**Het effect van cafeïne op de ruststofwisseling**

18-01-2016

*Het effect van cafeïne op de ruststofwisseling gemeten met twee verschillende koffiesoorten en het effect over tijd Kim Grootveld (12019399) & Lenny Gribnau (12028479)*

**Het effect van cafeïne op de ruststofwisseling**

18-01-2016

*Het effect van cafeïne op de ruststofwisseling gemeten met twee verschillende koffiesoorten en het effect over tijd Kim Grootveld (12019399) & Lenny Gribnau (12028479)*

De Haagse Hogeschool

Opleiding Voeding en Diëtetiek

Johanna Westerdijkplein 75

Den Haag

Tel. 070 4458300

Datum: 18-01-2016

Begeleidende docent: Elise de Jongh

Eerste beoordelaar: Stefanie Salmon

Opdrachtgever: Maartje de Groot (Nutritional Assessment Facility)

Auteur: Kim Grootveld

Studentnummer: 12019399

Emailadres: kimgrootveld@hotmail.com

Auteur: Lenny Gribnau

Studentnummer: 12028479

Emailadres: [lennygribnau@hotmail.com](mailto:lennygribnau@hotmail.com)

# Voorwoord

Wij, Lenny Gribnau en Kim Grootveld hebben samen 20 weken lang gewerkt aan onze afstudeerscriptie voor de opleiding voeding en diëtetiek. Beiden hebben we door de jaren heen een interesse ontwikkelt over het rustmetabolisme. Door deze gedeelde interesse en de goede ervaringen die we hebben met betrekking tot samenwerking, is besloten samen deze scriptie te gaan schrijven en zijn we bij dit afstudeeronderwerp terecht gekomen. Met het schrijven van deze scriptie willen wij laten zien wat wij de afgelopen jaren geleerd hebben en hoe we ons hebben ontwikkeld. Zowel op gebied van kennis als op gebied van vaardigheden die nodig zijn om een afstudeerscriptie te schrijven en een start te maken als professional.

Beide kijken wij met veel plezier terug op een leerzame periode. In deze periode hebben wij ons verder kunnen ontwikkelen, onze vaardigheden kunnen uitbreiden en onze kennis kunnen vergroten. Wij zijn dan ook blij dat we dit onderzoek hebben mogen schrijven. Door gebruik te maken van ieder zijn kwaliteiten hebben we deze scriptie tot een goed einde kunnen brengen. Beide zijn we elkaar dan ook dankbaar voor de steun die we van elkaar hebben gehad. Daarnaast willen we ook een aantal andere personen bedanken die onmisbaar zijn geweest bij het tot stand brengen van onze scriptie. Als eerst willen we graag Dorien Voskuil bedanken. Dorien bedankt dat je ons dit onderzoek hebt toevertrouwt en dat je veel met ons hebt meegedacht. Ook willen we graag Maartje de Groot, onze opdrachtgever bedanken. Maartje je bent onze steun en toeverlaat geweest tijdens deze periode. Je hebt ons altijd bijgestaan, vele uren geholpen, begeleidt en je bent altijd vertrouwen in ons blijven houden en daar zijn we je erg dankbaar voor. Natuurlijk willen we ook Elise de Jongh bedanken voor de goede begeleiding, handige adviezen en kritische blik. Dankzij jouw hulp heeft onze scriptie vele verbeteringen ondergaan. Dankbaar zijn we ook voor de feedback die we hebben mogen ontvangen van onze afstudeergroep. Ten slotte willen we alle deelnemers bedanken die hebben meegedaan aan ons onderzoek. Zonder jullie was het hele onderzoek niet mogelijk geweest.

Tot slot willen we iedereen veel plezier wensen met het lezen van onze scriptie.

Lenny Gribnau & Kim Grootveld  
5 januari 2015  
Den Haag  
  
Handtekening Lenny Gribnau Handtekening Kim Grootveld

# Samenvatting

In de diëtistische praktijk kan de energiebehoefte makkelijk worden bepaald door het rustmetabolisme (RMR) te meten door middel van indirecte calorimetrie. Voor betrouwbare resultaten moet de cliënt nuchter zijn en geen gebruik gemaakt hebben van opwekkende middelen, zoals cafeïne vanuit koffie, wat de RMR kan beïnvloeden. Experts ervaren dat het volgen van het strikte protocol lastig kan zijn voor cliënten, omdat het consumeren van koffie een mogelijk deel kan uitmaken van de dagelijkse gewoonten. Deze studie was gericht op het effect van cafeïne uit twee verschillende soorten koffie (koffie bereid door een French Press en oploskoffie) op de RMR. Daarnaast lag de focus ook op het onderzoeken van het effect van cafeïne uit beide soorten koffie na verloop van tijd op de RMR bij gezonde proefpersonen. Het onderzoek is uitgevoerd om te kunnen beoordelen of de gemeten RMR na de consumptie van koffie nog steeds bruikbaar is in de diëtistische praktijk.

De RMR werd gemeten door middel van indirecte calorimetrie (FITMATE®) onder 15 gezonde deelnemers (22±3,8 jaar; 80% vrouwelijk) op twee verschillende testdagen in nuchtere staat (T0), 0,5 (T1), 1,5 (T2), 2,5 (T3) en 3,5 (T4) uur na koffieconsumptie. Op elke testdag werd één van de koffiesamples willekeurig enkelblind verstrekt aan de deelnemer: Arabica bonen bereid door een French Press (S1) of oploskoffie (S2). De verschillen in het effect van beide koffiesamples op de RMR over tijd werden getest door gebruik van meervoudige ANOVA-metingen.

Een pairwise comparison is gebruikt om het verschil tussen beide samples van T0 in vergelijking tot T1 t/m T4 aan te geven. Het verschil tussen RMR na inname van beide samples was significant (p=<0,05) in vergelijking met de eerste meting (T0). De meervoudige measure-ANOVA test Spherecity Assumed bekeken over tijd had een p-waarde van <0,001. Dit geeft aan dat het effect van caffeine op de RMR van beide samples significant was. De repeated measure-ANOVA test Spherecity Assumed bekeken over tijd en het verschil tussen samples is niet significant (p=0,250). Dit geeft aan dat er geen significant verschil is tussen het effect van beide samples op de RMR.

Het onderzoek geeft aan dat het effect van cafeïne vanuit filterkoffie bereid met een French Press (S1) en instantkoffie (S2) op de RMR significant is. De koffie, ongeacht welke soort, zorgde voor een verschil in RMR bij elke deelnemer. Het effect van cafeïne vanuit een kopje koffie over tijd was ook significant. Het verschil tussen beide typen koffie is niet significant, ondanks het verschil in cafeïnegehalte tussen beide koffies. Dit betekend dat de resultaten van een RMR-meting met FITMATE® na de consumptie van een kopje koffie niet kan worden gezien als betrouwbaar.

Dit onderzoek geeft aan dat cafeïne vanuit koffie de RMR beïnvloed. Aangezien het effect bij elke deelnemer verschillend was, is het niet mogelijk om na het consumeren van een kopje koffie een correctie toe te passen op de uitkomst van de meting. De aanbeveling voor de praktijk is om de meting niet meer uit te voeren mocht een cliënt zich niet aan het volledige protocol hebben gehouden.

# Abstract

In public dietetic practices, energy requirements of clients can be easily determined by measuring the resting metabolic rate (RMR) using portable indirect calorimetry. For reliable measurement results, clients need to be sober and can not have used any stimulants, such as caffeine from coffee, as this may influence the RMR. Experts experienced that strict compliance to these conditions can be hard for clients, as morning coffee consumption may be part of their daily routine. Therefore, in the present study, it was aimed to investigate the effect of caffeine out of two different types of coffee (Arabica coffee beans prepared by French Press and Instant Coffee) on the RMR and the effect caffeine from both types of coffee on the RMR over time as well in healthy subjects in order to evaluate whether the measured RMR after coffee consumption is still usable in dietetic practice.

RMR was measured by a portable indirect calorimeter (FITMATE®) among 15 healthy subjects (22±3,8 years; 80% female) on two separate test days in sober state (T0), and 0.5 (T1), 1.5 (T2), 2.5 (T3), and 3.5 (T4) hours after coffee consumption. On each test day, one of the coffee samples was randomly single-blind provided to the participant: fine grid Arabica coffee beans prepared by French Press (S1), or Instant Coffee (S2). Differences in the effect of both coffee samples on RMR over time were tested using repeated measures ANOVA.

A pairwise comparison is used to show the difference between both samples at T0 in comparison to T1 till T4. The difference between RMR after intake of both samples was significant (p=<0,05) in comparison to the first measurement (T0). The repeated measure-ANOVA test Spherecity Assumed viewed over time had a p-value of <0,001. This indicates that the effect of caffeine on the RMR of both samples was significant. The repeated measure-ANOVA test Spherecity Assumed viewed over time and the difference between samples is not significant (p=0,250). This indicates that there is no significant difference between the effect of both samples on the RMR.

The research indicates that the effect of caffeine out of filter coffee prepared by a French Press (S1) and instant coffee (S2) on the resting metabolic rate is significant. The coffee, despite the type, ensured a difference in resting metabolic rate in every participant. The effect of caffeine out of a cup of coffee over time was significant as well. The difference between both types of coffee is not significant, in spite of the caffeine content between both types. This means that the consumption of coffee before a RMR-measurement with FITMATE® can be certified as not reliable.

This research has shown that caffeine from coffee does affect the RMR. As the effect on each participant was different after the consumption of a cup of coffee, it is not possible to apply a correction to the result of the measurement. The recommendation to the public dietetic practice is to cancel the measurement if a client did not adhered to the full protocol, which includes no consumption of any type of coffee.

Inhoudsopgave

Voorwoord 2

Samenvatting 3

Abstract 4

1. Inleiding 6

1.1 Aanleiding 6

1.2 Doelstelling 7

1.3 Onderzoeksvragen 8

2. Methode Literatuuronderzoek 8

3. Resultaten Literatuuronderzoek/Theoretisch Kader 9

3.1 Welke factoren kunnen een RMR-meting beïnvloeden? 9

3.2 Wat is het metabole effect van cafeïne bij mensen? 10

3.3 Welke factoren, zoals de bereiding en het soort koffie, hebben invloed op de hoeveelheid cafeïne in een kopje koffie? 12

4. Methode Praktijkonderzoek 13

4.1 Populatie 13

4.2 Protocol 14

4.3 Koffie sample 14

4.4 Uitvoering 15

4.5 Meetinstrumenten 15

4.6 Data-analyse 15

5. Resultaten Praktijkonderzoek 17

6. Conclusie, discussie en aanbevelingen 18

6.1 Conclusie 18

6.2 Discussie 19

6.3 Aanbevelingen voor de praktijk 20

6.4 Aanbevelingen voor vervolgonderzoeken 20

6.5 Aanbevelingen voor de NAF 20

Bibliografie 21

Bijlage I The effect of Caffeine from two different types of coffee on the RMR and the effect of caffeine from both types of coffee on the RMR over time.

Bijlage II Level of Evidence gebruikte literatuur

Bijlage III Wervingsbericht

Bijlage IV Poster/Flyer

Bijlage V Bereiding Koffiesamples

Bijlage VI Vragenlijst Deelnemer

Bijlage VII Checklist Deelnemer

# 1. Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Het menselijk lichaam gebruikt energie voor onder andere het tot stand brengen van metabole functies. De energie die gebruikt wordt voor deze metabole functies, wordt verkregen uit de verbranding van vet, koolhydraten en eiwitten (Tufts University Nutrition Collaboration Center for Drug Abuse and AIDS Research, 2003). Het totale energieverbruik van het lichaam staat gelijk aan de totale energiebehoefte. Het energieverbruik en dus de energiebehoefte is per persoon verschillend.

Voor een diëtist is de energiebehoefte noodzakelijke informatie. Op de hoogte zijn van de energiebehoefte van een cliënt is van belang voor het ontwikkelen van een aansluitende behandeling (Frankenfield, Roth-Yousey, & Compher, 2005). Op basis van de energiebehoefte kan een voedingsschema worden opgesteld die in de energiebehoefte voorziet. De energiebehoefte kan bepaald worden door deze te meten. De ruststofwisseling, ook wel RMR, Resting Metabolic Rate genoemd, geeft de energiebehoefte weer van een persoon in rust. De energie die nodig is voor het uitvoeren van activiteiten is bij het RMR niet inbegrepen.

Het meten of bepalen van de RMR kan door middel van formules op basis van gewicht, lengte en geslacht (Harris en Benedict). Daarnaast kan de RMR ook bepaald worden door middel van indirecte- en directe calorimetrie. Tijdens directe calorimetrie wordt de warmte die vrij komt van het lichaam gemeten met behulp van speciale toestellen. Tijdens een indirecte calorimetrie meting wordt de hoeveelheid opgenomen zuurstof en vaak ook de koolstofdioxideproductie gemeten (Ferrannini, 1988; Nieman, et al., 2006). Indirecte calorimetrie is de gouden standaard voor het meten van de RMR (Haugen, Chan, & Li, 2007). De FITMATE® kan worden gebruikt voor indirecte calorimetrie en is een wetenschappelijk gevalideerd meetapparaat die voor verschillende doeleinden gebruikt kan worden. Voorbeelden van deze doeleinden zijn het meten van de RMR, het meten van de conditie door een maximale inspanningstest en het meten van de longfunctie door een spirometrie (COSMED).

Om een betrouwbare RMR-meting te verkrijgen wordt er voorafgaand aan de meting met de FITMATE® een protocol opgevolgd door de cliënt. Door het volgen van een protocol zullen factoren die van invloed kunnen zijn op de uitslag van de meting minimaal worden gehouden. Uit ervaring van deskundigen blijkt dat het voor de cliënt bezwarend kan zijn een protocol op een nauwkeurige manier uit te voeren (Choukoud & el Maknouzi, 2013). Het onnauwkeurig opvolgen van een protocol kan de uitkomst van de meting beïnvloeden. In het protocol wordt onder andere geadviseerd nuchter te zijn tijdens de meting en voorafgaand aan de meting geen gebruik te maken van stimulerende middelen (Davies, et al., 2014). Stimulerende middelen kunnen de RMR verhogen wat als gevolg een onbetrouwbare metingsuitslag kan hebben. Cafeïne is een voorbeeld van een stimulerend middel en wordt in deze klasse ingedeeld omdat cafeïne het centrale zenuwstelsel stimuleert (Nehlig, Daval, & Debry, 1992). Cafeïne komt voor in bijvoorbeeld koffie, energiedrankjes, thee en chocolade. Cafeïne uit koffie staat bekend als het meest gebruikte stimulerende middel onder de bevolking (Donovan & DeVane, 2001). Vooral koffie gezet met een French Press en oploskoffie zijn populair onder de Nederlandse bevolking. (Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Koffie en Thee). De populariteit van deze twee soorten is de reden om tijdens dit onderzoek gebruik te maken van deze koffiesoorten.

