

2014

# **Adviesrapport over het gebruik van de indirecte calorimetrie bij patiënten met onverklaarbaar gewichtsverlies**

**TweeSteden ziekenhuis, Tilburg**

In opdracht van Nellie Overbeeke

Steffie Keukens (479551) & Marijn van den Boom (477407)  
Voeding & Diëtetiek  
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen  
Docentbegeleider: Vincent Hendriks



# **Het gebruik van de indirecte calorimetrie bij patiënten met onverklaarbaar gewichtsverlies in het TweeSteden ziekenhuis**

Steffie Keukens & Marijn van den Boom  
Nijmegen  
04-06-14

## Voorwoord

Dit adviesrapport is tot stand gekomen in het kader van een afstudeeropdracht binnen de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. Het adviesrapport is geschreven door twee vierdejaars studenten van de opleiding Voeding en Diëtetiek.

Dit adviesrapport is bestemd voor de afdeling Diëtetiek van het TweeSteden ziekenhuis in Tilburg. Het adviesrapport is ontwikkeld naar aanleiding van de aanschaf van de indirecte calorimetrie.

In het bijzonder gaat onze dank uit naar Nellie Overbeeke, Margot ter Horst en Roy van den Berg voor de inhoudelijke en organisatorische begeleiding tijdens deze opdracht. Daarnaast bedanken wij Vincent Hendriks voor zijn begeleiding vanuit school. Dit adviesrapport is mede tot stand gekomen dankzij hun feedback, suggesties en input.

Nijmegen, juni 2014

Marijn van den Boom en Steffie Keukens

## Inhoudsopgave

Blz:

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Samenvatting                                                            | 5  |
| Verklarende woordenlijst                                                | 6  |
| <br>                                                                    |    |
| 1. Inleiding                                                            | 7  |
| 1.1 Probleemstelling                                                    | 7  |
| 1.2 Doelstelling                                                        | 8  |
| 1.3 Hoofdvraag                                                          | 8  |
| 2. Materiaal en methode                                                 | 9  |
| 2.1 Onderzoekstype                                                      | 9  |
| 2.2 Onderzoeksgroep                                                     | 9  |
| 2.3 Data verzameling                                                    | 10 |
| 2.3.1 Literatuuronderzoek                                               | 10 |
| 2.3.2 Veldonderzoek                                                     | 10 |
| 2.4 Data analyseren                                                     | 11 |
| 2.4.1 Analyse van het literatuuronderzoek                               | 11 |
| 2.4.1 Aanalyse van het veldonderzoek                                    | 12 |
| 3. Resultaten                                                           | 13 |
| 3.1 Resultaten literatuuronderzoek                                      | 13 |
| 3.2 Resultaten veldonderzoek                                            | 15 |
| 4. Discussie en conclusie                                               | 17 |
| 5. Aanbevelingen                                                        | 18 |
| <br>                                                                    |    |
| Bronnenlijst                                                            | 20 |
| Bijlagen                                                                | 22 |
| Bijlage 1: Onderbouwing in- en exclusiecriteria deelnemers en patiënten | 23 |
| Bijlage 2: Uitvoering van een meting met de canopy en het masker        | 25 |
| Bijlage 3: Informatie folder patiënten                                  | 26 |

## Samenvatting

Ondervoeding is een veel voorkomend probleem in de Nederlandse ziekenhuizen. De gevolgen van ondervoeding kunnen een negatieve invloed hebben op de overleving, kwaliteit van leven, response op de behandeling en het geeft een grotere kans op complicaties. Regelmatig wordt er gezien dat ondanks de patiënten volgens de Harris & Benedictbehoefte worden gevoed, de patiënten onverklaarbaar gewichtsverlies hebben. Wanneer er sprake is van onverklaarbaar gewichtsverlies is het belangrijk om te weten wat het basaalmetabolisme van de patiënt is, om zo de behandeling zo goed mogelijk af te stemmen op de behoefte van de patiënt. Het gebruik van de indirecte calorimetrie wordt aanbevolen wanneer het schatten van de energiebehoefte met behulp van de formules onbetrouwbaar of onmogelijk is. De afdeling Diëtetiek wil de ondervoede patiënt liever niet van voeding onthouden voor een meting. Om deze reden wordt er onderzocht of het mogelijk is om de meting niet nuchter uit te voeren. Dit wordt vanuit de literatuur aanbevolen. Om optimaal gebruik te kunnen maken van de indirecte calorimetrie wil de afdeling Diëtetiek hierover een adviesrapport.

Het onderzoek had de volgende doelstelling. Er werden aanbevelingen ontwikkeld voor het gebruik van de indirecte calorimetrie bij patiënten met onverklaarbaar gewichtsverlies. Daarnaast werd er onderzocht of het energieverbruik in rust ook in niet-nuchtere toestand geschat kan worden middels de indirecte calorimetrie.

In dit toetsend observationeel onderzoek werd er literatuur- en veldonderzoek verricht. Via verschillende databanken is er gezocht naar wetenschappelijke artikelen. Deze artikelen onderbouwen de randvoorwaarden voor het gebruik van de indirecte calorimetrie. In het veldonderzoek zijn er bij dertig gezonde deelnemers twee metingen uitgevoerd. Tijdens de eerste meting waren de deelnemers nuchter en na het eten van een standaardontbijt werd de tweede meting uitgevoerd. Er werd onderzocht wat het verschil in energieverbruik was tussen beide metingen en daarnaast of dit verschil bij iedere deelnemer even groot was. Daarnaast werd de uitkomst van de eerste meting vergeleken met Harris & Benedictformule om te kijken hoeveel deze formule afwijkt van het apparaat. Ook werden er enkele metingen uitgevoerd bij patiënten op een verpleegafdeling binnen het TweeSteden ziekenhuis. Deze metingen werden uitgevoerd om te ervaren met welke aandachtspunten er in de toekomst rekening moet worden gehouden wanneer een patiënt wordt gemeten.

Vanuit het literatuuronderzoek zijn er randvoorwaarden opgesteld voor het gebruik van de indirecte calorimetrie. Deze randvoorwaarden hebben betrekking op de volgende onderwerpen: voeding, nicotine, alcohol, cafeïne, activiteit, omgeving, hygiëne, meetfrequentie en tijdsduur. In het veldonderzoek is er een nuchtere meting uitgevoerd en een niet-nuchtere meting. Hieruit is gebleken dat er een significant verschil is tussen beide metingen. Zowel bij de mannen als bij de vrouwen zat er veel variatie tussen de eerste meting en de tweede meting. Het verschil liep uiteen van 40 Kcal lager tot 440 Kcal hoger. Om deze reden wordt er vanuit het veld- en literatuuronderzoek aanbevolen om een persoon minimaal vijf uur nuchter te laten zijn voor een meting. De uitkomsten van de metingen met de indirecte calorimetrie waren gemiddeld zeven procent lager dan de berekende energiebehoefte met de Harris & Benedictformule. De aandachtspunten die vanuit de metingen bij de patiënten naar voren zijn gekomen hebben voornamelijk betrekking op de voorbereiding, communicatie en praktische uitvoerbaarheid.

## Verklarende woordenlijst

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Basaalmetabolisme</i>            | Het energieverbruik dat nodig is voor de activiteiten om de normale lichaamsfuncties te ondersteunen zoals: de ademhaling, lichaamstemperatuur, synthese van organische verbindingen, energieverbruik voor het centrale zenuwstelsel en circulatie. Het basaalmetabolisme wordt 's ochtends gemeten, voordat een persoon enige activiteit heeft gehad en 10-12 uur geen eten, drinken en nicotine heeft genuttigd. |
| <i>Canopy</i>                       | Transparante kap die over het hoofd van een patiënt wordt geplaatst tijdens een meting met de indirecte calorimetrie.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <i>Contactisolatie</i>              | Methoden van verplegen van patiënten met een ziekte die via handen, ontlasting, urine, huid of wondvocht kan worden overgedragen.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <i>Delier</i>                       | Ernstige toestandbeeld (acuter verwardheid) dat veel voorkomt. Met name bij (oudere)patiënten in het ziekenhuis. Het ontstaat door één of meerdere lichamelijke oorzaken.                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>Disbalans</i>                    | Niet in de juiste verhouding, bijvoorbeeld met betrekking tot eiwitten, koolhydraten en vetten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <i>Druppelisolatie</i>              | Methoden van verplegen van patiënten met een ziekte die zich verspreidt via druppels die met het blote oog niet te zien zijn (bijvoorbeeld door hoesten of niezen).                                                                                                                                                                                                                                                |
| <i>Indirecte calorimetrie</i>       | Een methoden waarbij het energieverbruik in rust wordt gemeten met behulp van de hoeveelheid in geademde (verbruikte) zuurstof en uitgeademde koolzuurgas.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <i>Informed consent</i>             | Vrijwillige toestemming van patiënten voor het ondergaan van een bepaald klinisch onderzoek en/of een bepaalde behandeling, nadat de patiënt vooraf hierover uitgebreid geïnformeerd is door een deskundige.                                                                                                                                                                                                       |
| <i>Medisch ethische commissie</i>   | De METC toetst en beoordeelt medisch-wetenschappelijk onderzoek op proefpersonen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <i>MSRA</i>                         | Deze bacterie (Meticilline Resistente Staphylococcus Aureus) kan infecties veroorzaken bij mensen met een verminderde weerstand.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <i>Rustmetabolisme</i>              | Het rustmetabolisme is vergelijkbaar met het basaalmetabolisme. Als het energieverbruik niet volgens de strikte meetomstandigheden wordt gemeten zoals bij het basaalmetabolisme, wordt er gesproken van het rustmetabolisme. Het rustmetabolisme is daarom iets hoger dan het basaalmetabolisme (10-20%). Dit heeft als oorzaak het thermische effect van voeding of het verhoogde zuurstofgebruik na inspanning. |
| <i>Thermisch effect van voeding</i> | Hoeveelheid energie die door het eten van voedsel wordt verbruikt. Dit is de energie die het voedsel in de hele weg verbruikt van bijten, kauwen en doorslikken tot verteren, vervoer, stofwisselingsproces en opslaan                                                                                                                                                                                             |

