberg, W.P.M.

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

van den Wildenberg, W. P. M. (2003). *Perspectives on stopping behavior : process analyses of stop-signal inhibition*.

General rights

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), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

UvA-DARE is a service provided by the library of the University of Amsterdam (<http://dare.uva.nl>)

1 Samenvatting

Dit proefschrift gaat over stopgedrag, ofwel over de inhibitie van motorische responsen. Het centrale thema is het stopproces, de interne cognitieve respons die wordt geïnitieerd door de presentatie van een stopsignaal en eindigt met het tegenhouden van de motorische handeling. Om dit stopgedrag experimenteel te onderzoeken wordt gebruik gemaakt van het stopsignaal paradigma (Logan, 1994; Logan & Cowan, 1984). De stoptaak bestaat uit een keuze-reactietijd (RT) taak (ook wel aangeduid met primaire taak of go-taak). Terwijl proefpersonen de primaire taak uitvoeren worden ze onverwacht geconfronteerd met een stopsignaal, bijvoorbeeld een toon. Een eenvoudig '*horse-race model*' maakt een kwantitatieve interpretatie mogelijk van stopgedrag en voorziet ons van een beschrijvende maat voor stopgedrag, de stopsignaal reactietijd (SSRT). Het onderzoek in dit proefschrift is gebaseerd op de gedachte verder te kijken dan de SSRT om meer te weten te komen over de aard van de processen die ten grondslag liggen aan inhibitoire controle. Hierbij werd uitgegaan van een aantal verschillende perspectieven binnen de experimentele psychologie.

1.1 *Interactiepatronen tussen stoppen en reactieve inhibitie*

Hoofdstuk 2 beschrijft een onderzoek waarin inhibitie in het stopproces factorieel wordt gecombineerd met reactieve inhibitie, een andere vorm van gedragsinhibitie die samenhangt met de uitvoering van de primaire taak. Het theoretisch belang van een dergelijk design werd al onderkend door Logan (1994, p. 192). Volgens hem zou het stoppen van een motorische respons makkelijker kunnen zijn als de primaire taak zelf ook aanspraak maakt op een vorm van inhibitoire controle. Aan de andere kant zou het stoppen van een dergelijke repons kunnen worden bemoeilijkt indien het stopproces en het go-proces beide een beroep doen op eenzelfde (inhibitie) proces met een beperkte capaciteit. Ook De Jong, Coles, & Logan (1995, p. 507) onderstrepen het theoretisch belang van onderzoek naar het interactiepatroon tussen tonische inhibitie van responsbereidheid en fasische inhibitoire controle (het stoppen van responsen). Het onderzoek dat wordt beschreven in Hoofdstuk 2 gaat daarom in op de vraag of een toestand van verminderde responsbereidheid de RT van het stopproces (SSRT) beïnvloedt. Deelnemers aan het experiment werd gevraagd om te reageren op letters, klinkers en medeklinkers (go-trials). Tijdens lettersequenties werd soms een X gepresenteerd die aankondigde dat er een nogo-trial op handen was. De presentatie van een X induceerde een inhibitoire reeks omdat proefpersonen geneigd zijn hun keuzereactietijd op go-trials uit te stellen als ze zijn gewaarschuwd voor een komende nogo-trial. Uit de resultaten blijkt dat responsen tijdens een dergelijke inhibitoire reeks zich moeilijker laten stoppen dan controle responsen. Dit specifieke interactiepatroon geeft aan dat een toestand van verminderde responsbereidheid eenzelfde invloed heeft op zowel het go-proces als het stopproces; beide blijken namelijk vertraagd.

Dit resultaat zou aanleiding kunnen geven tot de verklaring dat de processen van stopsignaal inhibitie en reactieve inhibitie aanspraak maken op dezelfde beperkte capaciteitset.