Uit onderzoek is gebleken dat het consumeren van 200 mg cafeïne, toegevoegd aan koffie, het metabolisme kan verhogen met gemiddeld 7% (SD4%) (Koot & Deurenberg, 1995). Een kopje koffie, gezet met een French Press, bevat ongeveer 80 mg cafeïne per kopje (150 ml) (Bunker & McWilliams, 1979) en een kopje oploskoffie bevat ongeveer 40 mg cafeïne per kopje (150 ml) (Caffeine Informer). Het consumeren van een kopje koffie voorafgaand aan een RMR-meting zou mogelijk de resultaten van de meting kunnen beïnvloeden. De verwachting was dat het kopje koffie met 80 mg een ander effect heeft op de RMR dan het kopje koffie met 40 mg. Vernieuwend aan dit onderzoek was dat naar het effect van een kopje koffie met 40 en 80 mg cafeïne op de RMR nog niet eerder gekeken is. Daarnaast was er ook nog geen onderzoek verricht naar het effect van een kopje koffie gezet met een French Press en oploskoffie op de RMR. Ten slotte was er nog niet eerder onderzoek gedaan naar het verband tussen tijd en het effect van cafeïne vanuit koffie op de RMR.

Studenten van de Haagse hogeschool hebben al meerdere (afstudeer)onderzoeken uitgevoerd rondom het gebruik van de FITMATE® in de diëtistische praktijk. Concluderend uit deze onderzoeken was dat metingen gedaan met de FITMATE® onder wisselende omstandigheden (veel bewegen/weinig bewegen, nuchter/niet nuchter etc.) nog steeds als betrouwbaar beschouwd kunnen worden (Barzgar & Molenaar). Onderzoek doen naar het effect van cafeïne op de RMR-meting was een goede aansluiting op de eerdere (afstudeer)onderzoeken. Op basis van al deze onderzoeken kon er mogelijk een nieuw protocol worden opgesteld.

De inzichten die dit onderzoek bracht zijn van belang voor diëtisten en de Nutritional Assessment Facility (NAF) van de Haagse Hogeschool. De NAF is een onderdeel van de opleiding Voeding en Diëtetiek. De NAF biedt dergelijke meetapparatuur zoals FITMATE® aan, zodat Voeding en Diëtetiek studenten hier kennis mee kunnen maken. Het is voor de NAF dus ook van belang om te beschikken over een betrouwbaar en valide protocol voor het gebruik van de FITMATE®. Voor de dietisten was dit onderzoek van belang omdat met de resultaten aanbevelingen kunnen worden opgesteld voor de dagelijkse praktijk van de diëtist. Met behulp van deze aanbevelingen kan de diëtist bepalen of de RMR-meting relevant is zodra een cliënt aangeeft een kopje koffie te hebben genuttigd. Ook kan de diëtist uit deze aanbevelingen afleiden of er mogelijk na een aantal uur na inname toch een betrouwbare RMR-meting kan plaatsvinden. Ten slotte was er een aanbeveling beschreven over een mogelijke correctie die kan worden toegepast op de meting na het consumeren van een kopje koffie. Zo wordt voorkomen dat een meting onnodig wordt uitgesteld. Het onnodig uitstellen van een meting is voor zowel de cliënt als de diëtist een vervelende zaak. Het voorkomen van onbetrouwbare metingen en ontevreden cliënten is van belang om het werk van de diëtist kwalitatief hoog te houden.

## 1.2 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek was om in 20 weken te achterhalen of de consumptie van een kopje koffie de uitkomst van de RMR-meting met behulp van de FITMATE® beïnvloedt. Op basis van dit onderzoek konden aanbevelingen worden opgesteld voor de diëtist. De diëtist kan met behulp van de aanbevelingen concluderen of een RMR-meting nog relevant is nadat de cliënt een kopje koffie heeft genuttigd. Daarbij werd rekening gehouden met het soort koffie en de tijd van inname. Ook kan er door dit onderzoek bepaald worden of het protocol voor de FITMATE® moet worden aangepast zodat diëtisten en de NAF met een relevant en betrouwbaar protocol kunnen werken. Ten slotte was het doel van dit onderzoek antwoord te kunnen geven op de vraag van dit onderzoek in de vorm van een Engelstalig artikel op de onderzoeksvragen. Dit artikel is te vinden in bijlage I.

## 1.3 Onderzoeksvragen

Door middel van een praktijkonderzoek en een literatuuronderzoek is de hoofdvraag ‘’Welk effect (over tijd) heeft de inname van cafeïne in een kopje koffie bij gezonde volwassenen op de uitkomst van een RMR-meting door middel van de FITMATE®?’’ beantwoord.

Door middel van de volgende deelvragen werd met behulp van literatuuronderzoek een valide methode opgesteld om het praktijkonderzoek te kunnen voortzetten.

* Welke factoren kunnen de meting van een RMR-meting beïnvloeden?
* Wat is het metabole effect van cafeïne bij mensen?
* Welke factoren kunnen de metabolisatie van cafeïne beïnvloeden?
* Welke factoren, zoals de bereiding en het soort koffie, hebben invloed op de hoeveelheid cafeïne in een kopje koffie?

De volgende deelvraag zijn beantwoord door middel van het praktijkonderzoek:

* Wat is het effect van het gebruik van cafeïne door gezonde volwassenen op de uitkomt van een RMR-meting door middel van de FITMATE®?
* In hoeverre wordt de RMR beïnvloed door twee verschillende bereidingen van koffie?
* Wat is het verband tussen tijd en het effect van cafeïne op de RMR?

# 2. Methode Literatuuronderzoek

Om een valide en betrouwbare methode te kunnen opstellen voor het praktijkonderzoek, is er vooraf een literatuuronderzoek uitgevoerd. Met behulp van de resultaten van de eerder genoemde deelvragen is de methode voor het praktijkonderzoek opgesteld. Om deze deelvragen te kunnen beantwoorden, is gebruik gemaakt worden van wetenschappelijk onderbouwde literatuur afkomstig uit digitale databanken of boeken.

*Wetenschappelijke artikelen*

Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van wetenschappelijke artikelen om de deelvragen te beantwoorden. Om een kwalitatief hoog resultaat te bereiken, zijn en zo veel mogelijk artikelen gebruikt met een hoog level of evidence. Er is nagestreefd zoveel mogelijk artikelen met het level A t/m C te gebruiken. In bijlage II is een schematische weergave te vinden van het level of evidence van de gebruikte artikelen.

Om de juiste literatuur te vinden is er gezocht via digitale databanken en in verscheidene bibliotheken. De volgende digitale databanken zijn gebruikt; PubMed, Cochrane Library, MedLine, Google Scholar, Science Direct en Springer Protocols. Er is gezocht op internationale literatuur. Om bruikbare literatuur te vinden, is er gezocht naar specifieke zoektermen en combinaties van verschillende zoektermen. Er is gebruik gemaakt van de sneeuwbal-methode om meer bronnen te vinden.

Voor de eerste deelvraag “Welke factoren kunnen de meting van een RMR-meting beïnvloeden?” zijn de volgende zoektermen en combinaties daarvan gebruikt: “factors” [AND] “influence” [AND] “restmetabolism” [OR] “RMR” [OR] ‘’reaction’’ [AND] ‘’stimulants’’ [AND] ‘’metabolism’’

Voor de tweede deelvraag “Wat is het metabole effect van cafeïne in mensen?” zijn de volgende zoektermen en combinaties daarvan gebruikt: “cafeine” [OR] “coffee” [AND] “metabolism” [OR] “restmetabolism” [OR] “RMR” [OR] “metabolic rate” [OR] “metabolic effect”

Voor de derde deelvraag “Wat voor invloed heeft de bereiding van koffie op de hoeveelheid cafeïne” zijn de volgende zoektermen en combinaties daarvan gebruikt: “Influece” [OR] “effects” [AND]/[OR] “preperation” [AND] “coffee” [AND] “cafeine”

Per artikel is er eerst naar de titel gekeken. Als de titel er bruikbaar uitzag, werd het abstract bekeken. Vervolgens is er gekeken naar het level of evidence. Wanneer het artikel bruikbaar was, werd het artikel gelezen en gescreend op bruikbare punten.

# 3. Resultaten Literatuuronderzoek/Theoretisch Kader

## 3.1 Welke factoren kunnen een RMR-meting beïnvloeden?

Indirecte calorimetrie is de gouden standaard voor het meten en het bepalen van de RMR (Haugen, Chan, & Li, 2007). De FITMATE® is een meetinstrument om indirecte calorimetrie te meten. Om een betrouwbare meting tot stand te brengen is het van belang dat voorafgaand aan de meting een protocol wordt opgevolgd. In dit protocol wordt rekening gehouden met factoren die een onbetrouwbare meting tot stand kunnen brengen. In deze paragraaf zijn de factoren die van invloed kunnen zijn op een RMR-meting besproken en verder verklaard.

*Lichaamssamenstelling*

De lichaamssamenstelling kan worden verdeeld onder twee compartimenten; de vetvrije massa en de vetmassa. In de vetvrije massa zit het meest actieve weefsel (Miller & Blyth, 1952). Door de hoeveelheid aan actief weefsel wordt de vetvrije massa gezien als de belangrijkste determinant van het RMR (Tzankoff & Norris, 1978; Ravussin & Swinburn, 1993; Cunningham, 1980). Toch verklaren individuele verschillen in lichaamssamenstelling maar 20% van de variatie in RMR (Bader, Bosy-Westphal, Dilba, & Müller, 2005).

*Leeftijd*

De RMR verandert door de jaren heen. Dit is te wijten aan het feit dat de lichaamssamenstelling door de jaren heen ook verandert. Naar mate de jaren toe nemen, neemt de vetvrije massa af en de vetmassa toe. Dit verschijnsel zorgt voor een afname van de RMR. Vaak speelt het ook een rol dat naar mate de leeftijd toe neemt vaak de lichamelijke activiteit ook afneemt. Een afname van activiteit zorgt ook voor een daling van de RMR (Klausen, Toubro, & Astrup, 1997)

*Geslacht*

Uit onderzoek is gebleken dat geslacht een verschil maakt bij het meten van de RMR. Gemiddeld genomen is de RMR 23% hoger bij mannen dan bij vrouwen (Arciero, Goran, & Poehlman, 1993). Al eerder is gezegd dat de vetvrije massa de voornaamste voorspeller is voor het bepalen van de RMR (Tzankoff & Norris, 1978; Ravussin & Swinburn, 1993; Cunningham, 1980). De vetvrije massa is bij mannen hoger dan bij vrouwen. Dit kan een oorzaak zijn van een verschil in RMR. Wellicht kunnen er ook andere factoren meespelen. Hier moet verder onderzoek naar worden verricht (Buchholz, Rafii, & Pencharz, 2001).

*Hormonale stelsel*

Ook het hormonaal stelsel kan een effect hebben op het RMR. Schildklierhormonen kunnen een verhoging van de RMR veroorzaken (Elliott, Hatch, Palace, Hare, Speakman, & Anderson, 2013). Maar ook testosteron en dehydroepiandrosteron (DHEA) stimuleren de RMR door een verhoging van de lipolyse (De Pergola, 2000).

*Fysieke activiteit*

Fysieke activiteit heeft een grote invloed op de RMR, ook al is deze gemeten in rust. Dit komt doordat een verhoging van de stofwisseling niet meteen stopt na de inspanning. Actieve personen behouden een hogere RMR en hebben minder lichaamsvet dan minder actieve personen (Gilliat-Wimberly, Woolf, Swan, & Carroll, 2001; Lemmer, et al., 2001). Fysieke activiteit voor een langere periode kan een verhoging van RMR opleveren door een verhoging van spiermassa (Speakman & Selman, 2003). Uit onderzoek is gebleken dat een verhoging van RMR na inspanning van 30-45 minuten nog tot 48 uur na de inspanning kan duren (Dolezal, Potteiger, Jacobsen, & Benedict, 2000). Een inspanning met hoge intensiteit (100% VO2max) zorgt voor een hogere stijging van de RMR dan een inspanning met lage intensiteit (50% VO2max). Dit geldt voor 24 uur na de inspanning, maar ook direct na de inspanning (Treuth, Hunter, & Williams, 1996).

*Ziekten/ aandoeningen*

Een verhoging van de RMR komt vaak voor bij personen die lijden aan (een) ziekte(s)/aandoening(en). Deze verhoging is te verklaren doordat het lichaam meer energie nodig heeft om te vechten tegen deze ziekte(s)/aandoening(en). Andere voorbeelden van omstandigheden waarbij het lichaam een verhoogd RMR heeft zijn: zwangerschap, groei en bij extreme hoge en lage temperaturen (Baarends, Schols, Pannemans, Westerterp, & Wouters, 1997; Baarends, Schols, Pannemans, Westerterp, & Wouters, 1997).

*Voedingsfactoren*

Een hoge inname aan calorieën stimuleert de RMR en een lage calorie-inname verminderd de RMR (Molé, 1990). Thermogenese als gevolg van voeding komt overeen met ongeveer 10% van het dagelijks energieverbruik. De RMR verhoogt als gevolg van overmatig eten en blijft ook nog hoog na vertering (Jones, Van Pelt, Johnson, & Seals, 2004).

## 3.2 Wat is het metabole effect van cafeïne bij mensen?

In deze paragraaf is er stap voor stap besproken hoe cafeïne in het metabolisme van mensen wordt afgebroken. Daarnaast is er besproken wat voor invloed deze stappen hebben op de RMR. Ook andere factoren die invloed kunnen hebben op de metabolisatie van cafeïne zijn besproken.

Cafeïne is een natuurlijke xanthinederivaat die de activiteit van het centraal zenuwstelsel stimuleert. De moleculaire formule van cafeïne is C8H10N4O2 (PubChem, 2015).

De stof wordt opgenomen in de dunne darm, gemetaboliseerd in de levercellen en vervoerd naar andere lichaamsweefsels binnen 45 minuten na inname. De halfwaardetijd van een dosis cafeïne onder de 10 mg bedraagt tussen de 2,5-4,5 uur. De plasmaconcentratie van cafeïne bereikt een piek van 8-10 mg/l tussen 15 en 120 minuten na orale inname van 5-10 mg (Fredholm, Bättig, Holmén, & Nehlig, 1999). De hoeveelheid cafeïne van een kopje koffie bedraagt ongeveer tussen de 0,4-2,5 mg (Barone & Roberts, 1996). Op basis van die gegevens kan er vanuit gegaan worden dat de dosis cafeïne uit een kopje koffie een piekconcentratie geeft van ongeveer 0,25-2 mg/l (Fredholm, Bättig, Holmén, & Nehlig, 1999).

Door middel van verschillende enzymen wordt cafeïne in de levercel afgebroken. 7-8% van de cafeïne wordt afgebroken tot theobromine (Kot & Daniel, 2008), 7-8% van de cafeïne wordt ook afgebroken tot theofylline, 70-80% van de cafeïne wordt afgebroken tot paraxantine (17X) (Begas, Kouvaras, Tsakalof, Papakosta, & Asprodini, 2007), 15% van de cafeïne wordt afgebroken tot 1,3,7-trimethylurinezuur (Kot & Daniel, 2008) en 3% van de cafeïne wordt niet afgebroken en verlaat het lichaam via de urine (Begas, Kouvaras, Tsakalof, Papakosta, & Asprodini, 2007).