# 1. Inleiding

## 1.1 Aanleiding

### *Ondervoeding*

Ondervoeding is een acute of chronische toestand waarbij een tekort of disbalans van energie, eiwit en andere voedingsstoffen leidt tot meetbare, nadelige effecten op lichaamssamenstelling, functioneren en klinische resultaten [1] [2]. Ondervoeding is een veel voorkomend probleem in onder andere de Nederlandse ziekenhuizen. Complicaties van ondervoeding kunnen leiden tot een langere ziekenhuisopname en een verhoogd medicijngebruik wat een toename van de zorgkosten met zich meebrengt [3] [4] [5]. Volgens Nederlandse cijfers is 25-40% van alle patiënten bij ziekenhuisopname ondervoed [6]. De risicogroepen voor ondervoeding zijn kwetsbare ouderen, chronisch zieken, patiënten die een grote operatie (hebben) ondergaan en oncologiepatiënten [7] [8] [9]. Het TweeSteden ziekenhuis in Tilburg wil een vooruitstrevend ziekenhuis op het gebied van ondervoeding zijn [10]. In het TweeSteden ziekenhuis was in 2013 ongeveer 12% van de gescreende patiënten bij ziekenhuisopname ernstig ondervoed. De gevolgen van ondervoeding kunnen een negatieve invloed hebben op de overleving, kwaliteit van leven, response op de behandeling en het geeft een grotere kans op complicaties [11]. *‘Regelmatig zien we onverklaarbaar gewichtsverlies bij verschillende soorten patiënten in het ziekenhuis’* aldus Nellie Overbeeke, hoofd afdeling Diëtetiek van het TweeSteden ziekenhuis. Het onverklaarbare gewichtsverlies ontstaat ondanks dat de patiënten volgens de Harris & Benedict behoefte worden gevoed. Een mogelijke oorzaak hiervan kan zijn het veranderde metabolisme door ziekte bij deze patiënten [12].

### *Basaalmetabolisme*

Wanneer er sprake is van onverklaarbaar gewichtsverlies is het belangrijk om te weten wat het basaalmetabolisme van de patiënt is, om zo de behandeling zo goed mogelijk af te stemmen op de behoefte van de patiënt. Op dit moment wordt in het TweeSteden ziekenhuis van een patiënt geschat met behulp van de Harris & Benedictformule. Dit is een energieformule die gebaseerd is op onafhankelijke variabelen zoals gewicht, lengte, geslacht en leeftijd [13]. Onderzoek van Dr. Weijs en Dr. Kruijsen (2012) toont aan dat de energiebehoefte in rust het beste gemeten kan worden via indirecte calorimetrie [14]. Aangezien blijkt dat bij slechts 44% van de klinische patiënten de energiebehoefte goed wordt geschat door formules. De FAO/WHO/UNU-formule presteerde het beste, gevolgd door de Harris & Benedictformule uit 1984 [14]. Uit dit onderzoek blijkt dat het basaalmetabolisme een groot deel van de patiënten wordt onder- en overschat. Een reden dat met vrijwel alle energieformules onderschat wordt is dat er bij basaalmetabolisme meting bij de patiënt wel de ‘ziektfactor’ wordt gemeten waar bij de formules wordt uitgegaan van een gezond basaalmetabolisme. Ook blijkt dat het moeilijk is om het basaalmetabolisme bij klinische patiënten te meten in vergelijking met poliklinische patiënten. Vermoedelijk speelt hier de meer afwijkende lichaamsstelling een rol [14]. De spier- en vetmassa nemen bij klinische patiënten meer af en er blijft een relatief groot deel aan orgaanmassa over. Dit deel heeft een grotere metabole activiteit vergeleken met de vet- en spiermassa [14].

### *Indirecte calorimetrie*

Het basaalmetabolisme wordt gemeten met de indirecte calorimetrie door de in- en uitgeademde zuurstoffractie en de uitgeademde hoeveelheid koolstofdioxide te meten [15]. Het gebruik van de indirecte calorimetrie wordt aanbevolen wanneer het schatten van de energiebehoefte met behulp van de formules onbetrouwbaar of onmogelijk is. Bijvoorbeeld door amputaties, afwijkende lichaamssamenstelling, onbetrouwbaar gewicht bij ascites en dehydratie. Of bij verdenking op een afwijkende energiebehoefte door bijvoorbeeld chronische inflammatie of schildklierafwijkingen. Maar ook wanneer er sprake is van onverklaarbaar gewichtsverlies [15].

### *Onderzoek TweeSteden ziekenhuis*

Ondervoeding is een aandachtspunt van de afdeling Diëtetiek binnen het TweeSteden ziekenhuis. Veel patiënten zijn bij opname ondervoed of raken tijdens opname ondervoed. Soms is er sprake van onverklaarbaar gewichtsverlies [16]. Om beter zicht te krijgen op de energiebehoefte van een patiënt en zo beter in te spelen op het onverklaarbare gewichtsverlies, heeft de afdeling Diëtetiek een indirecte calorimetrie aangeschaft. Via een indirecte calorimetrie kan er nu zelf onderzoek gedaan worden naar het basaalmetabolisme bij patiënten en kan hierdoor de dieetbehandeling worden aangepast. Om optimaal gebruik te kunnen maken van de indirecte calorimetrie wil de afdeling Diëtetiek een adviesrapport. Hiervoor is er literatuur- en veldonderzoek gedaan. Vanuit de literatuur wordt er aanbevolen om de meting uit te voeren wanneer de patiënt nuchter is. Kijkend naar de praktische uitvoerbaarheid en omdat de afdeling Diëtetiek de ondervoede patiënt liever niet van voeding wil onthouden, zou de afdeling Diëtetiek de meting niet nuchter willen uitvoeren. Om deze reden wordt er in het veldonderzoek data verzameld om het effect van een standaard ontbijt te meten op het rustmetabolisme. En of dit verschil bij iedere persoon even groot is na hetzelfde ontbijt. Wanneer het ontbijt maar een minimaal verschil geeft, zou de meting ook in niet-nuchtere toestand uitgevoerd kunnen worden.

### **1.2 Doelstelling**

De doelstelling was een adviesrapport te ontwikkelen voor het gebruik van de indirecte calorimetrie bij patiënten met onverklaarbaar gewichtsverlies en daarnaast werd er onderzocht of het energieverbruik in rust ook in niet-nuchtere toestand geschat kan worden middels de indirecte calorimetrie.

### **1.3 Vraagstelling**

*Hoofdvraag:* Welke gebruiksinstructies en aanbevelingen kunnen er worden gegeven voor het schatten van het energieverbruik in rust middels de indirecte calorimetrie bij patiënten met onverklaarbaar gewichtsverlies?

## 2. Materiaal en methoden

### 2.1 Onderzoekstype

Dit onderzoek was een kwantitatief onderzoek, omdat er cijfermatige gegevens werden gemeten. Dit werd gedaan door metingen te verrichten met de indirecte calorimetrie. De resultaten werden in kaart gebracht en geanalyseerd [17]. Het was een toetsend observationeel onderzoek omdat er veranderingen/verschillen werden gemeten en er werd op meerdere momenten het zelfde meetinstrument ingezet [17]. Door middel van literatuuronderzoek en door het verrichten van metingen in het ziekenhuis werden gegevens verzameld.

### 2.2 Onderzoeksgroep

Bij het veldonderzoek bestond de onderzoeksgroep uit dertig gezonde volwassen mannen en vrouwen. Doordat er rekening gehouden moest worden met de regelgeving mocht het uitvoeren van een dubbele meting alleen worden uitgevoerd bij gezonde personen. Deze mensen werden voornamelijk geworven binnen het TweeSteden ziekenhuis. Voordat zij mee mochten doen aan het onderzoek werd eerst gekeken of zij voldeden aan de inclusiecriteria. Op basis van de exclusiecriteria werden er personen uitgesloten. Volgens de regelgeving mag een meting wel bij de patiënt uitgevoerd worden indien deze in het kader van de behandeling. Calorimetrie is een gangbaar diagnostisch instrument. Bij drie patiënten van de oncologieafdeling is deze meting eenmalig uitgevoerd. Dit werd voornamelijk gedaan om te toetsen hoe de patiënt een meting ervaart. Ook voor deze patiënten werden in- en exclusiecriteria opgesteld. Via het elektronische patiëntendossier van het TweeSteden ziekenhuis is er patiëntinformatie verkregen.