Hoofdstuk 2 eindigt echter met een alternatieve verklaring die veronderstelt dat de motorische responsbereidheid van proefpersonen afneemt tijdens een inhibitoire episode om zo het aantal commissiefouten op nogo-trials te beperken. Dit heeft tot gevolg dat er een grotere afstand overbrugd dient te worden tussen het niveau van de motorische responsbereidheid en de grens die overschreden dient te worden bij het uitvoeren van een motorische respons. Er werd verondersteld dat verminderde responsbereidheid gerelateerd is aan krachtigere responsen die zich moeilijker laten stoppen.

1.2 Het verband tussen stoplatentie en responskracht: een fysiologisch perspectief

Hoofdstuk 3 toetst de hypothese dat de duur van het stopproces langer is voor krachtige responsen dan voor responsen die worden uitgevoerd met minder kracht (zie Hoofdstuk 2). Proefpersonen voerden vier taken uit: een simpele-RT taak, een keuze-RT taak, en twee go/nogo-taken met respectievelijk 80% en 50% go-signaalprobabiliteit. De taken werden afgenomen in twee condities: Een conditie waarbij het imperatieve signaal kon worden gevolgd door een stopsignaal (stopsignaal paradigma) en een tweede conditie zonder stopsignalen (standaard Donders paradigma). De kracht van de respons werd gemeten met krachtmeters. Naar aanleiding van de resultaten in Hoofdstuk 2 en de studies van Mattes, Ulrich en Miller (1997) en Ulrich, Mattes en Miller (1999) werden krachtigere responsen en langere stoplatenties verwacht in de go/nogo-taken dan in de simpele en keuze RT-taken. De verkregen resultaten repliceren de studie van Hoofdstuk 2 en bevestigen de hypothese dat stoppen moeilijker is indien de responsbereidheid lager is.

1.3 Simpel versus selectief stoppen: een ontwikkelingsperspectief

Hoofdstuk 4 benadert de vraag naar de aard van het inhibitie proces vanuit een ontwikkelingspsychologisch perspectief. Uit eerder onderzoek is bekend dat het vermogen tot simpel stoppen (i.e., het afbreken van alle in gang zijnde motorische responsen) verbetert tijdens de ontwikkeling en verslechtert tijdens normale veroudering (Williams, Ponesse, Schachar, Logan, Tannock, 1999). Bedard et al. (2002) hebben deze resultaten recent uitgebreid met een onderzoek naar de ontwikkeling van selectieve inhibitoire controle. Selectief stoppen is een meer verfijnde manifestatie van inhibitoire controle dan simpel stoppen. De selectieve stopstaak die gebruikt is door Bedard en collega's betrof de perceptuele kant van het stopproces en vereiste dat proefpersonen onderscheid maakten tussen twee auditief gepresenteerde stopsignalen. Proefpersonen werd gevraagd om de geplande primaire respons te stoppen bij de presentatie van een specifieke toon (aangemerkt als het valide stopsignaal) maar niet bij de presentatie van de andere toon (i.e., 'fop-stopsignaal').

Het eerste doel van het experiment dat wordt beschreven Hoofdstuk 4 is om inzicht te krijgen in het ontwikkelingsverloop van selectieve stopsignaalverwerking, en wel aan de motorische kant en om deze ontwikkeling af te zetten tegen ontwikkelingstrends in de snelheid van responseexecutie (go-signaal RT) en de snelheid van simpel stoppen. Daartoe namen drie leeftijdsgroepen (7-jarigen, 10-jarigen en jong-volwassenen) deel aan het onderzoek waarbij de snelheid van het uitvoeren van een respons en de snelheid van inhibitie werd gemeten met een keuze RT-taak, een simpele stopstaak en een selectieve stopstaak. Het tweede doel

van het onderzoek spitst zich toe op de vraag of de snelheid van selectief stoppen wordt beïnvloed door de respons die moet worden tegengehouden. Daartoe werden in alle drie de taken de eisen met betrekking tot responsselectie op het go-signaal gemanipuleerd door middel van spatiële stimulus-respons compatibiliteit (SRC) instructies.

