

Training cognitive control

Citation for published version (APA):

Dassen, F. C. M-L. (2018). *Training cognitive control: the role of executive functioning in eating behavior and weight loss*. Ridderprint BV. <https://doi.org/10.26481/dis.20180711fd>

Document status and date:

Published: 01/01/2018

DOI:

[10.26481/dis.20180711fd](https://doi.org/10.26481/dis.20180711fd)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

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.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

SUMMARY

The current dissertation addressed the role of executive function (EF) and time orientation in eating behavior, obesity and weight loss. Prevalence of obesity is high nowadays and current lifestyle weight loss treatments, which focus on modifying eating and physical activity habits to achieve a negative energy balance, lack long term effectiveness. It seems that intentions to lose weight do not always lead to an actual change in behavior. Dual process theories such as the Reflective-Impulsive model and the Competing Neurobiological Decision Systems theory state that our behavioral decisions rely on the interplay of two cognitive systems: the top-down reflective system, which promotes controlled, goal-oriented behavior, and the bottom-up impulsive system, which is responsible for automatic, associative behavior. Effective self-regulation is necessary to halt automatic impulses in favor of top-down goal-oriented behavior, and effective self-regulation might help to make healthy food choices in the current obesogenic environment.

Chapter 1 introduces EF as important factor in weight management and eating behavior. EF has been identified as one of the boundary conditions underlying the strength and dominance of the reflective system. There are three main facets of EF generally distinguished in the literature: inhibition, working memory and shifting. Another important EF-related construct related to cognitive control is time orientation. Conceptualizations of time orientation of interest in the current dissertation were Consideration of Future Consequences (CFC), which is the tendency of individuals to focus in general on immediate or future consequences of their current behavior, and delay discounting, which is the extent to which the value of a reinforcer decreases as a function of time. The goal of this dissertation was to investigate the role and trainability of EF and time orientation in eating behavior and weight loss. Our first aim was to establish the association of EF and time orientation with eating behavior and weight loss. EF and time orientation seem amendable to training, though research in the domain of eating behavior and EF training is scarce. Therefore, the second aim of this dissertation was to study the trainability of EF in experimental designs.

Chapter 2 describes a study in which individuals with obesity and healthy weight controls were compared on the three main facets of EF and delay discounting. Additionally, we examined whether EF and delay discounting predicted weight change for the individuals with obesity after six months participation in a multidisciplinary weight loss program. Results revealed that the individuals with obesity displayed weaker behavioral inhibition on the general and food-specific Stop-Signal Task (SST), relative to the healthy weight controls. They also reported weaker working memory, inhibition and shifting skills in daily life, though note that the results for shifting were only marginally significant. Moreover, results revealed that EF was indeed predictive of

weight loss: Better performance on a behavioral working memory task and better self-reported inhibition skills in daily life were associated with more weight loss. Shifting as measured with the Trail Making Test (TMT) and delay discounting were neither related to BMI nor weight loss.

Chapter 3 describes a study examining general and food-specific measures of time orientation in an online questionnaire provided to a community sample. Results showed that a food-specific measurement of time orientation (CFC-food) was associated with self-reported eating behavior, with more focus on immediate consequences and less focus on future outcomes being related to less healthier eating behavior. The general CFC scale and delay discounting for money were not related to eating behavior. The adapted delay discounting measure with snack food was also not related to eating behavior. We discuss that this adapted task does not seem to capture the right dilemma for an individual trying to lose weight (e.g., the choice between a small amount of food versus even more food later, instead of a small amount of food versus future weight loss). Based on these results, it was concluded that CFC should be tailored to the behavior at interest (e.g. food and health), and that manipulating time orientation could be an interesting target for intervention.

Therefore, in **chapter 4**, we examined whether a manipulation of time orientation would influence food intake, by shifting concern with immediate gratification to a more future-oriented outlook. Specifically, we tested a manipulation of episodic future thinking in a female student sample, and explored whether the effects of episodic future thinking on food intake could be enhanced by making the content of imagery food-related. Results showed that delay discounting could indeed be reduced by episodic future thinking, and that this effect was not determined by content: both general and food-related episodic future thinking reduced delay discounting relative to control. Only food-related episodic future thinking reduced food intake relative to food-specific control, in line with our hypothesis. However, as no association was observed between discount rate for money and food intake, it appears that this was not the mechanism underlying the effect of episodic future thinking on eating behavior. Current results suggest that food-specific episodic future thinking could be a promising technique to resist immediate gratification of palatable, high-caloric food.