#### *In- en exclusiecriteria gezonde deelnemers*

| Inclusiecriteria                                       | Exclusiecriteria                                                |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Deelnemers vanaf achttien jaar en ouder (M/V)          | Deelnemers die niet gewogen kunnen worden                       |
| Deelnemers met een goede gezondheid                    | Deelnemers die zich niet hebben gehouden aan de randvoorwaarden |
| Deelnemers die de Nederlandse taal beheersen           | Deelnemers met een voedselallergie/intolerantie                 |
| Deelnemers die het informed consent hebben ondertekend | Deelnemers die voor de eerste meting ontbeten hebben            |

*Tabel 1. In- en exclusiecriteria gezonde deelnemers*

#### *In- en exclusiecriteria patiënten*

| Inclusiecriteria                                                                      | Exclusiecriteria                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Patiënten vanaf achttien jaar en ouder                                                | Patiënten die totale parenterale voeding krijgen                                         |
| Patiënten die liggen op een verpleegafdeling van het TweeSteden ziekenhuis in Tilburg | Patiënten met een MSRA-infectie of met verpleging in contactisolatie of druppelisolatie. |
| Patiënten die de Nederlandse taal beheersen                                           | Patiënten die zuurstof krijgen                                                           |
|                                                                                       | Patiënten die beademd worden                                                             |
|                                                                                       | Patiënten die niet/slecht aanspreekbaar zijn, verward, dement of delirant zijn           |

*Tabel 2. Inclusie- en exclusiecriteria patiënten*

De onderbouwing van beide in- en exclusiecriteria is te vinden in bijlage 1.

## 2.3 Dataverzameling

*In deze paragraaf wordt beschreven op welke manier er data werd verzameld in het literatuur- en veldonderzoek.*

### 2.3.1 Literatuuronderzoek

In verschillende databanken, zoals Pubmed en Cochrane, werd er naar relevante onderzoeken gezocht. In overleg met de opdrachtgever was er besloten om literatuur te zoeken over de randvoorwaarden voor het gebruik van de indirecte calorimetrie.

Vervolgens werden er zoektermen gevormd waarmee er werd gezocht in de verschillende databanken. Dit waren zoektermen zoals: 'Indirect calorimetry', '(resting) energy expenditure', 'energy metabolism', 'practical guidelines', 'thermic effect of food', 'caffeine', 'cigarette smoking', 'nicotine', 'alcohol', 'activities'. Deze zoektermen werden in verschillende samenstellingen gebruikt. Er werd bij voorkeur gezocht naar reviews. In een review worden publicaties rondom hetzelfde onderwerp samengebracht en besproken. Een review heeft de hoogste kwaliteit binnen alle soorten van publicaties [18]. Er werd met de volgende filters gezocht:

| Filters                          |                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Publication dates 5 and 10 years | In eerste instantie werd er gezocht naar de meest recente onderzoeken. Tijdens het zoeken werd deze filter verwijderd omdat er ook bruikbare, maar oudere onderzoeken beschikbaar waren. |
| Languages: English en Dutch.     | Onderzoeken die in een andere taal geschreven zijn, moeten worden vertaald. Hierbij kunnen fouten ontstaan die de betrouwbaarheid schenden.                                              |
| Adult: 19+ years                 | Het veldonderzoek werd ook op deze doelgroep gericht en op deze manier sluit het literatuuronderzoek aan bij de onderzoeksvragen.                                                        |

*Tabel 3. Filters literatuuronderzoek*

### 2.3.2 Veldonderzoek

In het veldonderzoek werd er gebuikt gemaakt van een meetinstrument om gegevens te verzamelen. Dit betreft de Fitmate RMR afkomstig van Tulipmed. De Fitmate RMR zou een accuraat meetapparaat zijn voor het meten van de persoonsspecifieke energiebehoefte in rust [19]. Vanuit de literatuur werd beschreven dat het apparaat het betrouwbaarste resultaat geeft wanneer de meting wordt uitgevoerd terwijl een persoon nuchter is [20]. De afdeling Diëtetiek wil de ondervoede patiënten liever niet van voeding onthouden. De afdeling Diëtetiek wilde dat er met dit onderzoek werd onderzocht of de metingen in de toekomst mogelijk uitgevoerd kunnen worden nadat de patiënt heeft ontbeten. Hierdoor werd er in het veldonderzoek onderzocht hoe groot het verschil in berekende energiebehoefte was tussen een nuchtere meting en een meting twee uur na het ontbijt. Iedere deelnemer at hierbij hetzelfde ontbijt.

*De volgende aspecten werden onderzocht in het veldonderzoek:*

- Het geslacht, leeftijd, gewicht en lengte van de deelnemer
- Het basaalmetabolisme van de deelnemer tijdens de eerste meting
- Het rustmetabolisme van de deelnemer tijdens de tweede meting twee uur na het standaard ontbijt
- Het verschil in energieverbruik tussen de eerste en tweede meting
- Er werd onderzocht of het verschil in energieverbruik tussen de eerste en tweede meting bij iedere deelnemer hetzelfde was
- Het gemeten basaalmetabolisme via de indirecte calorimetrie werd automatisch vergeleken met de Harris & Benedictformule via het apparaat.

Het vergelijken met de Harris & Benedictformule werd gedaan omdat de opdrachtgever wilde zien hoeveel deze formule daadwerkelijk afwijkt van de indirecte calorimetrie. Deze resultaten werden niet

meegenomen in de aanbevelingen.

#### *Het veldonderzoek*

Drie weken lang werden er iedere ochtend metingen uitgevoerd in het TweeSteden ziekenhuis in Tilburg. De deelnemers werden eerst ingelicht over het onderzoek. Voor de eerste meting werd de deelnemer gewogen en gemeten, werd het apparaat ingesteld en werden er instructies gegeven. Om 08.30 uur vond de eerste meting plaats. De deelnemer moest zich houden aan de opgestelde randvoorwaarden die uit het literatuuronderzoek zijn gekomen. Deze staan hieronder beschreven. Na de eerste meting ging de deelnemer ontbijten. Iedere deelnemer at een bruine boterham met halvarine en een plak 48+ kaas en een bruine boterham met jam en dronk daarbij een beker halfvolle melk (250 ml). Dit ontbijt bevat 464 Kcal. In overleg met de diëtisten van de afdeling Diëtetiek is dit ontbijt gekozen. Dit is een gemiddeld ontbijt dat gegeten wordt door patiënten in het TweeSteden ziekenhuis. Twee uur na het ontbijt werd de tweede meting uitgevoerd. De metingen duurden beide vijftien minuten. Hoe de metingen exact werden uitgevoerd staat beschreven in bijlage 2.

#### *Randvoorwaarden voor de uitvoering van de meting*

- Twee uur voor de meting geen alcohol, cafeïne of nicotine gebruiken.
- Geen matig intensieve activiteit twee uur voor de meting
- Geen zware intensieve activiteit veertien uur voor de meting
- Tien tot twintig minuten rusten voor de meting
- Voor de eerste meting was de deelnemer minstens vijf uur nuchter
- Bij de tweede meting had de deelnemer alleen het ontbijt genuttigd. Verder gelde bij deze meting dezelfde randvoorwaarden als bij de eerste meting.

#### *Metingen bij de patiënten*

Naast de metingen bij de gezonde deelnemers zijn er drie metingen bij patiënten uitgevoerd. Deze metingen hadden als doel om ervaring op te doen. Aspecten waar naar werd gekeken:

- De voorbereiding
- De praktische uitvoerbaarheid
- Communicatie met (mede)patiënten en medewerkers

Voordat dit werd gedaan werd er eerst een gesprek gevoerd met de teamleider van de oncologieafdeling om toestemming te vragen voor het meten op de afdeling. Via de diëtist die werkzaam is op de oncologieafdeling werden er patiënten geworven. De procedure werd uitgelegd aan de patiënt en er werd om toestemming gevraagd. Het foldertje 'het meten van uw energiebehoefte' werd aan de patiënt gegeven. Deze folder is voor dit onderzoek ontwikkeld en is terug te vinden in bijlage 3. De patiënten hoefde zich niet te houden aan de randvoorwaarden. Hier is bewust voor gekozen omdat deze meting enkel ging om de ervaring. De meting duurde vijftien minuten. Hierna werd de meting met de patiënten nabesproken en werd gevraagd naar zijn/haar beleving van de meting.

## **2.4 Data analyseren**

*Nadat de data was verzameld vanuit het literatuur- en veldonderzoek werd deze verwerkt. In deze paragraaf wordt beschreven op welke manier de gegevens werden geanalyseerd.*

### **2.4.1 Analyse van het literatuuronderzoek**

De literatuur is gevonden in de verschillende databanken. De onderzoeken werden onderverdeeld in de subgroepen: alcohol, nicotine, cafeïne, voeding, activiteit, omgeving en de tijdsduur en meetfrequentie van de meting. Uit het literatuuronderzoek bleek dat dit de belangrijkste onderwerpen waren waar rekening mee moet worden gehouden voor een meting. Op basis van de geanalyseerde gegevens zijn er aanbevelingen opgesteld.