De resultaten van de keuze reactietijd taak tonen aan dat de 7-jarigen langzamer respondeerden en meer fouten maakten op go-signalen dan de overige twee groepen (die niet significant van elkaar verschilden). De verschillen in go-signaal RT tussen compatibele en incompatibele responsen in de keuze taak waren het grootst in de jongste leeftijdsgroep vergeleken met de twee oudere groepen.

In de simpele stopptaak bleken de 7-jarigen ook langzamer in zowel het uitvoeren als in het stoppen van een respons. Bovendien maakte deze kinderen ook meer fouten. SRC had echter geen invloed op go-signaal RT, foutenpercentages en SSRT. Jong-volwassenen waren sneller in het selectief stoppen van hun responsen dan 10-jarigen, en 10-jarigen waren op hun beurt weer sneller dan de 7-jarigen. Voor alle leeftijdsgroepen geldt dat compatibele responsen sneller selectief werden gestopt dan incompatibele responsen. Echter, de vertraging in het selectief stoppen van incompatibele responsen was het grootst bij de 7-jarigen.

Uit de resultaten van dit onderzoek komt naar voren dat de snelheid van het uitvoeren van een respons wordt beïnvloed door SRC. De effectgrootte van SRC op RT neemt af met het toenemen van leeftijd. Bovendien verdwijnen de effecten van SRC op RT indien er stopsignalen worden toegevoegd aan de taak. Een belangrijke bevinding is dat zowel het vermogen om simpel als selectief te stoppen verbetert naarmate kinderen ouder worden, maar dat deze processen zich kenmerken door een verschillend ontwikkelingsverloop waarbij de ontwikkeling van selectieve inhibitoire controle de grootste verandering laat zien. Hierbij dient te worden opgemerkt dat een toename van het aantal cognitieve controle processen dat wordt aangesproken in de selectieve stopptaak vermoedelijk heeft bijgedragen aan deze trend.

1.4 Stoppen is een respons: een informatieverwerkingsperspectief

De hoofdstukken 5 en 6 toetsen de hypothese dat er overeenkomsten zijn tussen de aard van stopprocessen en de aard van go-processen. Go-signalen vereisen perceptuele discriminatie, vertaling in een correcte respons en vervolgens het programmeren en uitvoeren van de respons. Op dezelfde manier wordt verondersteld dat ook de verwerking van stopsignalen bestaat uit perceptuele discriminatie, vertaling in een actie (i.e., inhibitie van de respons) en het programmeren en uitvoeren van de inhibitoire respons. Om inzicht te krijgen in de deelprocessen van stoppen maken we gebruik van de additieve factoren methode (AFM, Hoofdstuk 5) en de Simon-taak (Hoofdstuk 6), twee paradigma's die ons inzicht in de aard van go-signaal verwerking hebben vergroot.

Het experiment dat wordt beschreven in Hoofdstuk 5 had tot doel om verschillende stadia van het stopproces, dat begint met de presentatie van het stopsignaal en eindigt met het feitelijk stoppen van de respons, te ontleden. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de AFM. Allereerst werd een standaard AFM design toegepast, met het oog op het verkrijgen van additieve effecten van signaal discriminabiliteit (hoog versus laag) en stimulus-respons compatibiliteit (compatibel versus incompatibel), twee factoren waarvan verwacht mag worden dat ze verschillende stadia van het go-RT proces beïnvloeden. De succesvolle onafhankelijke mani-

pulatie van effecten van signaal-discriminabiliteit en SRC op respectievelijk een perceptueel en een responsgerelateerd stadium werd bevestigd door een additief interactiepatroon.