In **chapter 5**, two studies are presented in which it was explored whether a cognitive flexibility manipulation would result in better shifting skills and heightened cognitive control over eating behavior. The manipulation consisted of paper-and-pencil exercises, inspired by exercises included in Cognitive Remediation Therapy (CRT). Results of study 1 showed that the experimental group outperformed the control group on the Wisconsin Card Sorting Test (WCST) and TMT following the manipulation; though note that results were only marginally significant. On eating behavior, no differences between

conditions were discovered. In Study 2, two sessions were offered to undergraduate females who were pre-screened to have a goal to restrict food intake. The experimental group completed more categories on the WCST, though no differences on perseverative errors on the WCST or switch costs on the TMT were found. Also, no differences in food intake or the intention-behavior gap for snacking, fruit and vegetable intake were discovered. Thus, our manipulation did not influence food intake, and effects on shifting were neither very consistent nor strong. Results seem in line with the current debate in the literature stressing that only a near transfer can be achieved to tasks very similar to the trained tasks, though no transfer to more complex tasks or daily life.

In **chapter 6**, a gamified version of working memory training was offered to overweight and obese individuals with a desire to lose weight. It was investigated whether working memory training in combination with an online lifestyle intervention would lead to improved self-regulation and increased weight loss compared to a lifestyle intervention combined with sham training. Results showed that working memory could be improved via training (trained tasks), though working memory gains were short-lived, as the experimental group was equal in level to control again on the six month follow-up. The current study did not find evidence for transfer to a non-trained working memory measure (2-back working memory task), and there was also no evidence for transfer effects to daily life, as both the experimental and control group showed improvements on the secondary outcome measures (self-reported EF, self-control, eating style, eating psychopathology and healthy eating). On average, participants lost a small amount of weight, though the working memory training did not result in additional weight loss compared to lifestyle intervention with sham training. Importantly, participants in the experimental condition consumed significantly less food than participants in the control condition during a bogus taste test immediately following the working memory training. Thus, results provide some evidence that working memory training can improve working memory performance and eating behavior at the short term, though the long-term effectiveness of the current training could not be demonstrated. Further research could focus on how working memory training can be made more effective as an intervention to promote long term weight loss.

In **chapter 7**, the main findings are summarized and discussed per subpart of this dissertation, and methodological considerations and suggestions for future research are provided. The chapter ends with a conclusion regarding the main findings of this dissertation. In short, regarding the cognitive profile of obesity, we found that individuals with obesity displayed weaker inhibition skills (general and food-specific) and reported weaker EF in daily life relative to healthy weight controls. Better behavioral working memory was the strongest predictor of weight loss of individuals with obesity after six months participation in a multidisciplinary weight loss program. Unhealthy eating was

associated with being less future-oriented and being more present-minded regarding food choices. Working memory and food-specific time orientation therefore seem interesting targets to influence eating behavior and weight loss. In the second part of this dissertation, we found that in order to reduce overeating, episodic future thinking should be behavior-specific. Working memory training improved eating behavior at the short term. As a next step, future research could focus on whether and how episodic future thinking and working memory training can be transformed into interventions with long-lasting effects. The role of shifting in eating behavior and obesity could not be unequivocally demonstrated. Thus, future research should continue to study effects of working memory training and episodic future thinking on eating behavior and weight loss. Previous research shows that food intake can successfully be influenced via food-specific inhibition training, and it seems that this food-specificity makes inhibition training effective. This food-specificity also seems to apply to episodic future thinking. The development of food-specific or diet-related EF training provides fruitful directions for future research.

SAMENVATTING

De prevalentie van obesitas is tegenwoordig alarmerend hoog. Huidige behandelingen voor gewichtsverlies, die zich met name richten op het veranderen van eetgewoonten en het verhogen van fysieke activiteit om zo een negatieve energiebalans te bereiken, blijken niet effectief op de lange termijn. Het lijkt erop dat goede voornemens om af te vallen niet altijd leiden tot een daadwerkelijke verandering in gedrag. Dual-proceestheorieën stellen dat onze beslissingen afhankelijk zijn van het samenspel van twee cognitieve systemen: het top-down reflectieve systeem, dat verantwoordelijk is voor gecontroleerd, doelgericht gedrag en het bottom-up impulsieve systeem, dat verantwoordelijk is voor automatisch, associatief gedrag. In de huidige obesogene omgeving kan effectieve cognitieve controle mogelijk helpen om gezonde voedingskeuzes te maken en zo overeten te voorkomen.