#### **2.4.2 Analyse van het veldonderzoek**

Tijdens de analyse van het veldonderzoek werd er gebruik gemaakt van de volgende variabelen:

- Leeftijd, geslacht, lengte en gewicht
- Uitkomst van de eerste nuchtere meting
- Uitkomst van de tweede meting
- Uitkomsten vanuit de Harris & Benedictformule

De gegevens werden via beschrijvende statistiek verwerkt. De gemiddelden en de standaarddeviaties werden berekend. Vervolgens werd berekend hoe groot het verschil in energieverbruik was tussen de eerste en de tweede meting. Met toetsende statistiek werd berekend of er een significant verschil was. Er werd gekeken of dit verschil bij iedere deelnemer hetzelfde was. De behoefte volgens de Harris & Benedictformule werd automatisch berekend door het apparaat. Deze uitkomsten werden vergeleken met de behoefte volgens de indirecte calorimetrie van de eerste meting.

### 3. Resultaten

#### 3.1 Literatuuronderzoek

Er is literatuuronderzoek gedaan naar de randvoorwaarden voor het gebruik van de indirecte calorimetrie. De randvoorwaarden zijn onderbouwd met wetenschappelijke literatuur.

##### *Het effect van nicotine op het rustmetabolisme*

Het gebruik van nicotine verhoogt de stofwisseling [21] [22]. Het wordt aanbevolen om tot twee uur voor de meting geen nicotine te gebruiken [20]. Bij mannen wordt een stijging van drie tot vier procent gezien in het rustmetabolisme. Bij vrouwen wordt een stijging tot zes procent gezien in het rustmetabolisme. Het thermische effect van nicotine piekt vanaf tien tot zestig minuten na inname. Twee uur na inname is de werking van nicotine op het rustmetabolisme niet meer zichtbaar [20].

##### *Het effect van cafeïne op het rustmetabolisme*

In de systematische review van Comper (2006) en de review van Haugen (2007) wordt het aanbevolen om vier uur voor de meting geen cafeïne te nemen. Uit een systematische review blijkt dat cafeïne een piek geeft in de ruststofwisseling na gemiddeld een half uur tot tweeënhalf na inname [20]. Uit een onderzoek blijkt dat bij een inname van acht tot tien kopjes koffie bij mannen het rustmetabolisme gemiddeld stijgt met zeven tot tien procent [23] [24]. Een onderzoek gehouden onder Japanse vrouwen met onder- en overgewicht is gebleken dat een half uur na inname van cafeïne het rustmetabolisme tot vijftien procent steeg. Na anderhalf uur daalde dit naar acht tot vijftien procent [25]. Vier uur onthouding van cafeïne geeft voldoende effect voor een betrouwbare meting [20].

##### *Het effect van alcohol op het rustmetabolisme*

Alcohol verhoogt de ruststofwisseling [20] [26] [27]. Daarom wordt er geadviseerd om twee uur voor de meting geen alcohol bevattende producten te drinken of eten [20]. Uit een onderzoek van Weststrate (1990) bij gezonde mannen bleek dat de individuele ruststofwisseling, anderhalf uur na inname van een glas alcohol, verhoogd was van een tot veertien procent [26]. Bij gezonde vrouwen was het rustmetabolisme na ongeveer anderhalf uur gemiddeld verhoogd met negen procent [27]. Uit onderzoek van Rosenberg (1978) gehouden onder tien vrouwen blijkt dat de ruststofwisseling verhoogd is na inname van voedsel en de inname van voedsel in combinatie met alcohol [28]. Drie uur na de inname van alcohol in combinatie met voedsel was het metabolisme bij zeven vrouwen hoger dan na inname van voedsel alleen [28]. Dit onderzoek laat zien dat alcohol, in combinatie met voedsel, op een bepaalde manier de ruststofwisseling extra verhoogt

##### *Het effect van voeding op het rustmetabolisme*

In de systematische review van Comper (2006) en de review van Haugen (2007) wordt het aanbevolen om vijf uur nadat er een maaltijd is genuttigd de meting uit te voeren. Wanneer een persoon eet voor de meting, kan de meting beïnvloedt worden. De toename van de stofwisseling in verband met de spijsvertering, absorptie en metabolisme van voedingsstoffen wordt aangeduid als de TEF, ook wel Thermic Effect of Food. De TEF heeft een klein aandeel binnen de totale energiebehoefte van een persoon. Na het nuttigen van een maaltijd van ongeveer 400 tot 1200 Kcal stijgt het rustmetabolisme van een individu ongeveer zeven tot negen procent [20]. Bij alle individuen wordt er een specifiek patroon gezien, waarbij de TEF na een maaltijd een snelle stijging ontwikkelt tot een piek, gevold door een geleidelijke terugkeer naar het rustmetabolisme [20]. Een studie van Reed (1996) onderzoekt bij 131 mensen de TEF na inname van maaltijden. Het rustmetabolisme werd bij iedere deelnemer zes uur lang gemeten via de indirecte calorimetrie. Na vijf uur meten was het energieverbruik weer gedaald tot negen procent boven de uitgangswaarde. Bij de meeste mensen ligt de piek van de TEF tussen een en drie uur [29]. De samenstelling en grootte van een maaltijd zou ook effect hebben op de mate van de stijging in het rustmetabolisme. Zo zou een eiwit- en koolhydraatrijke maaltijd een hogere TEF veroorzaken dan een vetrijke maaltijd [21] [22].

##### *Effect van rust en activiteit op het rustmetabolisme*

Vanuit de literatuur wordt het aanbevolen om tien tot twintig minuten voor de meting te rusten [31]. Als gevolg van fysieke activiteit kan het zijn dat het rustmetabolisme verhoogd is voordat de meting toegepast wordt. Wanneer er voor de meting een rustperiode plaatsvindt, hebben lichte dagelijkse activiteiten een minimaal effect op het rustmetabolisme [20].

De hersteltijd na het uitvoeren van een activiteit is afhankelijk van het type activiteit, de duur van de activiteit en de conditie van de persoon die de activiteit uitvoert. Het is daarom belangrijk om genoeg tijd voor herstel te nemen voordat het rustmetabolisme van een individu wordt gemeten [20]. In de review van Comper (2006) wordt aanbevolen om minimaal twee uur voor de meting geen matig intensieve lichamelijke activiteiten uit te voeren. Onder matig intensieve lichamelijke activiteit worden activiteiten verstaan die zorgen voor een verhoogde hartslag en versnelde ademhaling, zoals fietsen en skeeleren [32]. Als een persoon een half uur matig intensief beweegt, is de stofwisseling na een half tot anderhalf uur teruggedaald naar het rustmetabolisme gemeten voor de activiteit [33]. Daarnaast wordt het aanbevolen om veertien uur voor de meting geen zware intensieve lichamelijke activiteiten uit te voeren [20]. Dit zijn activiteiten waarvan een persoon gaat zweten en buiten adem raakt, zoals hardlopen [32]. In een onderzoek van Gilette (1994) meten ze het rustmetabolisme bij volwassen mannen voor en na intensieve activiteit. Wanneer het rustmetabolisme van een individu eerder dan veertien uur gemeten wordt na een intensieve activiteit, kan dit verschillen geven van 100 tot 360 Kcal bij mannen en vrouwen [34] [35]. In verband met ziekte is het onwaarschijnlijk dat intensieve lichamelijke activiteiten worden uitgevoerd door klinisch patiënten. Daarnaast is er nog beperkt bewijs over het effect van activiteit op het rustmetabolisme bij zieke personen. Hier dient nader onderzoek naar gedaan te worden.

#### *Het effect van de omgeving op het rustmetabolisme*

Er zijn twee studies die stellen dat er rust in de kamer moet zijn wanneer er wordt gemeten met de indirecte calorimetrie bij patiënten in zorginstellingen [36] [37]. Er zijn geen onderzoeken bekend waarin onderzoek wordt gedaan naar het effect van omgevingsgeluid op het rustmetabolisme. De meting moet worden afgenomen in een ruimte met een temperatuur van 20° tot 25°C. Uit een studie van van Ooijen (2004) blijkt dat wanneer een persoon in een koudere omgeving ligt ( $\pm 15^\circ\text{C}$ ) tijdens de winter en zomer het rustmetabolisme kan stijgen of dalen. Wanneer een meting wordt uitgevoerd in een kamer met een comfortabele temperatuur (20° tot 25°C), worden er geen verschillen in het rustmetabolisme geconstateerd op basis van de temperatuur [38].

#### *De meetfrequentie, tijdsduur en betrouwbaarheid*

Het uitvoeren van één meting is voldoende om het rustmetabolisme te meten bij zieke mensen [20]. Een test van tien minuten zou een betrouwbaar beeld van het rustmetabolisme moeten geven. Hierbij worden de eerste vijf minuten verwijderd aangezien er meestal in de eerste minuten van de meting nog grote schommelingen worden gezien (boven de tien procent). Voor een betrouwbaar beeld van het rustmetabolisme met de canopy-meting dienen de overige vijf minuten gemeten te worden met een variatie in ventilatie onder de tien procent (Compher 2006). *‘Bij een meting met het masker geldt een maximale variatie in ventilatie van vijf procent’*, aldus Leon Schrage van Tulipmed. Deze tijdsduur is minimaal belastend voor de patiënt. In een onderzoek van Smyrniotis (1997) is het verschil getest tussen een langdurige meting (een dag) en een kort durende meting (een half uur). Het onderzoek werd uitgevoerd bij acht zieke volwassenen. De 24-uurs meting werd vergeleken met de kort durende meting. Hieruit is gebleken dat er geen grote verschillen in het rustmetabolisme zijn bij de lang- en kortdurende meting [39]. Hieruit wordt geconcludeerd dat een kortdurende meting voldoende is voor een betrouwbare meting.