Vervolgens werd geprobeerd om dit additieve interactiepatroon te repliceren met SSRTs door de go-signalen van de standaard AFM taak te gebruiken als stopsignaal in een selectieve stopptaak. Hierbij werden proefpersonen gevraagd om onderscheid te maken tussen twee visueel gepresenteerde stopsignalen, en hun go-reactie te stoppen bij één van beide stopsignalen. In de compatibele stopconditie stopten proefpersonen hun respons alleen indien de locatie van het stopsignaal compatibel was ten opzichte van de locatie van de respons die werd aangeduid door het go-signaal (e.g., een respons met de linkerhand wordt alleen gestopt bij een stopsignaal dat ook links wordt gepresenteerd). In de andere conditie, met incompatibele stopinstructie, werd gevraagd om de respons te stoppen indien het stopsignaal werd gepresenteerd tegenovergesteld aan de locatie die werd aangeduid door het go-signaal (i.e., een respons met de linkerhand wordt alleen gestopt indien het stopsignaal rechts wordt gepresenteerd).

Uit de stopresultaten blijkt dat selectief stoppen volgens een incompatibele stopinstructie meer tijd kost dan selectief stoppen volgens een compatibele stopinstructie (e.g., Van den Wildenberg, & van der Molen, 2003a). Anders dan verwacht bleken de manipulaties van stopsignaal discriminabiliteit niet van invloed op de snelheid van stoppen: selectief stoppen volgend op een makkelijk te discrimineren stopsignaal was even snel als het selectief stoppen na een moeilijker te discrimineren stopsignaal. Op basis van het SSRT interactiepatroon werd geconcludeerd dat de niveaus van discriminabiliteit binnen het huidige onderzoek niet optimaal waren. Met name de minder goed te discrimineren stopsignalen bleken niet zo moeilijk van elkaar te onderscheiden. Deze veronderstelling werd bevestigd door een analyse van een subgroep van de proefpersonen die is geselecteerd op basis van een relatief groot effect van signaal discriminabiliteit in de standaard AFM taak. Deze subgroep liet wel het geanticiperde patroon zien van stopsignaal discriminabiliteit op SSRT; makkelijk te discrimineren stopsignalen werden eerder gestopt dan moeilijker te discrimineren stopsignalen. Binnen deze groep was de trend waarneembaar dat compatibele stopinstructies leidde tot kortere stoplatenties vergeleken met incompatibele stopinstructies. De hoofdeffecten op SSRT binnen deze subgroep bleken additief. Dit patroon toont aan dat, tenminste in een subset van proefpersonen, signaal discriminabiliteit en compatibiliteit aangrijpen op twee onafhankelijke stadia van stopsignaal verwerking. Concluderend kan worden gesteld dat het verkregen additieve interactiepatroon tussen (stop-)signaal discriminabiliteit en (stop-)SRC op SSRT wijst in de richting van het succesvol opdelen van het stopproces in twee onafhankelijke stadia van stopsignaal verwerkingsstadia.

In Hoofdstuk 6 wordt de stopptaak gecombineerd met de actieve onderdrukking van responsactivatie die samenhangt met irrelevante aspecten van stimuli in de Simon-taak. Stimuli in de Simon-taak bevatten namelijk zowel taakrelevante aspecten (zoals de kleur van het signaal op basis waarvan de proefpersoon beslist of hij/zij met de rechter- of linkerhand reageert) als taakirrelevante informatie (zoals de locatie van het signaal, links of rechts van een centraal fixatiepunt). Congruente trials zijn gedefinieerd als die trials waarbij de relevante en irrelevant aspecten van de stimulus samenvallen (de stimulus wordt rechts gepresenteerd en de kleur van de stimulus is geassocieerd met de rechterhand). Deze congruente trials worden geassocieerd met snellere responsen. Echter, op incongruente trials corresponderen de relevante en irrelevante stimulus aspecten niet met elkaar (e.g., de stimulus wordt links gepresenteerd terwijl de kleur is geassocieerd met de rechterhand). Responsen op incongruente trials zijn over het algemeen trager. De responsactivatieprocessen die een rol spelen in de Simon taak

