



*Now is the Time for Reward! The Developmental Relationship Between  
Cognitive-Motivational Factors and Adolescent Substance Use*

T. Janssen

## Summary in Dutch

De algemene doelen van deze dissertatie waren om te onderzoeken of specifiek geselecteerde cognitieve- en omgevingsfactoren samengingen met de ontwikkeling van middelengebruik gedurende adolescentie. Adolescentie wordt vaak beschreven als een cruciale en risicovolle ontwikkelingsperiode waarin jongeren een toegenomen neiging tot risicogedrag vertonen. Het is in eerder onderzoek aangetoond dat middelengebruik samenhangt met verschillen in hersenfunctie, executief functioneren (oftewel het vermogen om gedrag te beheersen en te reguleren) en andere onderdelen van cognitie. Het is echter niet altijd duidelijk of deze verschillen voorafgaan aan middelengebruik, of ontstaan als gevolg van middelengebruik. Er zijn via recent onderzoek een aantal kernprocessen onderscheiden die in het bijzonder lijken samen te hangen met middelengebruik. Zo hebben strikte ouderregels omtrent alcoholgebruik invloed op alcoholgebruik tijdens en na adolescentie. Daarnaast zijn er risicodragende externaliserende (oorzaak zoekende buiten jezelf) en internaliserende (oorzaak zoekende binnen jezelf) persoonlijkheidstrekken die allen samenhangen met het ontstaan van middelengebruik. Ook afwijkingen in executief functioneren hangen samen met grotere hoeveelheden alcoholgebruik tijdens adolescentie. Tenslotte zijn er cognitieve afwijkingen die worden geactiveerd door bepaalde signalen uit de omgeving (denk aan geluiden en geuren die samengaan met restaurant- of barbezoek) en samengaan met een automatische gedragsverandering ten faveure van middelengebruik, die zo de kans op middelengebruik tijdens de adolescentie verhogen. Een centrale vraag in deze dissertatie is of de ontwikkeling van deze kernprocessen samengaat met de ontwikkeling van andere kernprocessen en met toename in middelengebruik. De empirische (onderzoeksresultaat-bevattende) hoofdstukken in deze dissertatie dekken deze kernprocessen af met vijf specifieke onderzoeksvragen. We gebruikten data uit een internetgebaseerd

langetermijnonderzoek met vier meetpunten gespreid over twee jaar, om op deze vragen antwoord te zoeken. Bij elk meetpunt werden verschillende cognitieve processen, persoonlijkheidstrekken en omgevingsfactoren, alsook de hoeveelheid middelengebruik (met name alcohol-, tabaks- en marijuanagebruik) gemeten.

Allereerst onderzochten we de rol van een belangrijke omgevingsfactor, namelijk alcoholspecifieke ouderregels, en de rol een belangrijke persoonsgerichte factor, namelijk persoonlijkheidstrekken, en de rol van een combinatie van de twee (denk: een persoonlijkheidstrek die zich vooral uit als er weinig ouderregels zijn), in de voorspelling van het ontstaan en verergeren van alcoholgebruik. Op basis van eerder onderzoek verwachtten wij dat er minder bewijs voor alcoholgebruik zou zijn als er strengere ouderregels zouden zijn. Daarnaast verwachtten we dat er meer bewijs voor alcoholgebruik zou zijn als deelnemers hoger scoorden op risico-geassocieerde persoonlijkheidstrekken. Op basis van de onderzoeksresultaten concludeerden wij dat hogere scores op persoonlijkheidstrekken sensatiezucht en hopeloosheid, en laag-strikte (lakse) ouderregels voorspellend waren voor meer alcoholgebruik bij latere metingen. Er was echter geen bewijs dat bij deze deelnemers de invloed van risico-geassocieerde persoonlijkheidstrekken afhing van hoe streng de ouderregels waren.

Ten tweede onderzochten we de rol van zelf aangegeven (in een vragenlijst die door de deelnemer zelf wordt ingevuld) als indirect gemeten (zoals met een computertaak die het gedrag van de deelnemer beoordeelt) onderdelen van impulsiviteit en sensatiezucht en hun samenhang met het ontstaan van middelengebruik. Op basis van eerder onderzoek verwachtten wij dat zowel zelf aangegeven als indirect gemeten onderdelen ieder op hun eigen manier voorspellen zouden zijn voor het ontstaan van middelengebruik. Wij bevonden dat, als de invloed van leeftijd en geslacht werd uitgesloten, voornamelijk zelf aangegeven

onderdelen van sensatiezucht voorspellend waren voor het ontstaan van middelengebruik gedurende de meetperiode. Indirect gemeten onderdelen leken geen grote rol te hebben.