#### *Hygiënevoorschriften*

Volgens de centrale sterilisatie afdeling van het TweeSteden ziekenhuis is het van belang dat na iedere meting de onderdelen moeten worden gesteriliseerd. De onderdelen die na iedere meting gereinigd moeten worden zijn: de canopy, het zeil van de canopy, zwart filtertje van de canopy, het masker inclusief klittebandsysteem waarmee het masker wordt vastgemaakt en de flowmeter.

### 3.2 Veldonderzoek

Er is veldonderzoek verricht naar het effect van een standaardontbijt op het basaalmetabolisme. Er zijn twee metingen uitgevoerd tijdens het veldonderzoek. De eerste meting werd nuchter uitgevoerd en de tweede meting werd uitgevoerd na het ontbijt. Daarnaast zijn er metingen uitgevoerd bij enkele patiënten om ervaring op te doen.

#### 3.2.1 Metingen bij gezonde deelnemers

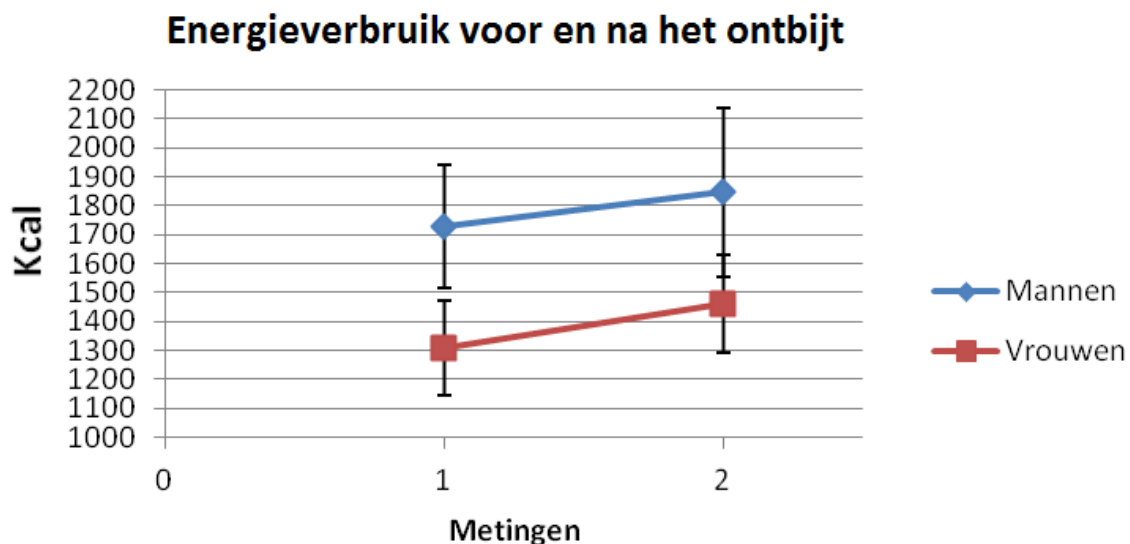
Het onderzoek is gehouden onder dertig gezonde deelnemers, waarbij de jongste deelnemer 20 jaar was en de oudste deelnemer was 55 jaar. De gemiddelde leeftijd was 37 jaar. Zeventien deelnemers waren medewerkers van het TweeSteden ziekenhuis. De overige deelnemers waren bekenden van de onderzoekers. Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat er zowel bij de mannen als bij de vrouwen veel variatie zit tussen de eerste en de tweede meting. Dit is terug te zien in de grootte van de standaarddeviaties. Het verschil liep uiteen van 40 Kcal lager tot 440 Kcal hoger. Het gemiddelde verschil bij de mannen was 115 Kcal en bij vrouwen 151 Kcal. Het totale gemiddelde verschil was 141 Kcal. Met de gepaarde t-toets is onderzocht of er een significant verschil is tussen beide metingen. Hieruit is gebleken dat er een significant verschil is tussen de eerste en tweede meting. De standaarddeviaties en gemiddelden zijn weergegeven in tabel 4 en grafiek 1.

| Gemiddelde energiebehoefte | Gemiddelde leeftijd | Voor het ontbijt<br>± SD (Kcal) | Na het ontbijt<br>± SD (Kcal) | Gemiddelde verschil<br>± SD (Kcal) |
|----------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Man (n=9)                  | 33 jaar             | 1730 ± 212                      | 1845* ± 290                   | 115 ± 111                          |
| Vrouw (n=21)               | 38 jaar             | 1242 ± 162                      | 1460* ± 169                   | 151 ± 136                          |
| Totaal                     | 37 jaar             | 1444 ± 263                      | 1575* ± 274                   | 141 ± 129                          |

\*Significant verschil  $p < 0,01$

Tabel 4. Energiebehoefte deelnemers

Figuur 1. Energieverbruik voor en na ontbijt



Daarnaast zijn de metingen met de indirecte calorimetrie vergeleken met de uitkomsten van de Harris & Benedictformule. De uitkomsten van de metingen met de indirecte calorimetrie en de uitkomsten van de Harris & Benedictformule komen bij het grootste gedeelte van de deelnemers niet overeen. Hieruit blijkt dat het basaalmetabolisme bij het merendeel van de deelnemers wordt onder- of overschat door de Harris & Benedictformule. De uitkomsten van de eerste meting met de indirecte calorimetrie waren gemiddeld zeven procent lager dan de berekende energiebehoefte met de Harris & Benedictformule. Bij de grootste afwijking was de meting achtentwintig procent onder de Harris & Bene-

dictformule en negen procent boven de Harris & Benedictformule. De uitkomsten van de tweede meting waren gemiddeld drie procent hoger dan de berekende energiebehoefte met de Harris & Benedictformule. Bij de grootste afwijking was de meting veertien procent onder de Harris & Benedictformule en twaalf procent boven de Harris & Benedictformule.

| Gemiddelde afwijking met de H&Bformule | Meting 1 $\pm$ SD (%) | Meting 2 $\pm$ SD (%) |
|----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Man                                    | 94 $\pm$ 6            | 101 $\pm$ 5           |
| Vrouw                                  | 93 $\pm$ 7            | 103 $\pm$ 7           |
| Totaal                                 | 93 $\pm$ 7            | 103 $\pm$ 6           |

Tabel 5. Gemiddelde afwijking tussen de Harris & Benedictformule en de indirecte calorimetrie

### 3.2.2. Metingen bij patiënten

Drie patiënten die verbleven op de oncologieafdeling in het TweeSteden ziekenhuis werden gemeten met de indirecte calorimetrie. Deze metingen hadden als doel om ervaring op te doen bij patiënten. In verband met de minder goede ervaringen vanuit de gezonde deelnemers die gemeten werden met het masker, is in overleg met de opdrachtgever besloten om alleen de canopy te gebruiken bij patiënten.

- Patiënt 1: Dit was een 75 jarige mevrouw. Deze mevrouw vond de meting eng en het was voor haar onduidelijk wat het apparaat precies deed. Een goede voorbereiding en een duidelijke uitleg hadden deze mevrouw mogelijk meer gerust gesteld. Het is belangrijk dat patiënten een dag voor de meting worden geïnstrueerd. Hierbij kan het foldertje 'Het meten van uw energieverbruik' gegeven worden. Ook kan familie worden ingelicht. Op deze manier komt de meting niet onverwachts en kan de patiënt zich voorbereiden.
- Patiënt 2: Dit was een 55 jarige man. Deze man heeft de meting als prettig ervaren. De meneer gaf aan dat het fijn was dat het gordijn rondom het bed was gesloten en hij niet werd afgeleid door een drukke omgeving. Andere patiënten in de kamer werden ingelicht over de meting. Zij ervoeren de meting niet als storend. Bij deze meting viel het op dat er sprake van weerstand kan zijn bij de verpleegkundigen. Een duidelijke uitleg over de procedure en het doel van de meting kan hiervoor een oplossing zijn. Het is belangrijk om van te voren af te spreken wanneer en hoelaat de meting plaatsvindt.
- Patiënt 3: Dit was een 67 jarige man. Deze man vond de meting niet belastend. Bij deze meting is het opgevallen dat het belangrijk is om voor de meting nogmaals te benadrukken dat de patiënt niet mag praten en zo stil mogelijk te liggen. Als de patiënt het koud heeft mag hij/zij onder een deken liggen. Daarnaast wordt het apparaat op de kamer van de patiënt gebruiksklaar gemaakt. Indien de tafel of het kastje naast het bed vol met spullen ligt, is het handig hier eerst even plaats te maken en de materialen van het apparaat niet naast of op onhygiënische spullen te leggen.