zijn beschreven door een '*dual-process model*' (e.g., De Jong, Liang, & Lauber, 1994; Eimer, Hommel, & Prinz, 1995; Hommel, 1993; Kornblum, Hasbroucq, & Osman, 1990; Ridderinkhof, van der Molen, & Bashore, 1995; Stoffels, 1996). De responsactivatie die wordt opgeroepen door irrelevante stimulusaspecten wordt actief onderdrukt door de proefpersoon, volgens de activatie-suppressie hypothese (Ridderinkhof, 2002). Deze onderdrukking heeft tijd nodig om effectief op gang te komen en wordt verondersteld actiever te zijn indien de relevante informatie relatief laat wordt verwerkt (e.g., indien de kleur van het signaal zich moeilijker laat onderscheiden). Actievere onderdrukking van responsactivatie door irrelevante stimulusaspecten zal leiden tot een kleiner Simon-effect. De resultaten van Hoofdstuk 6 die zijn verkregen in de standaard Simon-taak zijn in overeenstemming met dit model. Keuzeresponsen op moeilijker te discrimineren stimuli (groenig versus gelig) waren langzamer dan responsen op makkelijk te discrimineren stimuli (rood versus blauw). Responsen op incongruente trials waren tevens langzamer dan op congruente trials. Bovendien bleek het Simon-effect duidelijk kleiner in de conditie met minder goed te onderscheiden stimuli. Dit bevestigt de hypothese dat de actieve onderdrukking van responsactivatie door irrelevante locatie-informatie tijd nodig heeft alvorens effectief te zijn.

De Simon-stimuli werden vervolgens ingezet als stopsignalen in een simpele stopptaak en twee selectieve stoptaken om te onderzoeken of de verwerking van relevante en irrelevante aspecten van het stopsignaal kan worden geïnterpreteerd in termen van het '*dual-process model*'. In overeenstemming met eerder onderzoek bleken selectieve stoplatenties langer dan simpele stoplatenties (Van den Wildenberg & van der Molen, 2003a). Bovendien bleek het selectieve stopproces trager te zijn bij moeilijker te onderscheiden stopsignalen dan bij makkelijk te onderscheiden stopsignalen. Tevens werd een Simon-effect op stoplatentie geobserveerd: simpel stoppen was sneller na congruente dan na incongruente stopsignalen. We vonden tevens een congruentiepatroon op selectieve SSRT met makkelijk discrimineerbare stopsignalen. Belangrijker is echter de afwezigheid van een congruentie-effect op selectieve SSRT bij moeilijk te onderscheiden stopsignalen. Hieruit mag worden geconcludeerd dat bij relatief langere stoplatenties de verwerking van het relevante aspect van het stopsignaal (i.e., kleur) niet negatief werd beïnvloed door het irrelevante aspect van het stopsignaal (i.e., locatie).

1.5 De basale ganglia en stoppen: een neurofysiologisch perspectief

Hoofdstuk heeft een neurofysiologisch perspectief en onderzoekt de aard van inhibitoire controle vis-à-vis het functioneren van de basale ganglia. Het onderzoek werd geïnspireerd door Brunia (1993) die naar voren bracht dat een directe verbinding tussen de prefrontale cortex en de nucleus reticularis (RN) een mogelijke route zou kunnen zijn waarlangs respons-inhibitie wordt gerealiseerd. Het toetsen van deze hypothese is echter niet eenvoudig vanwege de anatomische beperking van de RN binnen een experimentele setting. Enkele jaren geleden opperde Brunia een tweede mogelijke stoproute: de exciterende route van de cortex naar de STN (subthalamische kern) (Brunia, persoonlijke communicatie). Activatie via deze route blokkeert thalamo-corticale output, hetgeen gepaard gaat met een reductie van bewegingen. Het merendeel van het neurofysiologisch onderzoek naar de aard van inhibitoire controle richt zich op de rol van frontale hersengebieden. Er zijn echter weinig studies bekend naar de rol die de basale ganglia spelen bij inhibitoire motorische controle. Het huidige onderzoek werd mogelijk gemaakt door recent ontwikkelde technieken om de functie van de basale ganglia te module-