Ten derde onderzochten we de rol van twee indirect gemeten onderdelen van executief functioneren (werkgeheugencapaciteit en responsinhibitie, oftewel het vermogen een initiële reactie niet door te zetten) en hun verband met het ontstaan van alcoholgebruik en binge-drinken. Op basis van eerder onderzoek verwachtten wij dat slechte prestaties op beide onderdelen voorspellend zouden zijn voor het ontstaan van alcoholgebruik en binge-drinken op jongere leeftijd. De resultaten van ons onderzoek lieten zien dat slechte prestaties op deze twee onderdelen inderdaad voorspellend waren voor een vroeger ontstaan van alcoholgebruik, terwijl specifiek werkgeheugencapaciteit voorspellend was voor een vroeger ontstaan van binge-drinken.

Ten vierde onderzochten wij langetermijnrelaties tussen onderdelen van impulsiviteit en indirect gemeten alcoholspecifieke cognitieve afwijkingen, en de langetermijnrelatie tussen deze cognitieve afwijkingen en later optredende verschillen in alcoholgebruik. Op basis van eerder onderzoek verwachtten wij dat bij meer blijf van impulsiviteit en meer alcoholgebruik, de kans op aanwezigheid van cognitieve afwijkingen zou toenemen. Daarnaast verwachtten we dat een grotere hoeveelheid cognitieve afwijking, op lange termijn voorspellend zou zijn voor een toename in alcoholgebruik. We bevonden dat hogere scores op een maat voor cognitieve afwijkingen in de aandacht (de zogeheten visuele-probe-taak) op lange termijn voorspellend waren voor een grotere mate van alcoholgebruik bij onze deelnemers. Echter waren er geen indicaties dat eerder alcoholgebruik of eerdere hoge scores op onderdelen van impulsiviteit, op lange termijn voorspellend waren voor een toename in cognitieve afwijkingen.

Ten vijfde onderzochten we of de ontwikkeling van indirect gemeten toenaderingsafwijkingen (oftewel de automatische neiging om alcoholbronnen te benaderen

en te consumeren) samenhang met de ontwikkeling van alcoholgebruik. Op basis van eerder onderzoek voorspelden wij dat het intercept van cognitieve afwijkingen (oftewel verschillen in het basisniveau aan cognitieve afwijkingen) zou samenhangen met zowel het intercept van alcoholgebruik, als de toename van alcoholgebruik gedurende het verloop van het onderzoek. Ook voorspelden wij dat de toename in cognitieve afwijkingen zou samenhangen met het intercept van alcoholgebruik en met de toename in alcoholgebruik. Ten slotte voorspelden wij dat deze samenhangen sterker zouden zijn (zodat verschillen in cognitieve afwijkingen en verschillen in alcoholgebruik meer met elkaar in overeenstemming zouden zijn) als die deelnemer slechte prestaties op gebied van werkgeheugencapaciteit liet zien. Wij bevonden dat het intercept van cognitieve afwijkingen samenhang met het intercept van alcoholgebruik, maar dat er geen indicaties waren voor samenhang tussen toenames in elk proces. Bovendien waren er geen indicaties dat de aard van deze samenhang afhing van werkgeheugencapaciteit.

In het algemeen concludeerden wij dat er bewijs was dat individuele verschillen in zowel indirect gemeten, als zelf aangegeven cognitieve processen voorspellend waren voor verschillen in middelengebruik. Echter was er weinig bewijs bij deze deelnemers dat het omgekeerde ook gebeurde: dat eerder alcoholgebruik voorspellend was voor veranderingen in deze cognitieve processen. Interessant genoeg was dit ook het geval bij cognitieve afwijkingen, waarvan over het algemeen wordt aangenomen dat ze het gevolg zijn van beloonde leerervaringen na het innemen van middelen. In deze dissertatie geven wij echter ook aan dat problemen met het accuraat meten van indirect gemeten processen mogelijk hier invloed gehad op kunnen hebben.