Uit onderzoeken is gebleken dat de zuurstofconsumptie toeneemt na de inname van cafeïne (Horst, Robert, Willson, & Smith, 1936). Dit betekent een verhoging van het RMR. Onderstaand stuk zal deze verhoging nader verklaren.

Cafeïne, paraxantine, theobromine en theofylline vallen onder de gemethyleerde xanthinederivaten. Methylxanthine antagoneert de A1- en A2-adenosine receptoren in de hersenen (Daly, Butts-Lamb, & Padgett, 1983; Nehlig, Daval, & Debry, 1992). De remming van A2-adenosine receptoren verhogen de dopaminerge neurotransmissie (Fredholm B. , 1995; Nehlig, Daval, & Debry, 1992). Een verhoging van dopamineafgifte kan leiden tot een verhoging van het RMR (Ruttimann, Schutz, Jéquier, Lemarchand, & Chioléro, 1991).

Daarnaast stimuleren de remming van adenosine receptoren ook de afgifte van noradrenaline/norepinefrine (Berkowitz, Tarver, & Spector, 1970; Nehlig, Daval, & Debry, 1992). Uit onderzoek is gebleken dat noradrenaline een verhogend effect heeft op het RMR (Atgiéa, Faintreniea, Carpénéb, Bukowieckic, & Géloëna, 1998).

Het grootste gedeelte van cafeïne wordt afgebroken in paraxanthine. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat paraxanthine de lipolyse kan bevorderen (Hetzler, Knowlton, Somani, Brown, & Perkins, 1990; Acheson, et al., 2004).

*Roken en cafeïne*

Roken kan het metabolisatie van cafeïne beïnvloeden door het induceren van een bepaald enzym (CYP1A2) wat de afbraak van cafeïne bevordert (Faber & Fuhr, 2004). CYP1A2 is verantwoordelijk voor meer dan 95% van de metabolisatie van cafeïne (Kalow & Bing-Kou, 1993).

*Zwangerschap en cafeïne*

Ook zwangerschap kan van invloed zijn op de metabolisatie van cafeïne. Uit onderzoek is gebleken dat de halfwaardetijd van cafeïne bij zwangere vrouwen in de laatste fase is verhoogd. De halfwaardetijd van cafeïne neemt toe van gemiddeld 3 uur bij niet-zwangere vrouwen, tot gemiddeld 10,5 uur bij zwanger vrouwen in de laatste 4 weken van de zwangerschap. De toename vindt al plaats in de eerste fase van de zwangerschap. Het belangrijkste effect van een verlengde halfwaardetijd is ophoping van cafeïne in het lichaam. Dit kan een laag geboortegewicht van het kind en miskramen verklaren onder zware koffiedrinkers (Knutti, Rothweiler, & Schlatter, 1982; Xiaoping, Odouli, & De-Kun, 2008).

*BMI en cafeïne*

Uit onderzoek is gebleken dat een BMI hoger dan 25,7 een verhoging van de halfwaardetijd van cafeïne kan veroorzaken. Ook blijkt dat de plasmaconcentraties minder hoog zijn direct na inname bij obese personen in vergelijking met personen met een gezond BMI (Abernethy, Todd, & Schwartz, 1985). Ook is er gebleken dat cafeïne een mindere verhoging van de stofwisseling teweegbrengt bij obese personen in vergelijking met personen met een gezond gewicht (Duioo, Geissler, Horton, & Collins, 1989; Acheson, et al., 2004).

*Leeftijd en cafeïne*

Uit onderzoeken is gebleken dat leeftijd ook een effect kan hebben op het energieverbruik en vetoxidatie van zowel mannen als vrouwen. Uit een onderzoek met oudere (65-80 jaar) en jongere (19-26 jaar) mannen is gebleken dat de energieverbruik bij de oudere mannen stijgt met 9,5% na inname van cafeïne. Bij de jongere mannen is gebleken dat deze met 11% stijgt. Bij de jongere mannen is gebleken dat er een stijging is van vetzuurconcentratie in het bloed na inname van cafeïne. Dit is niet het geval bij de oudere mannen (Arciero, Gardner, Calles-Escandon, Benowitz, & Poehlman, 1995). Bij vrouwen is ook gebleken dat er een verschil in energieverbruik zit tussen de oudere (50-67 jaar) en jongere (21-31 jaar) groep. Bij de oudere groep was er een stijging van het energieverbruik van 7,8% en bij de jongere groep een stijging van 15,4% na inname van cafeïne (Arcieroa, Nindla, & Benowitz, 2000).

*Drugs/medicatie en cafeïne*

Het gevaar van de combinatie van drugs/medicatie en cafeïne wordt vaak onderschat. Toxiciteit kan voorkomen door een combinatie van bepaalde medicatie en cafeïne. Het enzym CYP1A2 is een onderdeel van de cafeïne stofwisseling, maar ook van een aantal klinische geneesmiddelen. Een aantal geneesmiddelen, waaronder bepaalde selectieve serotonine heropname remmers (fluvoxamine), antiaritmica (mexiletine), antipsychotica (clozapine), psoralenen, idrocilamide en fenylpropanolamine, luchtwegverwijders (furafylline en theofylline) en quinolonen (enoxacine) schijnen een remmende werking te hebben op dit enzym (Carrillo & Benitez, 2000). Zoals al eerder genoemd, is dit enzym verantwoordelijk voor 95% van de afbraak van cafeïne (Kalow & Bing-Kou, 1993). Geneesmiddelen die worden gemetaboliseerd door, of binden aan CYP1A2 hebben een hoge kans voor farmacokinetische interacties door de remming van de metabolisatie. Deze interacties kunnen toxische effecten veroorzaken bij gelijktijdige toediening van cafeïne en bepaalde geneesmiddelen (Carrillo & Benitez, 2000).

## 3.3 Welke factoren, zoals de bereiding en het soort koffie, hebben invloed op de hoeveelheid cafeïne in een kopje koffie?

Verschillende factoren hebben effect op het cafeïnegehalte van de koffie. De boonsoort, branding, het malingsproces en de bereiding zijn voorbeelden van factoren die invloed hebben op het cafeïnegehalte. Deze factoren zijn nader uitgelegd.

*Koffiebonen*

De twee belangrijkste boonsoorten zijn de Arabica (Cofae arabica L.) en de Robusta (Cofae canephora P.). Arabica is de meest gebruikte boonsoort in de wereld. Robusta is een veel minder geproduceerde boonsoort. De smaak van Robusta is bitterder doordat het cafeïnegehalte hoger is in vergelijking met de Arabicabonen. Arabica koffie wordt meer gewaardeerd door koffiedrinkers, maar kost wel twee keer zoveel. Arabicabonen bestaan voor 1,2% uit cafeïne en Robusta bestaat voor 2,54% uit cafeïne (Kya, Louarnb, Dusserta, Guyotc, Hamona, & Noirota, 2001).

*Branding*

De koffie zal eerst moeten worden gebrand voordat het kan worden gebruikt voor consumptie. Het brandingsproces is wat de koffie zijn karakteristieke smaak geeft. De smaak is afhankelijk van de temperatuur waarop de koffiebonen worden gebrand. Koffiebonen worden tussen een temperatuur van 165-245 graden gebrand. Een lage brandingstemperatuur geeft een andere smaak dan wanneer de bonen donker gebrand zijn. De koffie hoeft niet perse sterker te smaken bij een donkere branding. Vaak wordt gedacht dat donker gebrande koffie meer cafeïne bevat. Dit is afhankelijk van hoe je de koffie vergelijkt. Omdat een koffieboon water verliest tijdens de branding, stijgt het cafeïnegehalte in gewicht, maar daalt het cafeïnegehalte in volume. Mocht er gebruik worden gemaakt van een maatschepje, zal het cafeïnegehalte bij een lichte branding dus hoger zijn dan bij een donker gebrande koffie. Wordt de koffie afgewogen, zal de donkere koffie een hoger cafeïnegehalte hebben dan de licht gebrande koffie (Scribblers Coffee, 2011).

*Malen*

Voordat de koffiebonen gebruikt kunnen worden, zullen ze moeten worden gemalen. De fijnheid van de koffie is afhankelijk voor de bereidingswijze. Gemalen koffie wat voor een langere tijd wordt blootgesteld aan heet water, vereisen een grovere maling dan wanneer de koffie wordt bereid in een kortere tijd. Het malen heeft geen invloed op het cafeïnegehalte (Kummer, 2003).

*Bereiding*

De bereiding heeft een grote invloed op het cafeïnegehalte van de koffie. Er zijn verschillende manieren om koffie te bereiden. De meest voorkomende methoden zijn koken, filteren, weken en persen.

Het koken van koffie is de meest gebruikte methode tot 1930 en wordt nog steeds gebruikt in Noord-Europese en Middel-Oosterse landen. Door het zetten van koffie op deze manier met Arabicabonen bedraagt het cafeïnegehalte 1,94 mg/mL (SD0,35) (Santini, et al., 2011).

Filterkoffie, ook wel Amerikaanse koffie, wordt gemaakt door warm water te druppelen op de gemalen koffiebonen in een filter. Het water wat door de koffiebonen druppelt wordt gefilterd en opgevangen. De meest gebruikte manier is door middel van een elektrische filtreerkan (Kummer, 2003). Door het zetten van koffie op deze manier met Arabica bonen bedraagt het cafeïnegehalte 0,43 mg/mL (SD0,11) (Santini, et al., 2011).

Het weken van koffie wordt vaak gedaan door middel van een [cafetière](https://en.wikipedia.org/wiki/Cafeti%C3%A8re), ook wel een French press genoemd. Dit is een lange, smalle cilinder met een zuiger die een filter bevat. De gemalen koffie wordt in de cilinder geplaatst. Vervolgens wordt er warm water bij de gemalen koffie gegoten. De koffie moet 4-7 minuten intrekken en vervolgens wordt de zuiger in de cilinder geplaatst en zachtjes naar beneden geduwd, totdat het filter net boven de gemalen koffie bevindt. Hierdoor kan de koffie geschonken worden zonder koffieresten mee te schenken (Prince, 2013) Door het zetten van koffie op deze manier met Arabica bonen bedraagt het cafeïnegehalte 0,52 mg/mL (Bunker & McWilliams, 1979).

Espresso’s worden vaak gemaakt doormiddel van persen. Espresso wordt gemaakt door het forceren van heet water van 91-95 graden onder een druk van acht tot achttien bar door fijn gemalen koffie. Espresso’s worden vaak gemaakt door middel van een moka-pot, ook wel Italiaanse koffiepot, espressomachines of de AeroPress (Kummer, 2003). Door het zetten van koffie op deze manier met Arabica bonen bedraagt het cafeïnegehalte 3,3 mg/mL(SD0,47) (Santini, et al., 2011).

Instant koffie, ook wel oploskoffie, wordt gemaakt van gemalen en gebrande koffiebonen. De gemalen bonen worden geëxtraheerd met heet water om de smaak en aroma van de koffie te verkrijgen. Vervolgens wordt de extractie gedroogd. Dit kan op twee manieren, door sproeidrogen of door vriesdrogen (Coffee and Health). Het cafeïnegehalte van instant koffie ligt lager dan het cafeïnegehalte bij gezette koffies. Gemiddeld genomen ligt het cafeïnegehalte van een 0,24 mg/mL (Caffeine Informer).

# 4. Methode Praktijkonderzoek

Gedurende 20 weken heeft er een kwantitatief vergelijkend onderzoek plaatsgevonden in de Nutritional Assessment Facility (NAF) op de Haagse Hogeschool.

## 4.1 Populatie

Hieronder zijn de in- en exclusiecriteria besproken waaraan de deelnemers moeten voldoen. Het onderzoek is uitgevoerd onder gezonde volwassenen met een BMI tussen de 18,5-25. Onder gezonde volwassenen werden personen verstaan tussen de 18 en 35 jaar zonder ziekten en/of aandoeningen die mogelijk effect kunnen hebben op de RMR, zonder ziekten en/of aandoeningen waarbij het onverantwoord is om een ochtend nuchter te blijven en personen zonder ziekten en/of aandoeningen waarbij het niet wordt aangeraden cafeïne te nuttigen. Voor een gezond BMI (tussen de 18,5 en 25) is gekozen, omdat uit onderzoek is gebleken dat een verhoogd BMI een mindere verhoging van de stofwisseling teweegbrengt als gevolg van cafeïne in vergelijking met personen met een gezond BMI. (Duioo, Geissler, Horton, & Collins, 1989; Acheson, et al., 2004). Dit zou mogelijk een effect kunnen hebben op de resultaten. Hierdoor zijn personen met een BMI boven de 25 kg/m2 uitgesloten.

Voor de leeftijdscategorie 18 tot 35 jaar is gekozen, omdat uit onderzoek was gebleken dat cafeïne een kleiner effect heeft op het energieverbruik bij ouderen (Arcieroa, Nindla, & Benowitz, 2000; Arciero, Gardner, Calles-Escandon, Benowitz, & Poehlman, 1995). Omdat dit verschil de resultaten mogelijk zou hebben beïnvloed, werden personen buiten deze leeftijdscategorie uitgesloten.

Daarnaast werden ook zwangere vrouwen uitgesloten wegens de langere halveringstijd van cafeïne (Knutti, Rothweiler, & Schlatter, 1982), een verhoogde RMR (Butte, Hopkinson, Mehta, & Moon, 1999) en de risico’s verbonden van de inname aan cafeïne tijdens een zwangerschap (Xiaoping, Odouli, & De-Kun, 2008).

Ook rokers werden niet geïncludeerd in het onderzoek wegens een snellere metabolisatie van cafeïne bij rokers (Faber & Fuhr, 2004).

Personen die klinische geneesmiddelen gebruiken werden ook uitgesloten. Uit onderzoek bleek dat bepaalde medicatie in combinatie met cafeïne toxiciteit kan veroorzaken (Carrillo & Benitez, 2000).

Er is vroegtijdig gestart met werven om aan de minimale hoeveelheid proefpersonen (n=15) te komen die aan de criteria voldeden. Om deze personen te vinden is gebruik gemaakt van een eigen netwerk. Daarnaast is er een bericht geplaatst via het sociale medium Facebook (bijlage III). Tenslotte zijn er posters verspreid binnen in de Haagse Hogeschool. In het geval dat er zich te weinig deelnemers aanmeldden, werd er geworven in de welkomsthal van de Haagse Hogeschool door middel van flyers. De flyer en de poster zijn terug te vinden in bijlage IV. Om de medewerking van het onderzoek aantrekkelijk te maken, werd na het onderzoek een ontbijtje geregeld voor elke deelnemer. Van deze informatie is iedereen meteen op de hoogte gesteld tijdens de werving.