ren met behulp van hersenstimulatie (DBS; *deep brain stimulation*). Aan dit onderzoek namen twee patiëntengroepen deel, beide behandeld met DBS. De patiënten in de ene groep had een neurostimulator in de STN, en de patiënten in de andere groep waren behandeld met een neurostimulator in Vim (ventrale nucleus intermedius van de thalamus). De patiënten voerden tweemaal een stoptaak en een go/nogo-taak uit; eenmaal met de neurostimulator aan, en eenmaal met de stimulator uitgeschakeld. De resultaten van de go/nogo-taak lieten geen effect zien van neurostimulatie op de uitvoering van go-responsen en accuratesse voor beide groepen. DBS van de thalamus had geen effect op stopprestaties in de stoptaak. Echter, STN-stimulatie verbeterde zowel de snelheid van het uitvoeren als het stoppen van een respons.

2 Concluderende opmerkingen

Wat hebben we nu geleerd over de aard van het inhibitie-proces?

Allereerst draagt het huidige onderzoek een alternatieve verklaring aan bij de interpretatie van langere stoplatenties die worden geassocieerd met reactieve inhibitie controle. Bij eerder onderzoek met de Eriksen flanker-taak werd de interactie tussen stopsignaal inhibitie en reactieve inhibitie geïnterpreteerd in termen van een aanspraak op eenzelfde beperkte hoeveelheid beschikbare mentale capaciteit (Kramer, Humphrey, Larish, Logan, & Strayer, 1994; Ridderinkhof, Band, & Logan, 1999). De resultaten die zijn verkregen wijzen echter in de richting van een andere mogelijke verklaring. Metingen van responskracht tijdens verschillende stoptaken toonde aan dat het stopproces is vertraagd bij responsen die gepaard gaan met meer fysieke kracht vergeleken met minder krachtige responsen. Dus, in tegenstelling tot wat men zou verwachten zijn responsen die als het ware worden achtergehouden juist moeilijker te stoppen. Dit kwam naar voren in Hoofdstuk 2, waarbij proefpersonen werden gewaarschuwd voor een op handen zijnd nogo-signaal, en in Hoofdstuk 3, waar de kans op de presentatie van een nogo-signaal werd verhoogd.

Ten tweede is het onderzoek dat wordt beschreven in Hoofdstuk 4 een aanvulling op het werk van Dempster (1993) over de ontwikkeling van inhibitie controle. Dempsters model benadrukt actieve hiërarchische controle van een lagere-orde systeem door een hogere-orde systeem. Hierbij zouden executieve functies die worden gemedieerd door de prefrontale cortex een belangrijke rol spelen. Het model wordt gevoed door zowel ontwikkelingsonderzoek waarbij werd aangetoond dat een verminderde vatbaarheid voor interferentie een belangrijke bijdrage levert aan cognitieve ontwikkeling, als neuropsychologisch onderzoek waaruit naar voren komt dat frontale hersengebieden een belangrijke rol spelen bij de uitvoering van interferentiegevoelige taken (Casey, Giedd, & Thomas, 2000; Van der Molen, 2000). Volgens Dempster (1993) bestaat inhibitie uit een verzameling processen die verschillen op temporele (pro-actief, non-actief en retro-actief), formele (motorisch, perceptueel, en linguïstisch) en spatiële (interne en externe) dimensies. Hierbij werd verondersteld dat deze vormen van inhibitie een verschillend ontwikkelingsverloop laten zien en zo aanleiding geven tot een stapsgewijze ontwikkeling in de mate van gevoeligheid voor interferentie. De leeftijdsgerelateerde ontwikkeling van simpele stopsignaal inhibitie die wordt gerapporteerd in dit proefschrift zijn in overeenstemming met de aanname van Dempster dat met name jonge kinderen gevoelig zijn voor motorische aspecten van interferentie-controle. Bovendien kan het hier gepresenteerde ontwikkelingsonderzoek worden beschouwd als een uitbreiding van Dempsters idee

van een gedifferentieerd ontwikkelingsverloop omdat het aantoonde dat binnen de motorische dimensie simpel en selectief stoppen zich verschillend ontwikkelen in de kindertijd.

