



Nutritional Assessment Platform

Meting rustmetabolisme middels indirecte calorimetrie

Standard Operating Procedures

Versie 1

8/29/2017

Auteurs: Annemieke Kok, Martine Sealy, Marijke Berkenpas

Doel: Bepalen energieverbruik in rust middels indirecte calorimetrie

Doelgroep: Volwassenen en kinderen

Tijdsduur: 30 minuten



Inhoudsopgave

1. Doel van het meetinstrument.....	3
2. Begrippen en bepalingen	3
2. Achtergrondinformatie	3
3. Doelgroep.....	4
4. Veiligheid en Milieu	4
4.1. Veiligheid deelnemer en testuitvoerder	4
4.2. Milieu	5
5. Beschrijving van het meetinstrument.....	5
6. Reinigen en Onderhoud	5
6.1. Reinigen	5
6.2. Onderhoud van de apparatuur	5
7. Werkwijze	5
7.1. Benodigheden	5
7.2.1. Voorbereiding	6
7.2.2. Meting.....	6
7.3. Verwerking van de resultaten.....	7
8. Methodologische kwaliteit	8
8.1. Validiteit en betrouwbaarheid.....	8
Referenties.....	9
Bijlage 1: Stroomschema meetprocedure	10
Bijlage 2: Invloed van voeding, cafeïne, nicotine, alcohol en medicatie op REE	11



1. Doel van het meetinstrument

Het energieverbruik in rust wordt gemeten met behulp van indirecte calorimetrie met een ventilatiekap, masker of een mondstuk. Aan de hand van de samenstelling van de door de deelnemer in- en uitgeademde lucht wordt het energieverbruik in rust (REE) gemeten. Deze informatie kan worden gebruikt om de totale energiebehoefte (TEE) per dag te berekenen.

2. Begrippen en bepalingen

REE; Resting Energy Expenditure (energieverbruik in rust)

TEE; Total Energy Expenditure (totaal energieverbruik)

RQ; Respiratoir Quotient (VCO_2/VO_2)

VCO_2 ; Kooldioxide afgifte in l/ min

VO_2 ; Zuurstofopname in l/ min

2. Achtergrondinformatie

Tijdens een REE meting middels indirecte calorimetrie wordt aan de hand het zuurstofverbruik (VO_2) en koolstofdioxideproductie (VCO_2) berekend welke hoeveelheden van de macronutriënten als brandstof zijn gebruikt. Analyseapparatuur wordt aangesloten op een ventilatiekap of een masker (of beademingsapparatuur). Bij een ventilatiekap (of canopy) wordt er een constante luchtstroom door een doorzichtige kap gezogen die afgedekt over een deelnemer ligt. Bij de tweede methode ademt de deelnemer door een masker of mondstuk. Door meting van de O_2 en CO_2 concentraties van de in- en uitgaande lucht, kan het energieverbruik in rust (REE), worden berekend. De hoeveelheid kilocalorieën die vrijkomen bij het gebruik van 1 liter zuurstof is afhankelijk van het gebruikte substraat (koolhydraten, eiwitten of vetten).

De energiebehoefte wordt berekend middels de verkorte formule van Weir* (1949) in kcal/dag:

$$REE \text{ (kcal/dag)} = (3.9 * VO_2 \text{ (l/min)} + 1.1 * VCO_2 \text{ (l/min)}) * 1440$$

*Deze verkorte Weir formule kan aangevuld worden met een berekening van energieverlies via de urinstikstofcomponent (uN_2). Deze formule wordt in de praktijk echter weinig toegepast omdat het urinstikstof niet accuraat gemeten kan worden en bovendien is dit component slechts verantwoordelijk voor 4% van het werkelijke energieverbruik bij klinische patiënten.



De respiratoir quotiënt (RQ) is een maat die de ratio aangeeft tussen de VCO_2 en de VO_2 . Deze ratio geeft informatie over het gebruikte substraat. Elk substraat heeft namelijk zijn eigen RQ;

Koolhydraten; 1,0

Eiwitten; 0,8

Vetten; 0,7.

De RQ varieert in nuchtere situatie bij gezonde personen tussen de 0,68 en 0,9.

Bij een RQ < 0,67 of >1,3 is er waarschijnlijk sprake van meetfout (bijvoorbeeld luchtlekkage, instabiele meting) en moet een nieuwe meting worden overwogen.

NB een RQ < 0,7 kan voorkomen bij ketose en hypoventilatie/herstel na hyperventileren.

Een RQ > 1,0 kan voorkomen bij acidose, hyperventilatie of in een niet nuchtere situatie.