## 4.2 Protocol

Om het onderzoek goed te kunnen uitvoeren, hebben de deelnemers zich gehouden aan een voorgeschreven protocol. Dit protocol werd gebaseerd op de gevonden literatuur. De deelnemer diende:

* 24 uur voor de meting geen cafeïne te hebben genuttigd;
* 12 uur voor de meting niet gegeten/ gedronken te hebben, met uitzondering van water;
* zowel de dag ervoor als vlak voor de meting zo min mogelijk inspanning te hebben verricht;
* voor de start van de meting minimaal 30 minuten in een rustige omgeving bij te komen;
* in liggende stand de meting te ondergaan

De deelnemers werden via een uitgebreide mail stap voor stap op de hoogte gesteld van de in-en exclusiecriteria waaraan zij moesten voldoen deel te kunnen nemen aan het onderzoek. Aan de deelnemers werd het belang uitgelegd van het protocol en de noodzaak dat zij zich daar nauwkeurig aan hielden. Ten slotte was er ruimte voor vragen en eventuele onduidelijkheden die de deelnemers nog hadden. Op deze manier werden misverstanden voorkomen. Alle deelnemers deden mee op vrijwillige basis en konden ter alle tijden stoppen met de medewerking aan het onderzoek. De deelnemers werd uitgelegd dat zodra zij aangaven, ongeacht de reden te willen stoppen dit altijd mogelijk was.

## 4.3 Koffie sample

Er zijn twee soorten koffie gebruikt tijdens het onderzoek. Voor de eerste soort koffie (S1) is er een licht gebrande snelfiltermaling met 100% Arabicabonen gebruikt (AH Perla Zachte Extra Mild). Deze is bereid door gebruik te hebben gemaakt van een French Press. Voor deze methode was gekozen, omdat dit een veelgebruikte methode is in Nederland (Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Koffie en Thee). Het cafeïnegehalte van een koffie die op deze manier is bereid ligt op 0,52 mg/mL. De koffie is bereid zoals stond aangegeven op de verpakking. Het volume dat werd geadviseerd, is afgewogen en het gewicht van dit volume werd aangehouden tijdens het gehele onderzoek om verschil in het cafeïnegehalte te voorkomen. Voor de tweede soort koffie (S2) werd gekozen voor oploskoffie (Nescafé Gold). Ook deze soort koffie is populair onder de Nederlandse bevolking (Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Koffie en Thee). Het cafeïnegehalte per mg/mL (0,24 mg/mL) van de oploskoffie lag veel lager in vergelijking met de French Press-methode. Ook voor deze koffie is bereidingswijze aangehouden zoals die werd geadviseerd op de verpakking. Het volume dat werd geadviseerd is vervolgens afgewogen. Het gewicht van dit volume is tijdens gehele onderzoek aangehouden om verschillen tussen de samples te voorkomen. In bijlage V is de bereiding van beiden koffies terug te vinden.

## 4.4 Uitvoering

Elke deelnemer (n=15) heeft op twee verschillende ochtenden meerdere metingen ondergaan. De ochtenden waarop de deelnemer participeerde waren twee niet-opeenvolgende dagen. Voor het onderzoek van start ging werd er een korte vragenlijst afgenomen bij elke deelnemer (bijlage VI). De deelnemer werd voorafgaand aan het onderzoek gemeten en gewogen. Deze gegevens werden ingevoerd in de FITMATE®. Nadat deze gegevens waren ingevoerd kon de eerste RMR-meting (T0) starten. Deze eerste meting, op de eerste meet-dag werd geheel nuchter en na het correct opvolgen van het protocol uitgevoerd. Nadat deze meting was afgerond was het de bedoeling dat de deelnemer willekeurig S1 of S2 consumeerde. Welke sample de deelnemer toegewezen kreeg werd bepaald door het online programma Research Randomizer. De deelnemers wisten niet welke sample zij consumeerden. De onderzoekers waren wel op de hoogte van de soort die geconsumeerd werd omdat zij de sample moesten bereidden. Nadat de sample door de deelnemer was genuttigd werd er na een halfuur een tweede meting (T1) uitgevoerd. Vervolgens werd er drie uur lang, elk uur een nieuwe RMR-meting uitgevoerd (T2, T3 en T4). Na het afronden van de laatste meting stond er voor elke deelnemer een uitgebreid ontbijt klaar. De tweede ochtend dat de deelnemer participeerde werden alle bovengenoemde stappen op precies dezelfde wijze uitgevoerd. Wanneer de deelnemer tijdens de eerste ochtend S1 consumeerde, heeft de deelnemer de tweede ochtend S2 geconsumeerd en visa versa. Het draaiboek van de metingen is te vinden in bijlage VII.

## 4.5 Meetinstrumenten

Om de metingen te hebben kunnen uitvoeren werd gebruik gemaakt van verschillende meetinstrumenten. Zoals al eerder is benoemd is voorafgaand het onderzoek een vragenlijst ingevuld door elke deelnemer. Deze vragenlijst omvatte algemene gegevens over de deelnemer zoals de naam, geboortedatum, gewicht, lengte en het gebruik van medicatie. Vervolgens werd de deelnemer gewogen en gemeten. Dit werd gedaan met behulp van een geijkte weegschaal en de meetlat in de NAF. De metingen werden nuchter en zonder schoenen voldaan. Er werd verwacht dat de deelnemers dikkere kleding aan zouden hebben wegens het seizoen waarin de metingen plaatsvonden. Hierdoor werd er op het gewicht een correctie toegepast van 1 kilogram. (Whigham, Schoeller, Johnson, & Atkinson, 2013). Daarnaast is er gebruik gemaakt van een geijkte keukenweegschaal om een precieze hoeveelheid koffie te verkrijgen. Ten slotte is er gebruik gemaakt van de FITMATE® om de RMR-meting te kunnen laten plaatsvinden.

## 4.6 Data-analyse

Het populatieaantal werd gekozen door middel van een sample size calculation gebaseerd op een 1-way ANOVA-pairwise, 1-sided test. Voor een 1-way ANOVA werd gekozen omdat er meerdere groepen met elkaar worden vergeleken op basis van een gemiddelde. De ANOVA test vertelt vervolgens of er verschil is tussen deze groepen.

Voor deze sample size calculation zijn de gemiddelde RMR van de man en gemiddelde RMR van de vrouw gebruikt in nuchtere staat en wanneer er 7% (SD4%) (Koot & Deurenberg, 1995) verhoging bij komt als gevolg van cafeïne. Het gemiddelde RMR van de man bedroeg 1740 (SD199) en het gemiddelde RMR van de vrouw bedroeg 1348 (SD125) (Arciero, Goran, & Poehlman, 1993). Via een sample size calculation bedroeg het populatieaantal voor mannen 27 en voor vrouwen 10. Om het onderzoek zo breed mogelijk te maken, werd ervoor gekozen om beide genders te includeren. Daarom is er verkozen voor een populatieaantal bepaald op de sample size calculation van de mannen. Dit bedraagt dus 27 personen.

Om de verzamelde gegevens te verwerken is er gebruik gemaakt van het statistische programma IBM SPSS Statistics 20. De variabelen geslacht, leeftijd en BMI zijn gebruikt als beschrijvende variabelen. Deze zijn gebruikt om de populatie te beschrijven. Andere variabelen zijn gebruikt om het verschil tussen de samples te bepalen en om het verschil tussen de metingen genomen op T0 en T1 t/m T4 te bekijken. Deze variabelen zijn te vinden in de tabel 1.

*Tabel 1 Gebruikte Variabelen*

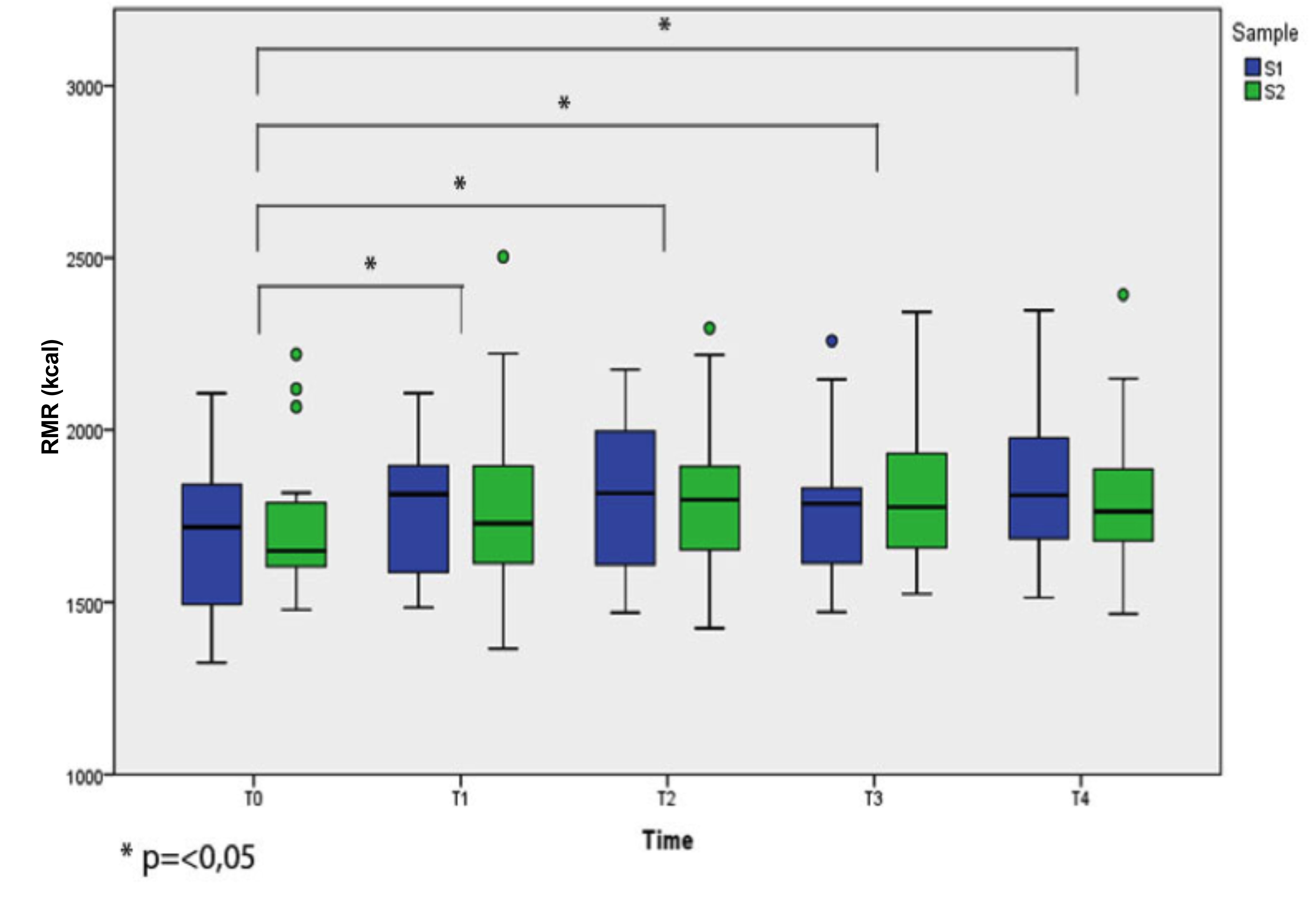
|  |  |
| --- | --- |
| Variabele | Label |
| S1T0 | RMR (in kcal) sample 1 T0 |
| S1T1 | RMR (in kcal) sample 1 T1 |
| S1T2 | RMR (in kcal) sample 1 T2 |
| S1T3 | RMR (in kcal) sample 1 T3 |
| S1T4 | RMR (in kcal) sample 1 T4 |
| S2T0 | RMR (in kcal) sample 2 T0 |
| S2T1 | RMR (in kcal) sample 2 T1 |
| S2T2 | RMR (in kcal) sample 2 T2 |
| S2T3 | RMR (in kcal) sample 2 T3 |
| S2T4 | RMR (in kcal) sample 2 T4 |

# 5. Resultaten Praktijkonderzoek

In tabel 2 staan de karakteristieken van de deelnemers beschreven.

*Tabel 2 Participanten Karakteristieken*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Categorie | Mannen (n=3) | Vrouwen (n=12) | Totaal (n=15) |
| Leeftijd, mean SD | 20,0 1,0 | 22,5 4,3 | 22,0 3,8 |
| BMI, mean SD | 23,4 2,2 | 22,4 2,2 | 22,7 2,1 |

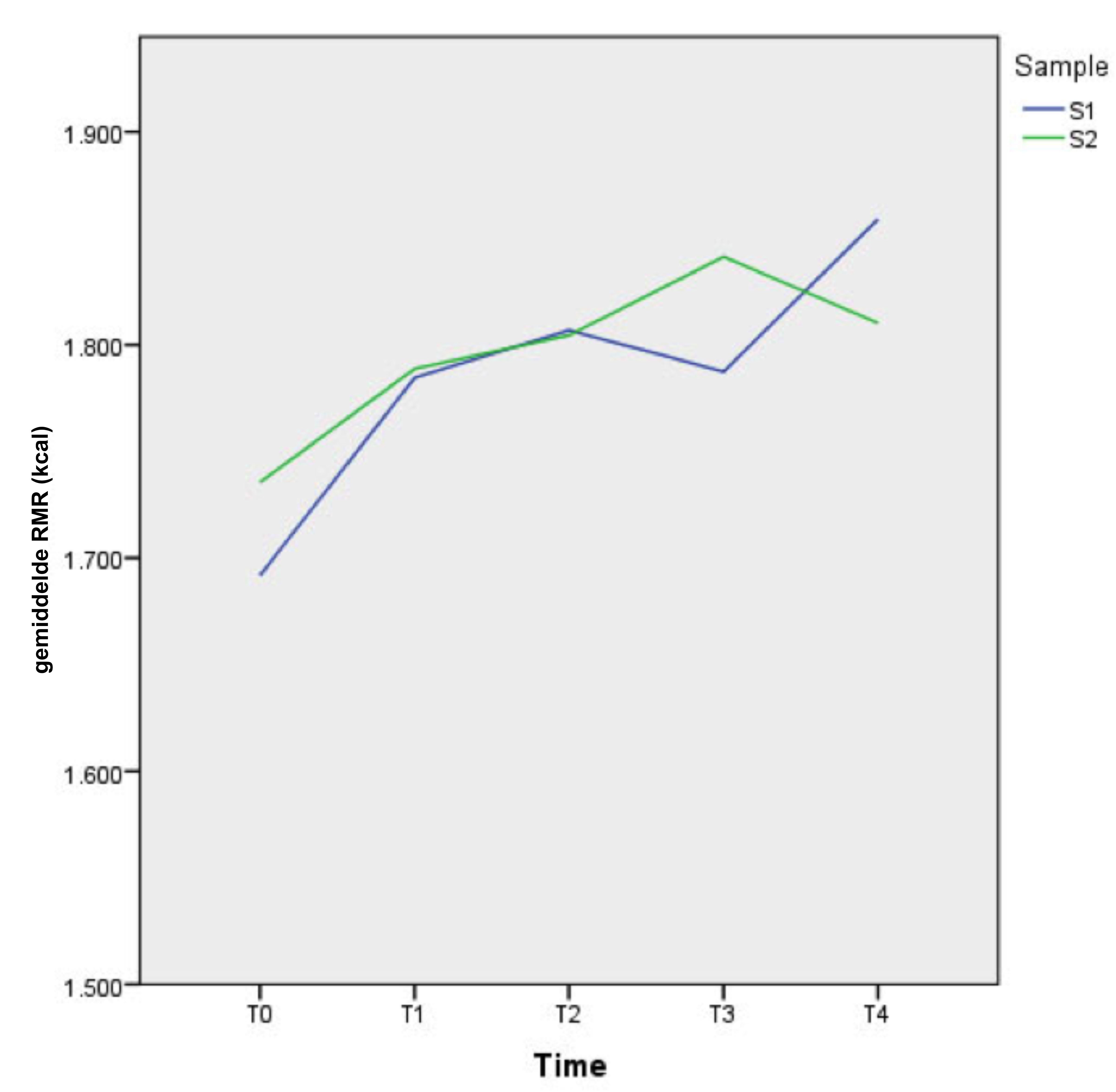


*Figuur 1. De spreiding van de frequentieverdeling van de RMR van alle deelnemers per sample uitgedrukt in kcal per tijdsmeting (T0 t/m T4). P-waarde van beide samples tussen T0 in vergelijking met T1 t/m T4 is zichtbaar. De deelnemers met uitschietende waardes worden afgebeeld als bolletjes boven de boxplot. De zwarte strepen die zich bevindt in de boxplot geeft de mediaan aan.*

Uit figuur 1 is de spreiding af te lezen van de RMR per tijdsmeting en sample uitgedrukt in calorieën. De spreiding is volgens de Mauchly’s test of Spherecity berekend en komt uit op p=0,053. Deze waarde is niet-significant, waardoor de repeated measure-ANOVA test kon worden beschouwd als bruikbaar en worden doorgezet. De uitschieters worden ook weergegeven in figuur 1. Daarnaast werd door middel van een pairwise comparison het verschil aangegeven van beide samples van T0 in vergelijking met T1 t/m T4. Uit de grafiek is af te lezen dat de RMR na inname van beide samples significant verschilt (p=<0,05) na de eerste meting (T0).