Een derde inzicht dat wordt toegevoegd wordt geleverd door de idee dat stoppen meer is dan de afwezigheid van een respons. Stoppen kan juist worden beschouwd als een respons *an sich*. Net als bij een respons op een go-signaal is (i) de stoprespons op stopsignalen trager indien proefpersonen een onderscheid moeten maken tussen de uitvoering van de inhibitoire respons of niet (selectief stoppen - Hoofdstuk 4), (ii) is het selectieve stopproces vertraagd bij moeilijker te onderscheiden stopsignalen (Hoofdstuk 5 en 6), en (iii) wordt het stopproces beïnvloed door irrelevante aspecten van het stopsignaal (Hoofdstuk 6).

Deze samenvatting kan niet worden afgesloten zonder enkele opmerkingen over het *horse-race model*. Dit proefschrift had niet tot doel de grenzen van het model te verkennen of eroverheen te gaan. De huidige resultaten illustreren de robuustheid van het model. Het race model geeft een goede beschrijving van stopdata die is verkregen met visuele stopsignalen (zie ook Van Boxtel, van der Molen, Jennings, & Brunia, 2001). Bovendien bleef het model toepasbaar indien het stopinstructie afhing van de responsinstructie (Van den Wildenberg & van der Molen, 2003a), maakte het model de relatie duidelijk tussen responskracht en stop-snelheid (Van den Wildenberg, van der Molen, & Logan, 2002) en toonde het de effecten van neurostimulatie aan op de snelheid van responderen en stoppen (Hoofdstuk 7). In het algemeen kan worden gesteld dat de data die worden gepresenteerd in dit proefschrift goed konden worden geïnterpreteerd in termen van het race model (zie Band, van der Molen, & Logan, 2003 voor uitvoerige simulaties van de stopsignaal procedure).

De zoektocht naar de aard van het inhibitie-proces duurt voort in lopend onderzoek bij Parkinson-patiënten naar de effecten van neurostimulatie op stopgedrag. Deze studies zullen worden uitgebreid met metingen van hersenactiviteit om meer inzicht te krijgen in de rol van specifieke neuroanatomische structuren in cognitieve en motorische aspecten van anticipatoir gedrag.

Afsluitend wil ik opmerken dat we momenteel bezig zijn met de data-analyse van een elektrofysiologisch onderzoek naar de inhibitoire controle van go-responsen in het Simon-paradigma. (Burle, Ridderinkhof, Ramautar, & van den Wildenberg, 2003). Dit stoponderzoek bevat zowel EEG-, EMG- en krachtmetingen. De opzet van deze studie maakt het mogelijk om een vergelijking te maken tussen twee uitingen van binnen-trial cognitieve controle; de eerste is extern en de tweede is intern van oorsprong. Allereerst is er de cognitieve (stop-) controle die volgt op de presentatie van een extern stopsignaal, en ten tweede is er de interne cognitieve controle die in verband wordt gebracht met de detectie en achtereenvolgens de actieve onderdrukking van incorrecte responsactivatie (Burle, Possamaï, Vidal, Bonnet, & Hasbroucq, 2002). Een directe vergelijking tussen fysiologische maten die zijn gerelateerd aan partiële gestopte responsen en responsen met partiële fouten kunnen een bijdrage leveren aan de ontrafeling van cognitieve processen die kunnen beletten dat incorrecte responsactivatie uitmondt in een incorrecte overte respons.

... dus vooralsnog stoppen we niet.