Naast de bovenstaande ervaringen hebben deze drie metingen opgeleverd: Het belangrijk om het zeil van de canopy goed rondom het kussen van de patiënt te bevestigen zodat er geen lucht van buitenaf in de canopy kan stromen. Als het gordijn rondom het bed gesloten kan worden, kan de Fitmate buiten het gordijn worden geplaatst. Wanneer de persoon die de meting uitvoert op de Fitmate wil kijken, hoeft de patiënt niet gestoord te worden. Indien een persoon op een eenpersoonskamer ligt kan de kamerdeur worden gesloten. Het is handig om met een gastteammedewerker een dag van te voren te bespreken dat de patiënt nuchter moet zijn en pas na de meting mag eten en drinken. Op deze manier wordt voorkomen dat de patiënt toch een ontbijt krijgt voor de meting. Om misverstanden te voorkomen kan nogmaals worden benadrukt dat de patiënt weer mag eten en drinken nadat de meting is uitgevoerd.

## 4. Discussie en conclusie

### 4.1 Literatuuronderzoek

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat veel factoren het basaalmetabolisme beïnvloeden. Door middel van wetenschappelijke literatuur zijn er randvoorwaarden opgesteld voor het gebruik van de indirecte calorimetrie. Deze zijn terug te vinden bij de aanbevelingen. Het is van belang dat de patiënt zich aan deze randvoorwaarden houdt voordat een meting plaatsvindt. Op deze manier is de meting betrouwbaar en kan deze gebruikt worden in de persoonlijke dieetbehandeling van de patiënt. De artikelen die zijn gebruikt ter onderbouwing van deze randvoorwaarden zijn hoog van kwaliteit. De onderzoeken die in deze artikelen zijn gebruikt zijn echter voornamelijk gebaseerd op gezonde mensen. In de toekomst zal het apparaat vooral gebruikt gaan worden bij zieke personen. Mogelijk zijn de randvoorwaarden anders voor patiënten in verband met ziekte. Om de toepassing van het apparaat zo goed mogelijk af te stemmen op de doelgroep zal er in de toekomst meer onderzoek verricht moeten worden naar de randvoorwaarden voor het gebruik van de indirecte calorimetrie bij zieke personen. Mogelijk kan dit worden gedaan door gegevens uit te wisselen met andere ziekenhuizen.

### 4.2 Veldonderzoek

Vanuit de metingen bij de dertig deelnemers kan worden geconcludeerd dat het verschil tussen een meting na een standaardontbijt significant hoger is als bij een nuchtere meting. Het verschil tussen de metingen was niet bij iedereen hetzelfde. Het verschil liep uiteen van 40 Kcal lager tot 400 Kcal hoger. Het gemiddelde verschil was 141 Kcal. Een mogelijke verklaring hiervan is dat de piek van het thermische effect van het ontbijt niet bij iedereen op hetzelfde tijdstip even hoog is. Om deze reden wordt er vanuit het veldonderzoek aanbevolen om een persoon minimaal vijf uur nuchter te laten zijn voor een meting. De uitkomsten van de metingen met de indirecte calorimetrie waren gemiddeld zeven procent lager dan de berekende energiebehoefte met de Harris & Benedictformule. Mogelijk werden metingen minder betrouwbaar door bepaalde omstandigheden die moeilijk te beïnvloeden zijn. Wanneer een persoon bijvoorbeeld stress ervaart, zenuwachtig of emotioneel is, is dit terug te zien in de uitslag van de meting. Daarnaast is het veldonderzoek uitgevoerd bij gezonde deelnemers. Het is niet duidelijk of hetzelfde onderzoek bij patiënten hetzelfde resultaat zal geven. Mogelijk is dit resultaat anders in verband met de ziektefactor die bij deze doelgroep een rol speelt. Dit zou nog verder uitgezocht kunnen worden.

Daarnaast zijn er metingen uitgevoerd bij patiënten die verbleven in het ziekenhuis. Op basis van deze ervaringen zijn er aanbevelingen opgesteld waarmee rekening kan worden gehouden wanneer men een patiënt gaat meten. Aan patiënten werd gevraagd naar de beleving van de meting. Doordat de vragen face-to-face werden gesteld aan de patiënt kan er mogelijk sprake zijn van sociaal wenselijke antwoorden. Hierdoor kan het zijn dat niet alle werkelijke aandachtspunten terug komen in de aanbevelingen. Een andere reden hiervoor kan zijn dat er slechts drie patiënten zijn gemeten. Mogelijk werden er meer ervaringen opgedaan tijdens het meten van meer patiënten.

## 5. Aanbevelingen

Vanuit het literatuur- en veldonderzoek zijn de volgende aanbevelingen opgesteld. Daarnaast worden er op basis van de metingen bij de patiënten praktische tips gegeven.

| Randvoorwaarden   |                                                                                                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nicotine</b>   | Tot twee uur voor een meting geen nicotine gebruiken                                                                     |
| <b>Cafeïne</b>    | Tot vier uur voor een meting geen cafeïne                                                                                |
| <b>Alcohol</b>    | Twee uur voor een meting geen alcohol bevattende producten drinken of eten                                               |
| <b>Voeding</b>    | Vijf uur nuchter zijn voor een meting                                                                                    |
| <b>Rusten</b>     | Tien tot twintig minuten voor een meting rusten                                                                          |
| <b>Activiteit</b> | Twee uur voor een meting geen matig intensieve activiteit, veertien uur voor een meting geen zware intensieve activiteit |
| <b>Omgeving</b>   | Een meting moet worden uitgevoerd in een ruimte met een temperatuur van 20° tot 25° C                                    |

| Hygiënevoorschriften |                                                                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Reinigen</b>      | Na iedere meting moeten de materialen naar de sterilisatie afdeling van het TweeSteden ziekenhuis worden gebracht       |
| <b>Materialen</b>    | Meting met de kap: Canopy, zeil en zwarte filter<br>Meting met het masker: Masker, klittenbandsysteem en flowmeterslang |

| Tijdsduur, meetfrequentie en betrouwbaarheid |                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tijdsduur</b>                             | Er moet minimaal vijftien minuten gemeten worden waarbij de eerste vijf minuten niet mee worden genomen in het resultaat.                     |
| <b>Meetfrequentie</b>                        | Het uitvoeren van één meting bij een persoon is voldoende.                                                                                    |
| <b>Betrouwbaarheid</b>                       | Canopy: Minimaal vijf minuten meten met een maximale variatie van 10%<br>Masker: Minimaal vijf minuten meten met een maximale variatie van 5% |

| Praktische tips               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>De patiënt</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geef een patiënt een dag voor de meting uitleg over de procedure en de randvoorwaarden.</li> <li>- Neem hierbij de folder 'Het meten van uw energieverbruik' mee.</li> <li>- Bespreek dit (indien nodig of gewenst) met familie.</li> <li>- Benadruk voor een meting de praktische dingen: muziek luisteren of tv kijken mag, probeer zo stil mogelijk te liggen en niet te praten. Indien een patiënt het koud heeft mag de patiënt onder een deken liggen.</li> <li>- Benadruk na een meting dat de patiënt nu alles mag eten en drinken.</li> </ul> |
| <b>De verpleegkundige</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Overleg met een verpleegkundige wanneer en hoelaat de patiënt gemeten gaat worden.</li> <li>- Geef hierbij aan dat dit een nuchtere meting is.</li> <li>- Geef uitleg over de procedure en het doel indien de verpleegkundige onbekend is met het apparaat.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>De diëtist</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maak het apparaat gebruiksklaar op de kamer van de patiënt.</li> <li>- Blijf tijdens de meting aanwezig in de kamer.</li> <li>- Indien het gordijn rondom het bed gesloten kan worden, plaats je de Fitmate buiten het gordijn.</li> <li>- Print of schrijf het resultaat op zodat deze ingevuld kan worden in het DTK dossier.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             |
| <b>De gastteam-medewerker</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bespreek een dag van te voren met een gastteammedewerker dat de patiënt 's ochtends nuchter moet zijn en na de meting weer mag eten en drinken. Noteer</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | dit ook op de lijst van de gastteammedewerker.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>De omgeving</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Het is belangrijk dat de patiënt zo ontspannen mogelijk is. Hiervoor is het belangrijk dat de meting in een rustige omgeving wordt uitgevoerd.</li> <li>- Instrueer indien nodig andere patiënten op de kamer.</li> <li>- Het gordijn of de kamerdeur kan gesloten worden.</li> </ul> |
| <b>Canopy of masker</b> | Gekeken naar de patiëntvriendelijkheid wordt aangeraden om alleen de canopy te gebruiken bij een patiënt.                                                                                                                                                                                                                      |