Uit de repeated measure-ANOVA test Spherecity Assumed bekeken over tijd komt een p-waarde uit van <0,001. Dit geeft aan dat het effect van cafeïne op de RMR van beiden samples significant is. Het effect van de cafeïne uit beiden samples over tijd op de RMR is zichtbaar in figuur 2. Uit figuur 2 is zichtbaar dat de T0-meting niet overeenkomt op beide dagen. Het figuur geeft een gemiddelde aan wat betekent dat bij elke deelnemer de grote van de stijging verschilde.

Uit de repeated measure-ANOVA test Spherecity Assumed bekeken over tijd en het verschil tussen beide samples is niet significant (p=0,250). Dit geeft aan dat er geen significant verschil is tussen het effect van beide samples op de RMR.



*Figuur 2. Gemiddelde RMR per tijdsmeting (T0 t/m T4) aangegeven per sample (S1 en S2) in calorieën.*

# 6. Conclusie, discussie en aanbevelingen

## 6.1 Conclusie

Tijdens dit onderzoek werd onderzocht of de inname van een kopje koffie bij gezonde volwassenen de uitkomst van een RMR meting gemeten met de FITMATE® beïnvloedde. Uit de resultaten van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat cafeïne uit filterkoffie gezet met een French Press (S1) en oploskoffie (S2) een significant effect heeft op de RMR. Het kopje koffie, ondanks de soort koffie, heeft bij iedereen gezorgd voor een verandering van het RMR over de tijd. Het effect van beiden soorten koffie op de RMR was echter niet significant verschillend, ondanks het verschil in cafeïnegehalte tussen beide soorten koffie. Dat in de filterkoffie een hoger cafeïnegehalte aanwezig was, heeft in tegenstelling tot onze verwachtingen, niet geleid tot een hogere stijging van de RMR. Dit impliceert dat het drinken van een kopje koffie voorafgaand aan het meten van de RMR met de FITMATE®, zorgt voor een onbetrouwbare meting van de RMR. Het is niet mogelijk om na het consumeren van een kopje koffie een correctie toe te passen op de meting, aangezien bij elke deelnemer het effect van de cafeïne uit koffie op de RMR verschillend was. Voor de diëtist betekent dit in de praktijk dat als een cliënt voor de RMR-meting aangeeft een kopje koffie te hebben genuttigd, ongeacht het soort koffie, de meting van de RMR niet betrouwbaar is.

## 6.2 Discussie

In de diëtistische praktijk kan de energiebehoefte van de cliënt gemakkelijk worden bepaald door het meten van de RMR met behulp van draagbare indirecte calorimetrie. Voor betrouwbare metingen is het belangrijk dat de cliënt nuchter is en mag geen stimulerende middelen gebruikt hebben, zoals cafeïne uit koffie, aangezien dit de RMR zou kunnen beïnvloeden. Experts ervaren dat strikte naleving van deze voorwaarden moeilijk kan zijn voor cliënten, omdat de consumptie van koffie een deel van hun dagelijkse gewoonten kan zijn. Daarom is deze studie gedaan om het effect van cafeïne uit twee verschillende koffiesoorten te onderzoeken (Arabica koffiebonen bereid door een French Press en oploskoffie) op de RMR bij gezonde proefpersonen. Daarmee is beoordeeld of de gemeten RMR na de consumptie van koffie nog steeds betrouwbaar is voor de diëtistische praktijk. De RMR werd gemeten met behulp van een draagbare indirecte calorimeter (FITMATE®) onder 15 gezonde proefpersonen (22±3,8 jaar; 80% vrouwen) op twee aparte testdagen.

De in- en exclusiecriteria van de deelnemers zijn bepaald op basis van het uitgevoerde literatuuronderzoek. Zowel mannen als vrouwen hebben deelgenomen aan het onderzoek. Uit een recent studie is echter gebleken dat de inname van cafeïne bij mannen een hogere cardiovasculaire respons teweegbrengt dan bij vrouwen. Ook de menstruatiecyclus kan van invloed zijn op de reactie die cafeïne heeft op de RMR (Temple et al., 2014). Aangezien cafeïne verschillende cardiovasculaire reacties teweeg kan brengen tussen mannen en vrouwen, zou het kunnen zijn dat het effect van cafeïne op de RMR niet gelijk was voor mannen en vrouwen. Dit is mogelijk een verklaring voor de mate van spreiding die gevonden is in het effect van cafeïne op de RMR bij de proefpersonen.

Het gewenste aantal proefpersonen voor dit onderzoek is bepaald door middel van een sample size calculation. Om een power van 80% te halen in de gebruikte onderzoekssetting, was een aantal van 27 deelnemers gewenst. Uiteindelijk hebben er 15 personen meegedaan aan het onderzoek. Hierdoor is de power van het onderzoek lager dan beoogd. Desondanks is er wel een significant effect van cafeïne uit koffie op de RMR gevonden bij de huidige studiepopulatie.

Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van de FITMATE® om de RMR te meten. Alle deelnemers zijn op twee verschillende niet-opeenvolgende dagen getest. Bij elke deelnemer is op beide dagen een nuchtere meting afgenomen. Opvallend was dat binnen de proefpersonen de resultaten van deze nuchtere metingen niet met elkaar overheen kwamen. Ondanks dat de meetomstandigheden bij elke deelnemer gestandaardiseerd waren, zijn er mogelijk ook andere factoren die de meting hebben beïnvloed. Voorbeelden van deze factoren zijn stress en het dagelijks voedingspatroon (van Zant, R.S., 1992; Inoue, T.; Tsuchiya, K. & Koyama, T., 1994; Wang, G.J et al., 2001). Deze factoren kunnen niet worden gecontroleerd en zijn niet beïnvloedbaar door de onderzoekers. De factoren die wel kunnen worden gecontroleerd en beïnvloed, zijn wel gestandaardiseerd tijdens het onderzoek.

Tijdens het onderzoek is er gebruik gemaakt van twee verschillende samples. Deze samples bestonden uit twee verschillende soorten koffie, die populair zijn onder de Nederlandse bevolking. Deze samples zijn allemaal op de zelfde wijze nauwkeurig bereid. Doordat de deelnemers geen weet hadden over het soort sample dat zij consumeerden is het onderzoek een single-blinded research design.

Om het effect van cafeïne op de RMR over een langere tijd te achterhalen zijn de deelnemers na 30, 90, 150, 210 en 270 minuten na inname van de sample gemeten. Zo kon er worden vastgesteld of er mogelijk sprake was van een trend. Om te voorkomen dat er sprake was van een toevalsbevinding, is er gebruik gemaakt van een single measure. Doordat er nooit eerder onderzoek gedaan is naar cafeïne op de RMR over de tijd is dit onderzoek uniek en zijn de resultaten een toevoeging voor de beroepspraktijk. Nieuwe bevindingen zorgen ervoor dat een beroep zich kan blijven verbeteren en ontwikkelen.

Samenvattend kunnen we stellen dat tijdens het onderzoek een significant effect van cafeïne uit koffie op de RMR gevonden bij de huidige studiepopulatie. De resultaten van dit onderzoek zijn representatief voor de Nederlandse bevolking omdat er gebruik is gemaakt van twee koffiesoorten die veel gedronken worden in Nederland. Alle controleerbare en beïnvloedbare factoren die van invloed konden zijn op de RMR meting zijn gestandaardiseerd Er is nog niet eerder gekeken naar het effect van cafeïne op de RMR over tijd. Dit maakt het een vernieuwend onderzoek waarvan de resultaten de kwaliteit van de beroepspraktijk kunnen verbeteren.

## 6.3 Aanbevelingen voor de praktijk

Uit het onderzoek is gebleken dat een kopje koffie, ongeacht de soort, een effect heeft op de RMR. Aangezien het effect van een kopje koffie per persoon verschilde, is het niet mogelijk een correctie toe te passen op de uitkomst van de meting. De aanbeveling voor de praktijk is dan ook de meting niet meer uit te voeren mocht een cliënt zich niet aan het volledige protocol hebben gehouden. Daarbij is ook van belang vooraf met de cliënt het protocol uitgebreid door te nemen en het protocol en het juist opvolgen daarvan verder toe te lichten. Het voorkomen van onduidelijkheden en andere vragen is noodzakelijk voor een betrouwbare uitkomst van de meting. Ten slotte is het voor de praktijk van belang op de hoogte te blijven van nieuwe onderzoeken met betrekking tot de FITMATE® om de kwaliteit van de RMR-meting te blijven verbeteren.

## 6.4 Aanbevelingen voor vervolgonderzoeken

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een kopje koffie om het effect van cafeïne op de RMR te meten. Er zijn ook andere populaire middelen onder de bevolking die cafeïne bevatten, bijvoorbeeld thee. Thee bevat minder cafeïne dan koffie. (Bunker & McWilliams, 1979). Thee is, net zoals koffie, een populaire cafeïne bevattende drank onder de Nederlandse bevolking (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2016). Een vernieuwend onderzoek in dezelfde setting als dit onderzoek, naar de invloed van thee op de RMR kan worden aanbevolen vanwege de lagere concentratie cafeïne, in vergelijking met koffie.

## 6.5 Aanbevelingen voor de NAF

Onderzoeken blijven doen is van belang om de NAF te blijven ontwikkelen. Studenten de kans en het vertrouwen blijven geven om onderzoeken uit te voeren naar verschillende onderwerpen die voorkomen binnen de NAF is van belang. Met de resultaten die voortkomen uit de verschillende onderzoeken kan de NAF zich blijven aanpassen en verbeteren. Met de resultaten van dit onderzoek kan de NAF worden aanbevolen om het protocol voor het gebruik van de FITMATE® aan te scherpen met betrekking tot het gebruik van cafeïne voor de RMR-meting.

# Bibliografie

Abernethy, D., Todd, E., & Schwartz, J. (1985). Caffeine disposition in obesity.

*British Journal Clinical Pharmacology* *, 20* (1), 61-66.

Acheson, K., Gremaud, G., Meirim, I., Montigon, F., Krebs, Y., Fay, L., et al.

(2004). Metabolic effects of caffeine in humans: lipid oxidation or futile cycling? *American Journal of Clinical Nutrition* *, 79* (1), 40-46.

Arciero, P., Gardner, A., Calles-Escandon, J., Benowitz, N., & Poehlman, E.

(1995). Effects of caffeine ingestion on NE kinetics, fat oxidation, and energy expenditure in younger and older men. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism* *, 268* (6), 1192-1198.

Arciero, P., Goran, M., & Poehlman, E. (1993). Resting metabolic rate is lower in

women than in men. *Journal of Applied Physiology* *, 75* (6), 2514-2520.

Arcieroa, P. B., Nindla, B., & Benowitz, N. (2000). Influence of age on the thermic

response to caffeine in women. *Metabolism* *, 49* (1), 101-107.

Atgiéa, C., Faintreniea, G., Carpénéb, C., Bukowieckic, L., & Géloëna, A. (1998).

Effects of Chronic Treatment with Noradrenaline or a Specific β3-Adrenergic Agonist, CL 316 243, on Energy Expenditure and Epididymal Adipocyte Lipolytic Activity in Rat. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* *, 119* (2), 629–636.

Baarends, E., Schols, A., Pannemans, D., Westerterp, K., & Wouters, E. (1997).

Total free living energy expenditure in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* *, 155* (2), 549-554.

Bader, N., Bosy-Westphal, A., Dilba, B., & Müller, M. (2005). Intra- and

interindividual variability of resting energy expenditure in healthy male subjects -- biological and methodological variability of resting energy expenditure. *The British Journal of Nutrition* *, 94* (5), 843-849.

Barone, J., & Roberts, H. (1996). Caffeine consumption. *Food and Chemical*

*Toxicology* *, 34* (1), 119-129.

Barzgar, R., & Molenaar, H. *De Fitmate RMR in de eerstelijns Diëtetiek.* Haagse

Hogeschool, Health Point.

Begas, E., Kouvaras, E., Tsakalof, A., Papakosta, S., & Asprodini, E. (2007). In vivo

evaluation of CYP1A2, CYP2A6, NAT-2 and xanthine oxidase activities in a Greek population sample by the RP-HPLC monitoring of caffeine metabolic ratios. *Biomedical Chromatography , 21* (2), 190-200.

Berkowitz, B., Tarver, J., & Spector, S. (1970). Release of norepinephrine in the

central nervous system by theophylline and caffeine. *European Journal of Pharmacology* *, 10* (1), 64-71.

Buchholz, A., Rafii, M., & Pencharz, P. (2001). Is resting metabolic rate different

between men and women? *British Journal of Nutrition* *, 86*, 641–646.

Bunker, M., & McWilliams, M. (1979). Caffeine content of common beverages.

*Journal of the American Dietetic Association* *, 74* (1), 28-31.

Butte, N., Hopkinson, J., Mehta, N., & Moon, J. S. (1999). Adjustments in energy

expenditure and substrate utilization during late pregnancy and lactation. *American Journal of Clinical Nutrition* *, 69* (2), 299-307.