Hoofdstuk 1 introduceert executief functioneren (EF) als belangrijke factor in gewichtsbeheersing en eetgedrag. EF ligt ten grondslag aan de sterkte en dominantie van het reflectieve systeem, en met sterkere EF kunnen we beter onze impulsen bedwingen. In de literatuur wordt over het algemeen over drie hoofdaspecten van EF gesproken: inhibitie, werkgeheugen en switchen (ook wel cognitieve flexibiliteit genoemd). Daarnaast lijkt de factor tijdoriëntatie belangrijk voor cognitieve controle. In het huidige proefschrift hebben we naar de volgende conceptualisaties van tijdoriëntatie gekeken: de overweging van toekomstige gevolgen (CFC), wat de neiging is van iemand om zich meer op onmiddellijke of toekomstige gevolgen van zijn of haar gedrag te richten, en delay discounting, wat de mate is waarin de waarde van een bekrachtiger afneemt naarmate deze later in de tijd verkregen wordt. Iemand die vaker voor een kleinere, snellere beloning kiest in plaats van een grotere, maar later te ontvangen beloning wordt als meer impulsief gezien. Het eerste deel van dit proefschrift richt zich op de rol van EF en tijdoriëntatie bij eetgedrag, obesitas en gewichtsverlies. EF en tijdoriëntatie lijken verbeterbaar door training, hoewel onderzoek op het gebied van eetgedrag en EF training nog schaars is. Daarom richt het tweede deel van dit proefschrift zich op de manipulatie en trainbaarheid van EF in experimentele designs.

Hoofdstuk 2 beschrijft een onderzoek waarin ten eerste personen met obesitas en gezonde gewichtscontroles werden vergeleken op de drie hoofdfacetten van EF en delay discounting. De personen met obesitas namen vervolgens zes maanden deel aan een multidisciplinair programma gericht op gewichtsverlies. Ten tweede onderzochten we of we gewichtsverandering voor de personen met obesitas konden voorspellen aan de hand van EF en delay discounting. De resultaten toonden aan dat de personen met obesitas een zwakkere inhibitie vertoonden, zowel in het algemeen als specifiek gericht op snackvoedsel, ten opzichte van de gezonde gewichtscontroles. De personen met obesitas rapporteerden ook zwakkere inhibitie, een zwakker werkgeheugen en slechter

switchen in het dagelijks leven, hoewel de resultaten voor switchen slechts marginaal significant waren. Bovendien toonden de resultaten aan dat EF inderdaad voorspellend was voor gewichtsverlies: betere prestaties op een werkgeheugentaak en betere zelfgerapporteerde inhibitievaardigheden in het dagelijks leven gingen gepaard met een groter gewichtsverlies.

Hoofdstuk 3 beschrijft een onderzoek waarin we algemene en eetspecifieke meetinstrumenten van tijdoriëntatie onderzochten via een online vragenlijst. We verwachtten dat de eetspecifieke vragenlijsten betere voorspellers zouden zijn van eetgedrag dan de algemene vragenlijsten. De resultaten lieten zien dat een eetspecifieke versie van de vragenlijst naar tijdoriëntatie (CFC-eet) inderdaad samenhang met eetgedrag, waarbij het meer bezig zijn met directe gevolgen en minder focus op toekomstige gevolgen samenhang met een ongezonder eetpatroon. De algemene meetinstrumenten vertoonden geen associatie met eetgedrag. Op basis van deze resultaten concludeerden we dat het manipuleren van tijdoriëntatie een interessant doelwit zou kunnen zijn voor interventie.

Vervolgens hebben we in **hoofdstuk 4** een manipulatie van tijdoriëntatie onderzocht. We onderzochten of episodisch toekomstdenken de focus op onmiddellijke beloning kon verschuiven naar een meer toekomstgerichte blik. Daarnaast keken we of we eetgedrag konden beïnvloeden door de inhoud van deze toekomstbeelden eetgerelateerd te maken. De resultaten toonden aan dat delay discounting, het impulsief kiezen voor een kleinere, directe beloning in plaats van een grotere, uitgestelde beloning, inderdaad kon worden verminderd door episodisch toekomstdenken. Dit effect werd niet bepaald door de inhoud van de beelden: zowel algemeen als eetgerelateerd episodische toekomstdenken verminderde dit impulsieve keuzegedrag ten opzichte van de controlegroep. Echter enkel eetspecifiek episodisch toekomstdenken verminderde de snackinname in vergelijking tot de controlegroep, in lijn met onze hypothese. Resultaten tonen dus aan dat eetspecifiek episodisch toekomstdenken een veelbelovende techniek zou kunnen zijn om niet telkens te vallen voor de verleiding van de onmiddellijke beloning die smakelijk, hoog calorisch voedsel biedt.