## Summary in English

General aims for the current thesis were to investigate selected cognitive-motivational factors related to the development of substance use during adolescence. Adolescence has been described as a crucial and vulnerable developmental period marked by an increased tendency to engage in risky behavior. During this period, previous studies established that substance abuse is associated with atypical patterns of brain functioning, executive functioning, and other aspects of cognition. However, it was unclear whether these differences between substance abusing and non-abusing youth originated as a consequence of substance use, or served as pre-existing vulnerabilities originating before the onset of substance use (De Wit, 2009). Recent research has identified a number of key processes found to be associated with adolescent substance use and abuse. Strict parental alcohol-specific rules have been shown to reduce alcohol use during and beyond adolescence. Risk-associated externalizing and internalizing personality traits have been shown to influence onset of substance use. Both self-report and behavioral aspects of impulsivity and sensation seeking have previously been found to predict substance use. Deficits in executive functioning (defined as a set of cognitive abilities that allow us to control, regulate, inhibit and delay behavior) have been shown to be associated with relatively high levels of adolescent substance use (review: Peeters et al., 2014). Finally, cognitive biases that are activated by conditioned environmental cues and automatically trigger behavior in favor of substance use have been identified and associated with heavy substance use, addiction, and other cognitive traits such as impulsivity (Coskunpinar & Cyders, 2013; Field et al., 2007). Central to this thesis is the development of these processes and their co-development with related traits and early substance use. Empirical chapters in this thesis covered five specific research questions. We used data from a longitudinal online survey with assessments at four time waves over two years to address

these research questions. At each wave, we assessed different cognitive processes, personality and environmental factors, and the amount of use of different substances including alcohol, tobacco and marijuana.

First, we examined the roles of an important environmental predictor, alcohol-specific parental rule-setting, and an important person-centered predictor, risk-associated personality traits, and their interaction, in the onset and escalation of alcohol use. We predicted lower odds of drinking, especially heavy drinking, as a main effect of parental rule-setting. We predicted higher odds of drinking, especially heavy drinking, as a main effect of risk-associated personality traits. We predicted that scoring high on risk-associated personality traits would be more predictive of drinking when a lack of parental rule-setting occurred. We concluded that both high scores on risk-associated personality traits and lenient parental rule-setting each individually predicted onset and escalation of alcohol use, but no evidence was found that the impact of risk personality on adolescent drinking was moderated by parental rule-setting.

Second, we examined the role of self-reported and behaviorally assessed aspects of impulsivity and sensation seeking in relation to onset of substance use. We predicted that self-reported aspects of impulsivity and sensation seeking would predict the onset of all types of substance use. We also predicted that behavioral aspects of impulsivity and sensation seeking would additionally predict unique variance in onset after accounting for self-report measures. We found that when correcting for age and gender, self-report measures of sensation seeking prospectively predicted early onset of all types of substance use, but behavioral measures of impulsivity did not.

Third, we examined the role of aspects of executive functioning (working memory capacity and response inhibition) in relation to the onset of alcohol use. We predicted that weak working memory and response inhibition would each predict the onset of both drinking

and binge drinking in a joint sample of adolescents enrolled in regular education and adolescents enrolled in special education. We found that low scores on two measures of executive functioning, namely working memory capacity and response inhibition, both predicted early onset of drinking. Furthermore, low scores on working memory capacity predicted early onset of binge drinking.

Fourth, we examined the prospective relationships between aspects of impulsivity and alcohol-specific cognitive biases, and the prospective relation between these biases and later onset and amount of alcohol use. We predicted that both self-report and behavioral impulsivity and sensation seeking would prospectively predict the presence of alcohol-specific cognitive biases. Also, we predicted that earlier substance use would additionally predict the presence of alcohol-specific cognitive biases when impulsivity was controlled for. Finally, we predicted that alcohol-specific cognitive biases would prospectively predict the amount of alcohol consumed, but not the onset of alcohol use. We found that high scores on attentional bias (assessed with a Visual Probe Task), but not differences in approach bias, predicted higher future alcohol use. However, there was no indication for the reverse relationship: that greater initial alcohol use or greater initial impulsivity, or their interaction, predicted changes in later cognitive biases.

Fifth, we examined the nature of the joint developmental relation between approach bias (the automatic tendency to approach and consume alcohol) and alcohol use. We predicted that the intercept of bias (or the basic level of bias displayed equally across time) would be associated both to the intercept of alcohol use as to the growth of alcohol use. We also predicted that growth of bias would be associated both with the intercept of alcohol use and with the growth of alcohol use. We finally predicted that these relations would be stronger in adolescents with poor working memory capacity. We found that while the intercept of an approach bias was positively associated with the intercept of alcohol use, there were no



significant associations between changes in either factor. Furthermore, there was no evidence of moderation of these associations by working memory capacity.