Caffeine Informer. (n.d.). *Instant Coffee*. Retrieved from caffeine informer:

http://www.caffeineinformer.com/caffeine-content/coffee-instant

Carrillo, J., & Benitez, J. (2000). Clinically Significant Pharmacokinetic

Interactions Between Dietary Caffeine and Medications. *Clinical Pharamcokinetics* *, 39* (2), 127-153.

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2016). *Voedings- en genotmiddelen;*

*consumptie per Nederlander, 1899 - 2009.* Centraal Bureau voor de Statistiek.

Choukoud, S., & el Maknouzi, S. (2013). *Meten in de diëtetiekpraktijk: het meten*

*van het rustmetabolisme met de Fitmate.* Haagse Hogeschool, Health Point.

Coffee and Health. (n.d.). *Instant Coffee*. Retrieved from Coffee and Health:

http://coffeeandhealth.org/all-about-coffee/instant-coffee/

COSMED. (n.d.). *FitMate GS*. Retrieved from cosmed:

<http://www.cosmed.it/en/products/indirect-calorimetry/fitmate-gs-> desktop-indirect-calorimetry

Cunningham, J. (1980). A reanalysis of the factors influencing basal metabolic

rate in normal adults1. *American Journal of Clinical Nutrition* *, 33* (11), 2372-2374.

Daly, J., Butts-Lamb, P., & Padgett, W. (1983). Subclasses of adenosine receptors

in the central nervous system: Interaction with caffeine and related methylxanthines. *Cellular and Molecular Neurobiology* *, 3* (1), 69-80.

Davies, S., Earthman, C., Frankenfield, D., Fullmer, S., Coleman, A., Lee, P., et al.

(2014). *Energy expenditure: measuring resting metabolic rate (RMR) in the healthy and non-critically ill evidence-based nutrition practice guideline.* Retrieved from Agency for Healthcare Reseach and Quality: http://www.guideline.gov/content.aspx?id=48764

De Pergola, G. (2000). The adipose tissue metabolism: role of testosterone and

dehydroepiandrosterone. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* *, 24* (2), 59-63.

Dolezal, B., Potteiger, J., Jacobsen, D., & Benedict, S. (2000). Muscle damage and

resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. *Medicine and Science in Sport and Excersice* *, 32* (7), 1202-1207.

Donovan, J., & DeVane, C. (2001). A primer on caffeine pharmacology and its drug

interactions in clinical psychopharmacology. *Psychopharmacology Bulletin* *, 35* (3), 38-40.

Duioo, G., Geissler, C., Horton, T., & Collins, A. a. (1989). Normal caffeine

consumption: influence on thermogenesis and daily energy expenditure in lean and postobese human volunteers. *American Journal of Clinical Nutrition* *, 49* (1), 44-50.

Elliott, K. W., Hatch, S., Palace, V., Hare, J., Speakman, J., & Anderson, W. (2013).

Thyroid hormones correlate with resting metabolic rate, not daily energy expenditure, in two charadriiform seabirds. *Biology Open* *, 2* (6), 580-586.

Faber, M., & Fuhr, U. (2004). Time response of cytochrome P450 1A2 activity on

cessation of heavy smoking. *Clinical Pharmacology and Therapeutics* *, 76* (2), 178-184.

Ferrannini, E. (1988). The theoretical bases of indirect calorimetry: a review.

*Metabolism: clinical and experimental* *, 37* (3), 287-301.

Frankenfield, D., Roth-Yousey, L., & Compher, C. (2005). Comparison of

Predictive Equations for Resting Metabolic Rate in Healthy Nonobese and Obese Adults: A Systematic Review. *American Dietetic Association* *, 105* (5), 775–778.

Fredholm, B. (1995). Adenosine, Adenosine Receptors and the Actions of

Caffeine. *Pharmacology & Toxicology* *, 76* (2), 93-101.

Fredholm, B., Bättig, K., Holmén, J., & Nehlig, A. a. (1999). Actions of Caffeine in

the Brain with Special Reference to Factors That Contribute to Its Widespread Use. *Pharmacological Reviews* *, 51* (1), 83-133.

Gilliat-Wimberly, M. M., Woolf, K., Swan, P., & Carroll, S. (2001). Effects of

habitual physical activity on the resting metabolic rates and body compositions of women aged 35 to 50 years. *Journal of the American Dietetic Association* *, 101* (10), 1181-1188.

Haugen, H., Chan, L., & Li, F. (2007). Indirect calorimetry: a practical guide for

clinicians. *Nutrition in Clinical Practice* *, 22* (4), 377-388.

Hetzler, R., Knowlton, R., Somani, S., Brown, D., & Perkins, R. (1990). Effect of

paraxanthine on FFA mobilization after intravenous caffeine a dministration in humans. *Journal of Applied Physiology* *, 68* (1), 44-47.

Horst, K., Robert, J., Willson, & Smith, R. (1936). The Effect Of Coffee and

Decaffeinated Coffee on Oxygen Consumption, Pulse Rate and Blood Pressure. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* *, 58* (3), 294-304.

Inoue, T., Tsuchiya, K., & Koyama, T. (1994). Regional changes in dopamine and

serotonin activation with various intensity of physical and psychological stress in the rat brain. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* *, 49* (4), 911-920.

Jones, P., Van Pelt, R., Johnson, D., & Seals, D. (2004). Role of Sympathetic Neural

Activation in Age- and Habitual Exercise-Related Differences in the Thermic Effect of Food. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* *, 89* (10), 5138-5144.

Kalow, W., & Bing-Kou, T. (1993). The use of caffeine for enzyme assays: A

critical appraisal . *Clinical Pharmacology and Therapeutics* *, 53* (5), 503-515.

Klausen, B., Toubro, S., & Astrup, A. (1997). Age and sex effects on energy

expenditure. *American Journal of Clinical Nutrition* *, 65* (4), 895-907.

Knutti, R., Rothweiler, H., & Schlatter, C. (1982). The effect of pregnancy on the

pharmacokinetics of caffeine. *Archives of Toxicology Supplement* *, 5*, 187-192.

Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Koffie en Thee. (n.d.). *Zetmethodes*.

Retrieved from knvkt: h<ttp://www.knvkt.nl/de-nederlandse-koffie-en-t>heemarkt/nederlandse-koffiemarkt/zetmethodes

Koot, P., & Deurenberg, P. (1995). Comparison of changes in energy expenditure

and body temperatures after caffeine consumption. *Annals of Nutrition and Metabolism* *, 39* (3), 135-142.

Kot, M., & Daniel, W. (2008). The relative contribution of human cytochrome

P450 isoforms to the four caffeine oxidation pathways: an in vitro comparative study with cDNA-expressed P450s including CYP2C isoforms. *Biochemical Pharmacology* *, 76* (4), 543-551.

Kummer, C. (2003). *The Joy of Coffee: The Essential Guide to Buying, Brewing, and*

*Enjoying.* Houghton Mifflin Harcourt.

Kya, C., Louarnb, J., Dusserta, S., Guyotc, B., Hamona, S., & Noirota, M. (2001).

Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild Coffea arabica L. and C. canephora P. accessions. *Food Chemistry* *, 75* (2), 223-230.

Lemmer, J., Ivey, F., Ryan, A., Martel, G., Hurlbut, D., Metter, J., et al. (2001). Effect

of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Medicine and Science in Sports and Excersize* *, 33* (4), 532-541.

Miller, A., & Blyth, C. (1952). Estimation of Lean Body Mass and Body Fat From

Basal Oxygen Consumption and Creatinine Excretion. *Journal of Applied Physiology* *, 5* (2), 73-78.

Molé, P. (1990). Impact of energy intake and exercise on resting metabolic rate.

*Sports Medicine* *, 10* (2), 72-87.

Nehlig, A., Daval, J., & Debry, G. (1992). Caffeine and the central nervous system:

mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects. *Brain Research Reviews* *, 17* (2), 139-170.

Nieman, D., Austin, M., Benezra, L., Pearce, S., McInnis, T., Unick, J., et al. (2006).

Validation of Cosmed's FitMate in measuring oxygen consumption and estimating resting metabolic rate. *Research in Sports Medicine* *, 14* (2), 89-96.

Prince, M. (2013, 11). *How to Use a Press Pot*. Retrieved from Coffee Geek:

http://www.coffeegeek.com/guides/presspot

PubChem. (2015, 09 12). *Cafeine*. Retrieved from PubChem:

https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2519#section=Top

Ravussin, E., & Swinburn, B. (1993). Metabolic predictors of obesity: cross-

sectional versus longitudinal data. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders* *, 17* (3), 28-31.

Ruttimann, Y., Schutz, Y., Jéquier, E., Lemarchand, T., & Chioléro, R. (1991).

Thermogenic and metabolic effects of dopamine in healthy men. *Critical Care Medicine* *, 19* (8), 1030-1036.

Santini, A., Ferracane, R., Mikusová, P., Eged, S., Srobárová, A., Meca, G., et al.

(2011). Influence of different coffee drink preparations on ochratoxin A content and evaluation of the antioxidant activity and caffeine variations. *Food Control* *, 22*, 1240-1245.

Scribblers Coffee. (2011). *Which Has More Caffeine: Light or Dark Roast Coffee?*

Retrieved from Scribblers Coffee: http://www.scribblerscoffee.com/coffees\_caffeine.htm

Speakman, J., & Selman, C. (2003). Physical activity and resting metabolic rate. *The Proceedings of the Nutrition Society* *, 62* (3), 621-634.

Temple, J., Ziegler, A., Graczyk, A., Bendlin, A., Sion, T., & Vattana, K. (2014).

Cardiovascular Responses to Caffeine by Gender and Pubertal Stage. *American Acadamy of Pediatrics* (134), 112-119.

Treuth, M., Hunter, G., & Williams, M. (1996). Effects of exercise intensity on 24-h

energy expenditure and substrate oxidation. *Medicine and Science in Sports and Excersize* *, 28* (9), 1138-1143.

Tufts University Nutrition Collaboration Center for Drug Abuse and AIDS

Research. (2003, 9). *Resting Energy Expenditure PROTOCOL.* Retrieved from TNC-CDAAR: http://cdaar.tufts.edu/protocols/REE-protocol-edited.pdf

Tzankoff, S., & Norris, A. (1978). Longitudinal changes in basal metabolism in

man. *Journal of Applied Physiology* *, 45* (4), 536-539.

van Zant, R. (1992). Influence of diet and exercise on energy expenditure--a

review. *International Journal of Sports Nutrition* *, 2* (1), 1-19.

Wang, G., Volkow, N., Logan, J., Pappas, N., Wong, C., Zhu, W., et al. (2001). Brain

dopamine and obesity. *The Lancet* *, 357* (9253), 354-357.

Whigham, L., Schoeller, D., Johnson, L., & Atkinson, R. (2013). Effect of clothing

weight on body weight. *International Journal of Obesity* *, 37* (1), 160-161.

Xiaoping, W., Odouli, R., & De-Kun, L. (2008). Maternal caffeine consumption

during pregnancy and the risk of miscarriage: a prospective cohort study. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* *, 198* (3), 279.

# Bijlage I The effect of Caffeine from two different types of coffee on the RMR and the effect of caffeine from both types of coffee on the RMR over time.

**M.H. de Groot, MSc, J. Langius, MSc, D.W. Voskuil, MSc, L. Gribnau & K. Grootveld**

**ABSTRACT The effect of caffeine from coffee on the metabolic rate (RMR) was investigated in 3 healthy males and 12 healthy females within the age of 18 and 35. The aim of the study was to determine the difference between the RMR in a sober state and the RMR with the consumption of one cup of coffee. Two different samples of coffee were used. Fine grind Arabica coffee beans were used, prepared with a French Press (S1) and an instant coffee (S2) was used to determine the difference. The RMR was measured before consumption, half an hour after intake and once in an hour for 3 hours after consumption. The RMR is measured with indirect calorimetry by using the FITMATE**® **(CosMed). The research indicates that the effect of caffeine out of filter coffee prepared by a French Press (S1) and instant coffee (S2) on the resting metabolic rate is significant. The coffee, despite the type, ensured a difference in resting metabolic rate in every participant. The effect of caffeine out of a cup of coffee over time was significant as well. The difference in effect between both types of coffee is not significant, in spite of the caffeine content between both types. This means that the consumption of coffee before a RMR-measurement with FITMATE® can be certified as not reliable.**

The human body uses energy. The total energy expenditure of the body equals the total energy requirements (Tufts University Nutrition Collaboration Center for Drug Abuse and AIDS Research, 2003). The energy expenditure differs per person.

It is important for a dietician to know the energy requirements of their clients to compose a subsequent dietary treatment (Frankenfield, Roth-Yousey, & Compher, 2005). The energy requirements can be determined by measuring. The resting metabolic rate (RMR) represents the energy requirements of a person in rest.

Determining the RMR can be done by using formulas, indirect and direct calorimetry Indirect calorimetry is the golden standard for the measurement of RMR (Haugen, Chan, & Li, 2007). This method measures the energy expenditure on the basis of gas exchange (Ferrannini, 1988; Nieman, et al., 2006).

A protocol must be followed to provide a reliable measurement. Being sober during the measurement and no use of stimulants are part of the protocol (Davies, et al., 2014). Caffeine is a stimulant. Experience of expert show that it is not always possible for the client to follow the protocol correctly (Choukoud & el Maknouzi, 2013). Incorrect compliance with the protocol may affect the reliability of the measurement. Students of The Hague University of Applied Sciences have done research focused on this subject. These studies showed that measurements of the FITMATE® under varying conditions could still be considered reliable. Students of The Hague University of Applied Sciences have not studied the effect of caffeine from coffee on the RMR yet.

Caffeine is known as one of the most used stimulants in the world (Donovan & DeVane, 2001). Research shows that consuming 200 mg of caffeine, added to coffee, can increase the metabolism by 7% (SD=4%) (Koot & Deurenberg, 1995). A cup of coffee (150 ml), brewed with a French press, contains around 80 mg of caffeine and a cup of instant coffee (150 ml) contains around 60 mg caffeine. The intake of a cup of coffee before the measurement can influence the results of the RMR measurement. This has not been studied yet with the use of coffee brewed with a French press and instant coffee. It is important for dieticians to examine this question to provide a valid protocol for the use of the FITMATE®. The purpose of this study is to determine whether the use of caffeine for the measurement of RMR through the FITMATE® affects the results. This is to see whether the measurement of RMR with the use of the FITMATE® is still reliable, if clients do not comply with the protocol regarding caffeine use .

**Methods**

*Population*

The research was conducted among healthy adults with a BMI between 18,5 and 25. Healthy adults may refer to persons between 18 and 35 years without any disease and / or disorders that could potentially affect the resting metabolic rate, without diseases and / or conditions where it is irresponsible to be sober and persons without diseases and / or conditions where it is not recommended to consume caffeine. Pregnant women, smokers and persons using (clinical) drugs were excluded.