## Bronnenlijst

- [1] P. Soeters, „A rational approach to nutritional assessment,” *Clin Nutr* 27, vol. 27, pp. 706-716, 2008.
- [2] R. Stratton, C. Green en M. Elia, „Disease-related malnutrition: an evidence-based approach to treatment,” Wallingford, United Kingdom, 2003.
- [3] M. Elia, „The economics of malnutrition,” *Nestle Nutr Workshop Ser Clin Perform Programme*, vol. 12, pp. 29-40, 2009.
- [4] K. Nijs, „Malnutrition and mealtime ambiance in nursing homes,” *J Am Med Dir Assoc* 10, nr. 4, pp. 226-229, 2009.
- [5] K. Norman, „Prognostic impact of disease-related malnutrition,” *Clin Nutr* 27, nr. 1, pp. 5-15, 2008.
- [6] Stuurgroep ondervoeding, „Projectomschrijving 'Vroege herkenning en behandeling van ondervoeding in Nederlandse ziekenhuizen',” 2010. [Online]. Available: <http://www.stuurgroepondervoeding.nl/index.php?id=61>. [Geopend 20 februari 2014].
- [7] D. Asselt, M. Schueren, A. Van Bokhorst en M. Olde Rikkert, „Leidraad ondervoeding bij de geriatrische patiënt,” Nederlandse Vereniging voor Klinische Geriatrie, Utrecht, 2010.
- [8] CBO, „Richtlijn perioperatief voedingsbeleid,” Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO, Utrecht, 2007.
- [9] P. Mensink, M. De Bont, T. Remijnse-Meester, S. Kattemölle-van den Berg, A. Liefwaard, J. Meijers, J. Van Binsbergen, C. Van Wayenburg en J. Vriezen, „Landelijke Eerstelijns Samenwerkingsafspraken Ondervoeding,” *Huisarts & Wetenschap* 53, nr. 7, pp. 7-10.
- [10] TweeSteden ziekenhuis, *Percentage ondervoeding*, Tilburg, 2012.
- [11] Landelijke werkgroep diëtisten oncologie, „Ondervoeding bij kanker,” 2012. [Online]. Available: [http://www.oncologiedietisten.nl/site/index.php?page=2#ondervoeding\\_bij\\_kanker](http://www.oncologiedietisten.nl/site/index.php?page=2#ondervoeding_bij_kanker). [Geopend 20 februari 2014].
- [12] J. Vogel-Boezeman, „Dieetbehandelingsrichtlijn 23: kanker,” 2003.
- [13] A. Shizgal en H. Roza, „The Harris Benedict reevaluated: resting energy requirement and body cell mass,” *American Journal of Clinical Nutrition*, nr. 40, pp. 168-182, 1984.
- [14] D. P. Kruizenga en d. H. Weijs, „Wat is de energiebehoefte van mijn patiënt?,” *Nederlands Tijdschrift voor Voeding & Diëtetiek*, vol. 5, pp. 1-9, 2009.
- [15] C. Jonkers-Schuitema, M. Klos, K. Kouwenoord-van Rixel, H. Kruizenga en W. Remijnse-Meester, „Dieetbehandelingsrichtlijn 17: ondervoeding,” 2012.
- [16] Integraal kankercentrum Nederland, „Wat is ondervoeding,” 2014. [Online]. Available: <http://oncoline.nl/ondervoeding-bij-patienten-met-kanker>. [Geopend 22 februari 2014].
- [17] T. Julsing en M. Fischer, *Onderzoeksvaardigheden*, Groningen/Houten: Noordhoff uitgevers, 2009.
- [18] Leids Universitair Medisch Centrum, „Review,” 4 Maart 2014. [Online]. Available: <https://www.lumc.nl/con/1060/907291115122341/907290301362341/>.
- [19] Tulipmed, „Fitmate RMR,” 2014. [Online]. Available: <http://www.tulipmed.nu/producten/fitmate/fitmate-rmr/>. [Geopend 6 maart 2014].
- [20] C. Compher, D. Frankenfield, N. Keim en L. Roth-yousey, „Best Practice Methods to Apply to Measurement. A Systematic Review,” *J Am Diet Assoc.*, 2006.
- [21] K. Mahan en S. Escott-Stump, *Krause's Food, Nutrition, And Diet Therapy*, Saunders, 2007.
- [22] E. Whitney en S. Rolfes, *Understanding Nutrition*, Cengage Learning, Inc , 2011.
- [23] L. Collins, M. Cornelius, R. Vogel, J. Walker en B. Stamford, „Effect of caffeine and/or cigarette smoking on resting energy expenditure,” *Int J Obes Relat Metab Disord*, nr. 18, pp. 551-556, 1994.
- [24] P. Koot en P. Deurenberg, „Comparison of changes in energy expenditure and body temperatures after caffeine consumption,” *Ann Nutr Metab*, vol. 39, pp. 135-142, 1995.
- [25] T. Yoshida, N. Sakane, T. Umekawa en M. Kondo, „Relationship between basal metabolic rate, thermogenic response to caffeine, and body weight loss following combined low-calorie and exercise treatment in obese women,” 1994.

- [26] J. Weststrate, I. Wunnink, P. Deurenberg en J. Hautvast, „Alcohol and its acute effects on resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis,” *Br J Nutr*, nr. 64, pp. 413-425, 1990.
- [27] R. Klesges, C. Mealer en L. Kesges, „Effects of alcohol intake on resting energy expenditure in young women social drinkers,” *Am J Clin Nutr*, nr. 58, pp. 805-809, 1994.
- [28] K. Rosenberg en J. Durnin, „The effect of alcohol on resting metabolic rate.” Institute of Physiology, University of Glasgow, Glasgow, Scotland, 1978.
- [29] W. Reed en J. O Hill, „Measuring the thermic effect of food,” *Am J Clin Nutr. American Society for Clinical Nutrition*, p. 63, 1996.
- [30] M. Visser, P. Deurenberg, W. van Stavern en G. Hautvast, „Resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis in young and elderly subjects: Relationship with body composition, fat distribution, and physical activity level,” *Am J Clin Nutr*, nr. 61, pp. 771-778, 1995.
- [31] A. Haugen, C. Lingtak-Neander en L. Fanny, „Indirect Calorimetry: A Practical Guide for Clinicians,” *Nutr Clin Pract*, 2007.
- [32] Nationaal Kompas, „Lichamelijke activiteit,” Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM, [Online]. Available: <http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/leefstijl/lichamelijke-activiteit/>. [Geopend 20 maart 2014].
- [33] M. Burleson, H. O'Bryant, M. Stone, M. Collins en T. Triplett-McBride, „Effects of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption.”, *Med Sci Sports Exerc*, nr. 30, pp. 518-522, 1998.
- [34] C. Gillette, R. Bullough en C. Melby, „Postexercise energy expenditure in response to acute aerobic or resistive exercise.”, *Int J Sport Nutr*, nr. 4, pp. 347-360, 1994.
- [35] C. Binzen, P. Swan en M. Manore, „Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women,” *Med Sci Sports Exerc*, nr. 33, pp. 932-938, 2001.
- [36] Feurer ID, Mullen JL. “Bedside measurement of resting energy expenditure and respiratory quotient via indirect calorimetry”. *Nutr Clin Prac.* 1986;1:43-49
- [37] McClave SA, Snider HL. Use of indirect calorimetry in clinical nutrition. *Nutr Clin Pract.* 1992;7:207-221.
- [38] AMJ. Ooijen, van Marken Lichtenbelt WD, van Steenhoven AA, Westerterp KR. “Seasonal changes in metabolic and temperature responses to cold air in humans”. *Physiol Behav.* 2004;82:545-553.
- [39] N. Smyrnios, F. Curley en K. Shaker, „Accuracy of 30-minute indirect calorimetry studies in predicting 24-hour energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients.”, *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, nr. 21, p. 168–74, 1997.

## **Bijlagen**

Bijlage 1: Onderbouwing in- en exclusiecriteria deelnemers en patiënten

Bijlage 2: Uitvoering van een meting met de canopy en het masker

Bijlage 3: Informatie folder patiënten

## Bijlage 1

### Onderbouwing in- en exclusiecriteria deelnemers en patiënten

#### **Inclusiecriteria gezonde deelnemers**

##### *Deelnemers vanaf achttien jaar en ouder*

De deelnemers moesten vergelijkbaar zijn met de patiënten op de verpleegafdelingen. Dit zijn volwassen personen. Het is nog onduidelijk of in de toekomst de indirecte calorimetrie ook toegepast gaat worden op de kinderafdeling.

##### *Deelnemers met een goede gezondheid*

Het onderzoek kon niet worden uitgevoerd bij patiënten, aangezien de tweede meting niet meer in het kader van de behandeling zou zijn. Om deze redenen mochten alleen gezonde deelnemers aan het onderzoek deelnemen.

##### *Deelnemers die de Nederlandse taal beheersen*

Vooraf en tijdens de meting werd er via de Nederlandse taal gecommuniceerd met de deelnemer. Er werd van de deelnemers verwacht dat zij de Nederlandse taal goed beheersen om communicatie fouten te voorkomen. Communicatie fouten kunnen er voor zorgen dat de instructies niet goed worden begrepen door de deelnemer en dit zou de meting kunnen beïnvloeden.

##### *Deelnemers die het informed consent hebben ondertekend*

Alleen deelnemers die het informed consent hebben ondertekend mogen meedoen aan het onderzoek. Via dit formulier geven zij toestemming aan de onderzoekers om de metingen uit te voeren en gegevens te gebruiken.

#### **Exclusiecriteria gezonde deelnemers**

##### *Deelnemers die niet gewogen kunnen worden*

Voor het gebruik van de indirecte calorimetrie moest het gewicht van de deelnemer bekend zijn. Het gewicht is nodig om de uitslag van de indirecte calorimetrie te vergelijken met de Harris & Benedict-formule. Om een betrouwbaar beeld te krijgen van het basaalmetabolisme was het noodzakelijk om een actueel gewicht te hebben. De onderzoekers hebben de deelnemers zelf gewogen. Mensen die door omstandigheden (bijv. handicap) niet gewogen konden worden werden door de onderzoekers uitgesloten.