In **hoofdstuk 5** worden twee studies gepresenteerd waarin we onderzochten of een cognitieve flexibiliteitsmanipulatie zou leiden tot betere switchvaardigheden en verhoogde cognitieve controle over eetgedrag. De manipulatie bestond uit een aantal cognitieve flexibiliteitsoefeningen op papier. Resultaten van Studie 1 toonden aan dat de experimentele groep na afloop beter presteerde dan de controlegroep op twee bekende taken om switching oftewel cognitieve flexibiliteit te meten, hoewel resultaten slechts marginaal significant waren. Op eetgedrag werden geen verschillen tussen de condities ontdekt. In Studie 2 werden twee sessies aangeboden aan vrouwelijke studenten die probeerden om hun dagelijkse calorie-inname te beperken om zo af te

vallen of op gewicht te blijven. De experimentele groep presteerde na afloop wederom beter op een van de switchtaken, maar op de tweede taak werden geen verschillen gevonden, en resultaten op de eerste taak waren niet erg sterk. Ook waren er wederom geen verschillen tussen de condities in eetgedrag. Onze trainingseffecten waren dus niet erg consistent of sterk, wat in overeenstemming lijkt met het huidige debat in de literatuur wat benadrukt dat enkel op taken die sterk lijken op de getrainde taken een verbetering kan worden bereikt door training, terwijl er geen verbetering op complexere cognitieve taken of in het dagelijks leven bereikt lijkt te worden.

In **hoofdstuk 6** werd een game-variant van een werkgeheugentraining aangeboden aan mensen met overgewicht die de wens hadden om af te vallen. Er werd onderzocht of training van het werkgeheugen in combinatie met een online leefstijlinterventie tot verbeterde zelfcontrole en meer gewichtsverlies zou leiden in vergelijking tot een controlegroep, die een simpelere controletraining gecombineerd met een leefstijlinterventie ontving. De resultaten lieten zien dat het werkgeheugen verbeterd was na afloop van de training, hoewel deze verbeteringen in werkgeheugen van korte duur waren, aangezien de experimentele groep weer op hetzelfde niveau als de controlegroep zat tijdens de zes maanden follow-up meting. Het huidige onderzoek vond geen bewijs voor een overdracht van trainingseffecten naar een complexere niet-getrainde werkgeheugentaak, en er werd ook geen bewijs gevonden voor verbeteringen in het dagelijks leven. Gemiddeld verloren alle deelnemers een klein beetje gewicht, hoewel de werkgeheugentraining niet resulteerde in extra gewichtsverlies ten opzichte van de leefstijlinterventie gecombineerd met controletraining. Deelnemers in de experimentele conditie consumeerden echter significant minder snacks dan de controlegroep tijdens een zogenaamde smaaktest direct na de training. Deze bevindingen leveren dus enig bewijs dat een werkgeheugentraining werkgeheugenprestaties en eetgedrag op korte termijn kan verbeteren, hoewel de langetermijneffectiviteit van de huidige training niet kon worden aangetoond.

In **hoofdstuk 7** worden de belangrijkste bevindingen per subdeel van dit proefschrift samengevat en besproken, we bespreken methodologische overwegingen en geven suggesties voor toekomstig onderzoek. Het hoofdstuk eindigt met een conclusie met betrekking tot de belangrijkste bevindingen van dit proefschrift. Met betrekking tot het cognitieve profiel van obesitas hebben we aangetoond dat personen met obesitas zwakkere inhibitie-vaardigheden vertonen (zowel algemeen als eetspecifiek) en ze rapporteerden zwakkere EF in het dagelijks leven ten opzichte van gezonde gewichtscontroles. Een beter werkgeheugen was de beste voorspeller van gewichtsverlies voor personen met obesitas na zes maanden deelname aan een multidisciplinair programma. Ongezond eetgedrag hing samen met minder toekomstgericht zijn en meer bezig zijn met directe gevolgen als het ging om

voedselkeuzes en gezondheid. In het tweede deel van dit proefschrift constateerden we dat episodisch toekomstdenken gedragsspecifiek moet zijn om overeten te verminderen. Een werkgeheugentraining leidde tot een verbetering in eetgedrag op de korte termijn. De rol van switching in eetgedrag en obesitas kon niet eenduidig worden aangetoond. Toekomstig onderzoek zou zich kunnen concentreren op de vraag hoe episodisch toekomstdenken en werkgeheugentraining kunnen worden omgezet naar interventies met langdurige effecten. Uit eerder onderzoek blijkt namelijk dat eetgedrag met succes kan worden beïnvloed door inhibitietraining, en het lijkt erop dat het met name werkt als proefpersonen een training met eetstimuli in plaats van algemene stimuli volgen. Wij vonden in overeenstemming hiermee dat episodisch toekomstdenken zich ook specifiek op eetgedrag moet richten om snackinname te beïnvloeden. Dus, EF training specifiek gericht op eetgedrag en diëten lijkt een veelbelovende richting voor toekomstig onderzoek.