*Participant Protocol*

For the study to perform well, the participants had to adhere to a prescribed protocol. This protocol was based on scientific literature . The participant had to:

- No consumption of caffeine 24 hours before the measurement;

- 12 hours before the measurement not have eaten/drunk, with the exception of water ;

- Minimal effort both the day before and just before the measurement;

- 30 minutes relax in peaceful surroundings before the start of the measurements ;

- The person must be measured lying.

*Coffee Sample*

Two types of coffee were used during the investigation. For the first type of coffee (S1) a there a light roast fine grind with 100% Arabica beans were used (AH Perla Soft Extra Mild). This was prepared by the use of a French press. The caffeine content of coffee that has been prepared this way was 80 mg per cup. The second type of coffee (S2) was instant coffee (Nescafe Gold). The caffeine content per cup was 60 mg, which was much lower compared to the French Press method.

*Implementation*

Each participant (n=15) underwent multiple measurements on two different mornings. The mornings in which the participant was present, were two non-consecutive mornings. Before the investigation started, we took a brief questionnaire administered to participants. The participants were measured prior to the investigation and weighed. These data were entered into the FITMATE®. Once this data has been entered, the first RMR measurement started (T0). This first measurement, was carried out in completely sober state and a correctl follow-up of the protocol. After this measurement was completed, the participant had to consume S1 or S2. Whether the participant S1 or S2 consumed, was determined arbitrary and without the knowledge of the participant. The researchers were aware of the type of coffee consumed. The RMR was measured before consumption (T0), half an hour after intake (T1) and once in an hour for 3 hours after consumption (T2 till T4). Breakfast was available for each participant after finishing the last measurement. The second morning that the participant was present, all the above steps were repeated exactly the same way. When the participant consumed S1 on the first morning, this participant had to consume S2 on the second morning, and the other way around.

**Results**

A pairwise comparison is used to show the difference between both samples at T0 in comparison to T1 till T4. Figure 1 shows that the difference between RMR after intake of both samples is significant (p<0,05) in comparison to the first measurement (T0). The repeated measure-ANOVA test Spherecity Assumed viewed over time had a p-value of <0,001. This indicates that the effect of caffeine on the RMR of both samples was significant. The effect of the caffeine from both samples over time on the RMR is shown in figure 2. Figure 2 shows that the T0-measurement does not match on both days.

The repeated measure-ANOVA test Spherecity Assumed viewed over time and the difference between samples is not significant (p=0,250). This indicates that there is no significant difference between the effects of both samples on the RMR.

**Discussion**

The research indicates that the effect of caffeine from filter coffee prepared by a French Press (S1) and instant coffee (S2) on the resting metabolic rate is significant. The coffee, despite the type, ensured a difference in resting metabolic rate in every participant. The effect of caffeine from a cup of coffee over time was significant as well. The difference between both types of coffee is not significant, in spite of the caffeine content between both types. This means that the consumption of coffee before an RMR-measurement with FITMATE® can be certified as not reliable. As the effect on each participant was different after the consumption of a cup of coffee, it is not possible to apply a correction to the result of the measurement.

The question arises, whether the study is reliable enough to make a conclusion. Fewer subjects participated (n=15) than the sample-size calculation predicted (n=27). Still, there was a clear significant difference of RMR within each subject.

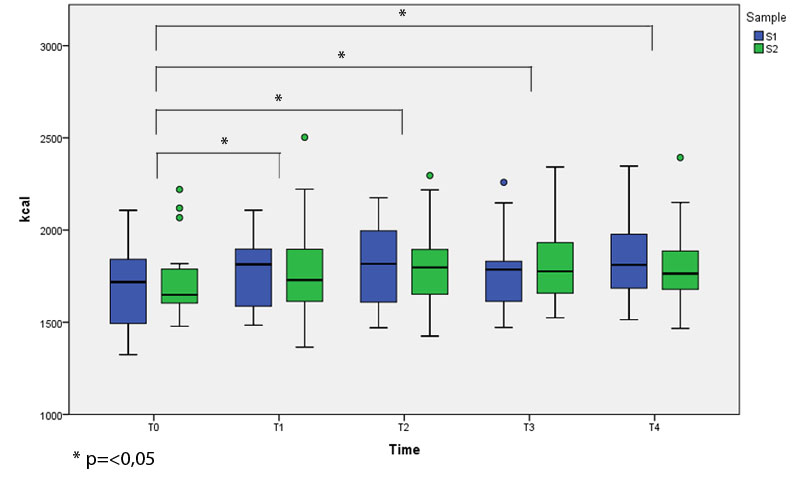
Besides the fact that fewer subjects participated, another question, which should be discussed, is that there was no difference made between men and female. Recent study has

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Category | Men (n=3) | Women (n=12) | Total (n=15) |
| Age, mean SD | 20,0 1,0 | 22,5 4,3 | 22,0 3,8 |
| BMI, mean SD | 23,4 2,2 | 22,4 2,2 | 22,7 2,1 |

**Table 1 participant Characteristics**

shown that caffeine intake among men caused increased cardiovascular response than women. Also, the menstrual cycle may have an influence on the effect of caffeine (Temple et al., 2014). Because caffeine can cause a different cardiovascular effect between men and women, it is possible that the RMR is also influenced differently between men and women after intake of caffeine. This can be an explantation for the degree of dispersion which was found in the effect of caffeine on the RMR on the subjects. Besides, there was a difference of RMR in every subject after intake of caffeine, despite the fact if the subject was man or female, which can conclude that there is no need to make a difference between men and women.

The required number of participants was calculated with a sample size calculation. To get a power of 80%, 27 participants were required. 15 persons participated in the study. This is why the power of the research is lower than what was aimed. Nevertheless, there was a significant effect found in the current population.



All the participants were measured in a sober state on both days. The results of the sober measurements were not the same on both days, which was noticeable. Even though the measurement conditions were standardized for each participant, other factors could have influenced the RMR, such as stress or dietary changes (van Zant, R.S., 1992; Inoue, T.;

Tsuchiya, K. & Koyama, T., 1994; Wang, G.J

et al, 2001). These factors could not be checked and influenced by the researchers. Other factors, like being sober before the measurement, no performing exercise the day before the measurement etc. were taken into account.

During the research, two different samples were used and consumed single-blinded by the participants. The samples were all prepared on the same accurate way.

To determine the effect of caffeine on the RMR over a longer time, multiple measurements were taken. This way, a trend could be determined. To prevent coincidence, a single measure was used.

***Figure 1.*** *The distribution of the frequency distribution of the RMR of all participants for each sample expressed in kcal per time measurement ( T0 t / m T4). P - value between T0 in comparison with T1 t / m T4 visible. Participants with outlying values ​​are shown as spheres beyond the box plot. The black stripes that is located in the box plot shows the median to*

***Figure 2.*** *Average RMR per time measurement (T0 till T4) indicated per sample ( S1 and S2) in calories.*

**Bibliography**

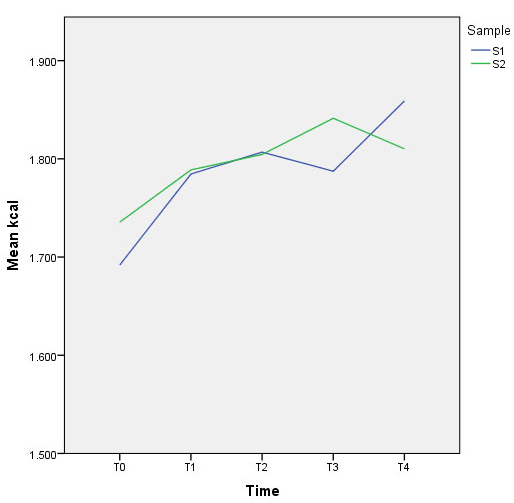
Acheson, K., Gremaud, G., Meirim, I., Montigon, F., Krebs, Y., Fay, L., et al. (2004). Metabolic effects of caffeine in humans: lipid oxidation or futile cycling? *American Journal of Clinical Nutrition* *, 79* (1), 40-46.

Arciero, P., Gardner, A., Calles-Escandon, J., Benowitz, N., & Poehlman, E. (1995). Effects of caffeine ingestion on NE kinetics, fat oxidation, and energy expenditure in younger and older men. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism* *, 268* (6), 1192-1198.

Arcieroa, P. B., Nindla, B., & Benowitz, N. (2000). Influence of age on the thermic response to caffeine in women. *Metabolism* *, 49* (1), 101-107.

Butte, N., Hopkinson, J., Mehta, N., & Moon, J. S. (1999). Adjustments in energy expenditure and substrate utilization during late pregnancy and lactation. *American Journal of Clinical Nutrition* *, 69* (2), 299-307.

Carrillo, J., & Benitez, J. (2000). Clinically Significant Pharmacokinetic Interactions Between Dietary Caffeine and Medications. *Clinical Pharamcokinetics* *, 39* (2), 127-153.

Davies, S., Earthman, C., Frankenfield, D., Fullmer, S., Coleman, A., Lee, P., et al. (2014). *Energy expenditure: measuring resting metabolic rate (RMR) in the healthy and non-critically ill evidence-based nutrition practice guideline.* Retrieved from Agency for Healthcare Reseach and Quality: http://www.guideline.gov/content.aspx?id=48764

Donovan, J., & DeVane, C. (2001). A primer on caffeine pharmacology and its drug interactions in clinical psychopharmacology. *Psychopharmacology Bulletin* *, 35* (3), 38-40.

Duioo, G., Geissler, C., Horton, T., & Collins, A. a. (1989). Normal caffeine consumption: influence on thermogenesis and daily energy expenditure in lean and postobese human volunteers. *American Journal of Clinical Nutrition* *, 49* (1), 44-50.

Faber, M., & Fuhr, U. (2004). Time response of cytochrome P450 1A2 activity on cessation of heavy smoking. *Clinical Pharmacology and Therapeutics* *, 76* (2), 178-184.

Ferrannini, E. (1988). The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. *Metabolism: clinical and experimental* *, 37* (3), 287-301.

Frankenfield, D., Roth-Yousey, L., & Compher, C. (2005). Comparison of Predictive Equations for Resting Metabolic Rate in Healthy Nonobese and Obese Adults: A Systematic Review. *American Dietetic Association* *, 105* (5), 775–778.

Haugen, H., Chan, L., & Li, F. (2007). Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutrition in Clinical Practice* *, 22* (4), 377-388.

Knutti, R., Rothweiler, H., & Schlatter, C. (1982). The effect of pregnancy on the pharmacokinetics of caffeine. *Archives of Toxicology Supplement* *, 5*, 187-192.

Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Koffie en Thee. (n.d.). *Zetmethodes*. Retrieved from knvkt: http://www.knvkt.nl/de-nederlandse-koffie-en-theemarkt/nederlandse-koffiemarkt/zetmethodes

Koot, P., & Deurenberg, P. (1995). Comparison of changes in energy expenditure and body temperatures after caffeine consumption. *Annals of Nutrition and Metabolism* *, 39* (3), 135-142.

Nieman, D., Austin, M., Benezra, L., Pearce, S., McInnis, T., Unick, J., et al. (2006). Validation of Cosmed's FITMATE in measuring oxygen consumption and estimating resting metabolic rate. *Research in Sports Medicine* *, 14* (2), 89-96.

Temple, J., Ziegler, A., Graczyk, A., Bendlin, A., Sion, T., & Vattana, K. (2014). Cardiovascular Responses to Caffeine by Gender and Pubertal Stage. *American Acadamy of Pediatrics* (134), 112-119.

Tufts University Nutrition Collaboration Center for Drug Abuse and AIDS Research. (2003, 9). *Resting Energy Expenditure PROTOCOL.* Retrieved from TNC-CDAAR: http://cdaar.tufts.edu/protocols/REE-protocol-edited.pdf

Xiaoping, W., Odouli, R., & De-Kun, L. (2008). Maternal caffeine consumption during pregnancy and the risk of miscarriage: a prospective cohort study. *American Journal of Obstetrics and Gynecology, 198* (3), 279