##### *Deelnemers die zich niet hebben gehouden aan de randvoorwaarden*

De deelnemers kregen vooraf te horen aan welke randvoorwaarden zij zich moeten houden. Wanneer deelnemers zich hieraan niet hadden gehouden werden zij uitgesloten van het onderzoek. De meting kon op deze manier niet vergeleken worden met de andere metingen.

##### *Deelnemers die voor de eerste meting ontbeten hebben*

Deelnemers die voor de eerste meting ontbeten hadden werden uitgesloten van het onderzoek. Hierdoor was het niet mogelijk om een nuchtere en niet-nuchtere meting uit te voeren.

##### *Deelnemers met een voedselallergie*

Deelnemers die het standaard ontbijt niet konden eten of drinken in verband met een voedselallergie, bijvoorbeeld glutenallergie of lactose intolerantie, werden uitgesloten van het onderzoek. Wanneer producten in het ontbijt vervangen zouden worden door andere producten, zou dit ontbijt mogelijk niet dezelfde hoeveelheid Kcal en voedingsstoffen bevatten als het standaardontbijt. Dit kan mogelijk een ander effect hebben op de tweede meting. Het vergelijken van de metingen zou dan minder betrouwbaar zijn.

### **Inclusiecriteria patiënten**

#### *Patiënten vanaf achttien jaar en ouder*

Het is nog onduidelijk of in de toekomst de indirecte calorimetrie ook toegepast gaat worden op de kinderafdeling. Om deze reden werden alleen patiënten gemeten van 18 jaar en ouder.

#### *Patiënten die liggen op een verpleegafdeling van het TweeSteden ziekenhuis in Tilburg*

De patiënten die gemeten worden dienen allemaal opgenomen te zijn in het TweeSteden ziekenhuis. Omdat de meting wordt uitgevoerd om ervaring op te doen over het meten bij een patiënt die ligt op een verpleegafdeling.

#### *Patiënten die de Nederlandse taal beheersen*

Vooraf en tijdens de meting werd er via de Nederlandse taal gecommuniceerd met de deelnemer. Er werd van de deelnemers verwacht dat zij de Nederlandse taal goed beheersen om communicatie fouten te voorkomen. Communicatie fouten kunnen er voor zorgen dat de instructies niet goed worden begrepen door de deelnemer en dit zou de meting kunnen beïnvloeden.

### **Exclusiecriteria patiënten**

#### *Patiënten die beademd werden*

Deze groep patiënten werd uitgesloten van deelname omdat het met de gebruikte calorimeter (Fitmate RMR) niet mogelijk is om beademde patiënten te meten.

#### *Patiënten die zuurstof kregen*

De Fitmate RMR meet de in- en uitgeademde zuurstoffractie. Doordat er bij zuurstoftoediening de beademing extra zuurstof wordt gegeven aan de patiënt, klopt de ingebouwde berekening niet meer. Hierdoor kan er een vertekening ontstaan in de berekende energiebehoefte in rust.

#### *Patiënten met een MSRA-infectie of met verpleging in contactisolatie of druppelisolatie*

Deze patiënten zijn besmet met bacteriën. Om te voorkomen dat andere patiënten risico lopen om via de gebruikte materialen te worden besmet, worden deze patiënten uitgesloten van het onderzoek.

#### *Patiënten die totale parenterale voeding (TPV) krijgen*

Deze patiënten worden de gehele dag door gevoed. De patiënten die gemeten worden dienen nuchter te zijn voor de meting. Het is praktisch niet haalbaar om TPV tijdelijk stop te zetten.

#### *Patiënten die niet/slecht aanspreekbaar zijn of patiënten die delirant zijn*

Tijdens de meting moet er gecommuniceerd worden met de patiënt. Patiënten die niet of slecht aanspreekbaar zijn worden daarom uitgesloten van onderzoek. Mogelijk kunnen patiënten die delirant zijn niet begrijpen wat er gebeurt, onrustig worden of niet stil kunnen liggen. Voor de eigen veiligheid worden deze patiënten uitgesloten.

## **Bijlage 2**

### **Uitvoering van een meting met de canopy en het masker**

#### *Uitvoering van de meting met de canopy*

- De deelnemer rust tien tot twintig minuten voor de meting, in deze tijd wordt het apparaat aangesloten. Hierbij wordt de snelstart handleiding FITMATE RMR gebruikt.
- De deelnemer gaat rustig liggen op bed.
- De kap wordt over het hoofd van de deelnemer geplaatst. Het is belangrijk dat het witte zeil rondom de kap zo wordt geplaatst dat de kap zo goed mogelijk afgesloten is van de buitenlucht.
- De meting wordt gestart.
- De eerste vijf minuten worden niet meegenomen in de meting.
- Tijdens de meting wordt regelmatig gecontroleerd of de deelnemer op de juiste manier adem haald en zich op zijn/haar gemak voelt.
- Na vijftien minuten wordt de meting gestopt en wordt de kap van de deelnemer afgehaald.
- Vervolgens wordt via de Fitmate een maximale variatie van 10% ingesteld.
- De uitslag van de meting wordt op een bonnetje geprint.

#### *Uitvoering van de meting met het masker*

- De deelnemer rust tien tot twintig minuten voor de meting, in deze tijd wordt het apparaat aangesloten. Hierbij wordt de snelstart handleiding FITMATE RMR gebruikt.
- De deelnemer gaat rustig liggen op bed of zitten in een stoel.
- Het masker wordt over het hoofd van de deelnemer geplaatst. Het masker bestaat in 3 verschillende maten.
- De meting wordt gestart.
- De eerste vijf minuten worden niet meegenomen in de meting.
- Tijdens de meting wordt regelmatig gecontroleerd of de deelnemer op de juiste manier adem haald en zich op zijn/haar gemak voelt.
- Na vijftien minuten wordt de meting gestopt en wordt de kap van de deelnemer afgehaald.
- Vervolgens wordt via de Fitmate een maximale variatie van 5% ingesteld.
- De uitslag van de meting wordt op een bonnetje geprint.

## **Patiënteninformatie**

# **HET METEN VAN UW ENERGIEBEHOEFTE**

|                               |   |       |
|-------------------------------|---|-------|
| <b>Naam</b>                   | : | _____ |
| <b>Geboortedatum</b>          | : | _____ |
| <b>Datum van afgifte</b>      | : | _____ |
| <b>Naam diëtist</b>           | : | _____ |
| <b>Telefoonnummer diëtist</b> | : | _____ |

### **De energiebehoefte**

Om de voeding op uw energiebehoefte af te stemmen, kan de diëtist uw energiebehoefte berekenen. Hiervoor meet de diëtist onder andere het energieverbruik in rust. Dit is het energieverbruik dat nodig is voor de activiteiten om de normale lichaamsfuncties te ondersteunen. Denk bijvoorbeeld aan de ademhaling en het handhaven van de juiste lichaamstemperatuur. Het energieverbruik in rust wordt gemeten met behulp van de indirecte calorimetrie.

### **Indirecte calorimetrie**

De indirecte calorimetrie is een apparaat die de hoeveelheid in- en uitgeademde lucht meet. Hiermee berekent het apparaat nauwkeurig hoeveel energie u verbruikt in rust.

### **Het doel van de meting**

De uitslag van de meting laat zien hoeveel energie u nodig heeft in rust. Dit is ongeveer driekwart van uw totale energiebehoefte. Het overige deel bepaalt de diëtist met behulp van een toeslag aan de hand van uw activiteit, eventuele verliezen van voedingsstoffen en/of gewenste gewichtstoename of afname. Met behulp van deze totale berekening kan de diëtist een persoonlijke dieetbehandeling opstellen.

### **Vorbereiding**

Als voorbereiding op de meting dient u rekening te houden met een aantal randvoorwaarden:

- Voeding
- Tot 2 uur voor de meting geen cafeïne (koffie, thee, cola, redbull), nicotine (roken)

of alcohol nuttigen

- Tot 2 uur voor de meting geen matig lichamelijke activiteiten (wandelen, fysiotherapie, douchen)
- 10 minuten voor de metingen rustig liggen of zitten

### **Het verloop van de meting**

Voordat de meting wordt uitgevoerd krijgt u van de diëtist uitleg over de procedure en wordt u gewogen. De meting wordt verricht terwijl u op bed ligt. Het is belangrijk om voor de meting ongeveer 10 minuten te rusten. Hierna wordt het apparaat ingesteld en wordt er een transparante kap over uw hoofd geplaatst. U kunt onder deze kap gewoon ademen. Met deze kap wordt de in- en uitgeademde lucht gemeten. Dit duurt ongeveer 15 minuten. Het is belangrijk dat u tijdens de meting ontspannen bent. Het is toegestaan om muziek te luisteren of tv te kijken tijdens de meting. De meting duurt in totaal ongeveer 30 minuten.



### **Uitslag van de meting**

Datum:...../...../.....

Energieverbruik rust:.....Kcal/dag

Energieverbruik totaal:.....Kcal/dag

Wanneer u na het lezen van deze folder nog vragen heeft kunt u contact opnemen met bovengenoemde diëtist.