# Bijlage II Level of Evidence gebruikte literatuur

95% van de gebruikte literatuur heeft een level of evidence A of B. De overige 5% heeft een level of evidence C.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Auteur | Titel | Jaar | Gepubliceerd in | Type studie | Level of Evidence |
| Haugen, H.A.; Chan, L.N.; & Li, F. | Indirect Calorimetry: a practical guide for clinicians. | 2007 | Nutrition in Clinical Practice | Systematische review | A1 |
| Miller, A.T. & Blyth, C.S. | Estimation of lean body mass and body fat from basal oxygen consumption and creatinine excretion | 1952 | Journal of Applied Physiology | Vergelijkend onderzoek | B |
| Tzankoff & Norris | Longitudinal changes in basal metabolism in man | 1978 | Journal of Applied Physiology | Vergelijkend onderzoek | A2 |
| Ravussion, E. & Swinburn, B.A. | Metabolic Predictors of obesity: cross-sectional versus longitudinal data | 1993 | International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders | Systematische review | A1 |
| Cunningham, J. | A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults | 1980 | American Journal of Clinical Nutrition | Systematische review | A1 |
| Bader, N.; Bosy-Westphal, A.; Dilba, B. & Müller, M. | Intra- and interindividual variability of resting energy expenditure in healthy male subjects – biological and methodological variability of resting energy expenditure | 2005 | British Journal of Nutrition | Vergelijkend onderzoek | B |
| Klausen, B.; Toubro, S. & Astruo, A. | Age and sex effects on energy expenditure | 1997 | The American Journal of Clinical Nutrition | Vergelijkend onderzoek | B |
| Arciero, P.; Goran, M. & Poehlman, E. | Resting metabolic rate is lower in women than in men | 1993 | Journal of Applied Physiology | Vergelijkend onderzoek | B |
| Buccholz, A.; Rafii, M. & Pencharz, P. | Is resting metabolic rate different between men and women? | 2001 | British Journal of Nutrition | Vergelijkend onderzoek | B |
| Elliot, K.W.; Hatch, S.; Palace, V.; Hare, J.; Speakman, J. & Anderson, W. | Thyroid hormones correlate with resting metabolic rate, not daily energy expenditure, in two charadriiform seabirds | 2013 | Biology Open | Vergelijkend onderzoek | B |
| De Pergola, G. | The adipose tissue metabolism: role of testosterone and dehydroepiandrosterone | 2000 | International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders | Niet-vergelijkende onderzoek | C |
|  |  |  |  |  |  |
| Gilliat-Wimberly, M.M.; Woolf, K.; Swan, P. & Carroll, S. | Effects of habitual physical activity on the resting metabolic rates and body compositions of women aged 35 to 50 years | 2001 | Journal of the American Dietetic Association | Vergelijkend onderzoek | B |
| Lemmer, J.; Ivey, F.; Ryan, A.; Martel, G.; Hurlbut, D.; Metter, J. et al. | Effect of strength training on the resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons | 2001 | Medicine and Science in Sports and Exercise | Vergelijkend onderzoek | B |
| Speakman, J. & Selman, C. | Physical activity and resting metabolic rate | 2003 | The Proceedings of the Nutrition Society | Systematische review | A1 |
| Dolezal, B.; Potteiger, J.; Jacobsen, D. & Benedict, S. | Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload | 2000 | Medicine and Science in Sport and Exercise | Vergelijkend onderzoek | B |
| Treuth, M.; Hunter, G. & Williams, M. | Effects of exercise intensity on 24-h energy expenditure and substrate oxidation | 1996 | Medicine and Science in Sport an Exercise | Vergelijkend onderzoek | B |
| Baarends, E.; Schols, A.; Pannemans, D.; Westerterp, K.; & Wouters, E. | Total free living energy expenditure in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease | 1997 | American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine | Vergelijkend onderzoek | B |
| Molé | Impact of energy intake and exercise on resting metabolic rate | 1990 | Sports Medicine | Systematischereview | A1 |
| Jones, P.; van Pelt, R.; Johnson, D. & Seals, D. | Role of Sympathetic Neural Activation in Age- and Habitual Exercise-Related Differences in the Thermic Effect of Food | 2004 | The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism | Vergelijkend onderzoek | B |
| Fredholm, B.; Bättig, K.; Holmén, J.; Nehlig, A. & Zvartau, E.E. | Actions of Caffeine in the Brain with Special Reference to Factors that Contribute to its Widespread Use | 1999 | Pharmacological Reviews | Systematische review | A1 |
| Barone, J. & Roberts, H. | Caffeine Consumption | 1996 | Food and Chemical Toxicology | Niet-vergelijkend onderzoek | C |
| Kot, M. & Daniel, W. | The relative contribution of human cytochrome P450 isoforms to the four caffeine oxidation pathways: an in vitro comparative study with cDNA-expressed P450s including CYP2C isoforms | 2008 | Biochemical Pharmacology | Vergelijkend onderzoek | B |
| Begas, E.; Kouvaras, E.; Tsakalof, A.; Papakosta, S. & Asprodini, E. | In vivo evaluation of CYP1A2, CYP2A6, NAT-2 and xanthine oxidase activities in a Greek population sample by the RP-HPLC monitoring of caffeine metabolic ratios | 2007 | Biomedical Chromatography | Vergelijkend onderzoek | B |
| Horst, K.; Robert, J.; Willson & Smith, R. | The effect of coffee and decaffeinated coffee on oxygen consumption, pulse rate and blood pressure | 1936 | Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics | Vergelijkend onderzoek | B |
| Daly, J.; Butts-Lamb, P. & Padgett, W. | Subclasses of adenosine receptors in the central nervous system: Interaction with caffeine and related methylxanthines | 1983 | Cellular and Molecular Neurobiology | Vergelijkend onderzoek | B |
| Nehlig, A.; Daval, J. & Debry, G. | Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects | 1992 | Brain Research Reviews | Systematische review | A1 |
| Fredholm, B. | Adenosine, Adenosine Receptors and the Actions of Caffeine | 1995 | Pharmacology & Toxicology | Systematische review | A1 |
| Ruttimann, Y.; Schutz, Y.; Jéquier, E.; Lmarchand, T. & Chioléro, R. | Thermogenic and metabolic effects of dopamine in healthy men | 1991 | Critical Care Medicine | Vergelijkend onderzoek | A2 |
| Berkowitz, B.; Tarver, J. & Spector, S. | Release of norepinephrine in the central nervous system by theophylline and caffeine | 1970 | European Journal of Pharmacology | Vergelijkend onderzoek | B |
| Atgiéa, C.; Faintreniea, G.; Carpénéb, C.; Bukowieckic, L.J.; Géloëna, A. | Effects of Chronic Treatment with Noradrenaline or a Specific β3-Adrenergic Agonist, CL 316 243, on Energy Expenditure and Epididymal Adipocyte Lipolytic Activity in Rat | 1998 | Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology | Vergelijkend onderzoek | A2 |
| Hetzler, R. ;Knowlton, R.; Somani, S.; Brown, D. & Perkins, R. | Effect of paraxanthine on FFA mobilization after intravenous caffeine administration in humans | 1990 | Journal of Applied Physiology | Vergelijkend onderzoek | A2 |
| Acheson, K.; Gremaud, G.; Meirim, I.; Montigon, F.; Krebs, Y.; Fay, L. et al | Metabolic effects of caffeine in humans: lipid oxidation or futile cycling? | 2004 | American Journal of Clinical Nutrition | Vergelijkend onderzoek | A2 |
| Faber, M. & Fuhr, U. | Time response of cytochrome P450 1A2 activity on cessation of heavy smoking | 2004 | Clinical Pharmacology and Therapeutics | Vergelijkend onderzoek | B |
| Kalow, W. & Bing-Kou, T. | The use of caffeine for enzyme assays: A critical appraisal | 1993 | Clinical Pharmacology and Therapeutics | Systematische review | A1 |
| Knutti, R.; Rothweiler, H. & Schlatter, C. | The effect of pregnancy on the pharmacokinetics of caffeine | 1982 | Archives of Toxicology Supplement | Vergelijkend onderzoek | B |
| Xiaoping, W.; Odouli, R. & De-Kun, L. | Maternal caffeine consumption during pregnancy and the risk of miscarriage: a prospective cohort study | 2008 | American Journal of Obstretics and Gynecology | Vergelijkend onderzoek | B |
| Abernethy, D.; Todd, E. & Schwartz, J. | Caffeine disposition in obesity | 1985 | British Journal Clinical Pharmacology | Vergelijkend onderzoek | A2 |
| Duioo, G.; Geissler, C.; Hortin, T. & Collins, A. | Normal Caffeine consumption: influence on thermogenesis and daily energy expenditure in lean and postobese human volunteers | 1989 | American Journal of Clinical Nutrition | Vergelijkend onderzoek | B |
| Arciero, P, Gardner, A.; Calles-Escandon, J.; Benowitz, N. & Poehlman, E. | Effects of caffeine ingestion on NE kinetics, fat oxidation, and energy expenditure in younger and older men | 1995 | American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism | Vergelijkend onderzoek | A2 |
| Arcieroa, P.B.; Nindla, B. & Benowitz, N. | Influence of age on the thermic response to caffeine in women | 2000 | Metabolism | Vergelijkend onderzoek | A2 |
| Carrillo, J. & Benitez, J. | Clinically Significant Pharmacokinetics Interactions Between Dietary Caffeine and Medications | 2000 | Clinical Pharmacokinetics | Systematische review | A1 |
| Kya, C.; Louarnb, J.; Dusserta, S.; Guyotc, B.; Hamona, S. & Noirota, M. | Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild Coffea Arabica L. and C. canephora P. accessions | 2001 | Food Chemistry | Vergelijkend onderzoek | B |
| Santini, A.; Ferracane, R.; Mikusová, P.; Eged, S.; Srobárová, A.; Meca, G.; Mañes, J.; Ritieni, A. | Influence of different coffee drink preparations on ochratoxin A content and evaluation of the antioxidant activity and caffeine variations | 2011 | Food Control | Vergelijkend onderzoek | B |
| Bunker, M. & McWilliams, M. | Caffeine content of common beverages | 1979 | Journal of the American Dietetic Association | Vergelijkend onderzoek | B |

# Bijlage III Wervingsbericht

Het geplaatste wervingsbericht op Facebook is hieronder te zien.

*Beste Facebookvriendjes,   
voor onze afstudeerscriptie zoeken we mensen die graag mee willen werken aan ons onderzoek over het effect van cafeïne op de stofwisseling.   
 - Ben jij tussen de 18 en 35 jaar  
 - Heb je een gezond gewicht  
 - Rook je niet    
- Ben je niet zwanger  
 - Woonachtig in omgeving den Haag    
- En hou je van koffie  
Dan zijn we opzoek naar jou! Voldoe je zelf niet aan de criteria maar heb je vrienden/familie/kennissen die wel aan de eisen voldoen, tag ze dan in een berichtje. Voor interesse en meer informatie, mail even naar lennygribnau@hotmail.com of kimgrootveld@hotmail.com We horen graag van jullie!*

# Bijlage IV Poster/Flyer

# 

# Bijlage V Bereiding Koffiesamples

Preparatie Sample 1

Voor de eerste soort koffie (S=1) zal er een licht gebrande snelfiltermaling met 100% Arabicabonen gebruikt worden (AH Perla Zachte Extra Mild). Deze zal worden bereidt door het gebruik van een cafetiere of een French press.

1. Breng 250 ml water aan de kook
2. Weeg de koffie af (7 gram)
3. Doe de koffie in de cafetiere, zonder zuiger erop
4. Schenk het hete water langzaam en regelmatig over de koffie heen
5. Roer de koffie goed door het hete water heen
6. Zet de deksel op de cafetiere met de zuiger bovenop
7. Laat de koffie 4 minuten intrekken (stopwatch)
8. Druk de zuiger rustig en gelijkmatig naar beneden
9. Schrijf op het bekertje om welke sample het gaat
10. Schenk de koffie in een beker

Preparatie Sample 2

Voor de tweede soort koffie (S=2) is gekozen voor instant koffie (Nescafé Gold).

1. Breng 250 ml water aan de kook
2. Weeg de koffie af (2 theelepeltjes afwegen)
3. Schrijf op het bekertje om welke sample het gaat
4. Doe de koffie in het bekertje
5. Schenk het hete water over de oploskoffie
6. Roer goed door de koffie heen

# Bijlage VI Vragenlijst Deelnemer

**Vragenlijst Deelnemer**

Om te bekijken of je in de doelgroep past, willen we graag nog wat extra dingen van je weten. Deze gegevens kun je hieronder invullen. Alle gegevens blijven anoniem.

|  |  |
| --- | --- |
| **Naam** |  |
| **Geboortedatum** |  |
| **Geslacht** |  |
| **Lengte** |  |
| **Gewicht** |  |
| **Medicatiegebruik** |  |

Omdat we je op twee verschillende ochtenden nodig hebben, willen we graag van je weten welke dagen je eventueel beschikbaar bent over de gehele periode. Het liefst willen we zoveel mogelijk beschikbare dagen van je weten, zodat het qua planning makkelijker wordt. Alle metingen vinden plaats van maandag 19 oktober t/m vrijdag 20 november. De dagen dat je uiteindelijk ingepland word, krijg je vroegtijdig te weten. Mocht er iets tussenkomen, horen we dat graag optijd. Ook als je ziek bent willen we dit graag weten, dan kunnen we een andere dag inplannen. Bedankt!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Datum** | **Beschikbaar** | **Datum** | **Beschikbaar** |
| Ma 19 okt |  | Ma 23 nov |  |
| Di 20 okt |  | Di 24 nov |  |
| Wo 21 okt |  | Wo 25 nov |  |
| Do 22 okt |  | Do 26 nov |  |
| Vr 23 okt |  | Vrij 27 nov |  |
| Ma 26 okt |  | Ma 30 nov |  |
| Di 27 okt |  | Di 01 dec |  |
| Wo 28 okt |  | Wo 02 dec |  |
| Do 29 okt |  | Do 03 dec |  |
| Vrij 30 okt |  | Vrij 04 dec |  |
| Ma 02 nov |  |  |  |
| Di 03 nov |  |  |  |
| Wo 04 nov |  |  |  |
| Do 05 nov |  |  |  |
| Vrij 06 nov |  |  |  |
| Ma 09 nov |  |  |  |
| Di 10 nov |  |  |  |
| Wo 11 nov |  |  |  |
| Do 12 nov |  |  |  |
| Vrij 13 nov |  |  |  |
| Ma 16 nov |  |  |  |
| Di 17 nov |  |  |  |
| Wo 18 nov |  |  |  |
| Do 19 nov |  |  |  |
| Vrij 20 nov |  |  |  |

# Bijlage VII Checklist Deelnemer

**Checklist Deelnemer**

Naam:…………………………………

Geboortedatum:………………….

Gewicht:……………………………..

Lengte:……………………………….

Volgnummer:……………………..

Sample:………………………………

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Stap** | **Tijd (invullen)** | **Handeling** | **Handtekening** |
| 1. | +/- 07:30 | Controleren volledigheid koffer/accessoires FITMATE® |  |
| 2. |  | Controleren of de FITMATE® juist is aangesloten |  |
| 3. |  | ‘’Niet-storen’’ note op de deur plakken |  |
| 4. | +/-08:00 | Ontvangen deelnemer(s) |  |
| 5. |  | Deelnemers klaarmaken voor voorbereidingen test; schoenen en zware kleding uit |  |
| 6. |  | Deelnemers wegen en invullen |  |
| 7. |  | Deelnemers meten en invullen |  |
| 8. |  | Deelnemers informeren over test, er wordt verteld dat:   * Er een masker word geplaatst op het gezicht van de deelnemer waar hij/zij doorheen kan ademen. Deze meet de hoeveelheid in en uitgeademde lucht en aan de hand daarvan word de RMR bepaald. * De deelnemer rustig moet blijven liggen tijdens de meting * De FITMATE® geluid kan maken tijdens de meting * De meting ongeveer 15-20 minuten duurt |  |
| 9. |  | Deelnemer klaarmaken voor meting, maskers passen en plaatsen, vastmaken aan FITMATE®, gegevens deelnemer invoeren |  |
| 10. |  | Eerste meting afnemen (T=0) |  |
| 11. |  | Tijdens meting zal een persoon de samples klaarzetten op juiste wijze. Zie bereidingswijze S1 en S2. |  |
| 12. |  | Meting afgelopen, bonnetjes worden verzameld, maskers worden afgedaan, deelnemer neemt plaats in de ruimte en zal de sample toegediend krijgen. Stopwatch indrukken. |  |
| 13. |  | Inname sample, wanneer sample op is, timer indrukken. |  |
| 14. |  | 30 minuten na inname sample word de tweede meting uitgevoerd (T=1) bij de eerste deelnemer, het protocol van het gebruik van de FITMATE® blijft hetzelfde |  |
| 15. |  | Na de tweede meting kan de deelnemer plaatsnemen in de ruimte. Stopwatch indrukken. |  |
| 16. |  | 60 min. na T=1 start T=2, zelfde protocol FITMATE® |  |
| 17. |  | Na meting kan de deelnemer plaatsnemen in de ruimte, stopwatch indrukken. |  |
| 18. |  | 60 min. na T=2 start T=3, zelfde protocol FITMATE® |  |
| 19. |  | Na meting kan de deelnemer plaatsnemen in de ruimte, stopwatch indrukken. Voorbereidingen ontbijt kan worden gestart door een persoon. |  |
| 20. |  | 60 min. na T=3 start T=4, zelfde protocol FITMATE. Laatste meting |  |
| 21. |  | Na de laatste meting zal de deelnemer een uitgebreide lunch ontvangen, deze kunnen zij in rust nuttigen. |  |
| 22. |  | Maskers schoonmaken, accessoires en benodigdheden FITMATE® controleren en opbergen |  |

Aandachtspunten:

* Teken elke handeling af!
* Schrijf op elke resultatenbon om welke meting het gaat
* Zorg voor een passend masker
* Druk altijd de stopwatch in en noteer de tijden!!!!!