3. Doelgroep

Volwassenen en kinderen

Indicatie:

- Nauwkeurige bepaling van het energieverbruik in rust in de individuele patiëntenzorg bij bijvoorbeeld onverklaarbare gewichtsveranderingen of het uitblijven van gewenste gewichtsveranderingen of in onderzoeksverband

Contra indicaties:

- Continue zuurstoftoediening via neusbril of masker, waarbij een onderbreking van 30 minuten onmogelijk of onverantwoord is. (Meting alleen uitvoeren wanneer de behandelend arts erin toestemt dat de zuurstoftoediening tijdens de meting onderbroken wordt)
- Hyperventileren
- Luchtlekkage via ventilatiekap (bijv door drains en slangen)
- Zandbed; indirecte calorimetrie op een zandbed levert onbetrouwbare resultaten op
- Deelnemer is niet instrueerbaar/ kan niet stil liggen/zitten gedurende de meting

4. Veiligheid en Milieu

4.1. Veiligheid deelnemer en testuitvoerder

Risicoklasse: IIa, laag risico. Gebruik is veilig mits de meting uitgevoerd wordt door een getraind gebruiker.



De gebruiker dient getraind te zijn in het gebruiken en interpreteren van de uitslagen van de indirecte calorimetrie volgens de in het centra geldende richtlijnen.

4.2. Milieu

n.v.t.

5. Beschrijving van het meetinstrument

Indirecte calorimeter met ventilatiekap, masker of mondstuk.

Deze SOP is niet voor een specifiek merk geschreven.

6. Reinigen en Onderhoud

6.1. Reinigen

Voor iedere meting wordt een schoon antibacterieel filter geplaatst tussen de ventilatiekap en de luchtslang. Maak na elke meting de ventilatiekap, het masker of mondstuk schoon volgens de instructies van de fabrikant, eventueel in afstemming met de afdeling ziekenhuishygiëne/infectiepreventie.

6.2. Onderhoud van de apparatuur

Zie hiervoor de handleiding van de indirecte calorimeter.

7. Werkwijze

7.1. Benodigdheden

- Indirecte calorimeter met alle benodigdheden (ventilatiekap, masker of mondstuk met neusclip, antibacteriële filters, desinfectie doekjes en eventueel (afhankelijk van het merk indirecte calorimeter) een luchtpomp voor kalibratie
- Onderzoekstafel of bed + kussen, eventueel een deken
- Meetlat en weegschaal
- Rustige ruimte met omgevingstemperatuur tussen 22-25°C

7.2. Meetprocedure

Zie bijlage 1 schema meetprocedure



7.2.1. Voorbereiding

- Zorg dat de calorimeter is opgewarmd volgende de handleiding voor de kalibratie.
- Kalibreer de apparatuur volgens de handleiding.
- Plaats vóór iedere meting een nieuw antibacterieel filter tussen de ventilatiekap en de luchtslang.
- Geef uitleg over de meting en controleer voorafgaand aan de meting of de deelnemer nog vragen heeft over de uitvoering van de meting.
- Controleer of de deelnemer nuchter is (niet gegeten, niet gedronken (anders dan water), in de voorgaande 5 uur.
NB afhankelijk van (onderzoeks)populatie en doel van de meting kan ervoor gekozen worden niet nuchter te meten of een andere nuchtere periode aan te houden.
- Controleer of de deelnemer niet gerookt heeft in de voorgaande 2 uur.
- Controleer of deelnemer intensief actief is geweest.
- Controleer of en welke medicatie de deelnemer gebruikt en ingenomen heeft en noteer dit.
- Verzoek de deelnemer zijn mobiele telefoon uit te schakelen.
- Laat de deelnemer plaats nemen op de onderzoekstafel, in een comfortabele houding, op de rug liggend met armen langs het lichaam. Het hoofdeinde van de onderzoekstafel bij voorkeur in hoek van 45^o geplaatst. Wanneer de deelnemer het koud heeft, kan voorafgaand aan de meting, een deken over het onderlichaam geplaatst worden.
- Laat de deelnemer 10 minuten rustig liggen op de onderzoekstafel/bed voorafgaand aan de meting.

7.2.2. Meting

- Plaats de ventilatiekap over het hoofd van de deelnemer en zorg dat de rubberen mantel goed aansluit, zodat er geen luchtlekkage plaats kan vinden of plaats het masker of mondstuk met neusclip
- Start direct de meting volgens de handleiding.
- Zorg dat de deelnemer zo rustig mogelijk blijft tijdens de meting maar niet in slaap valt. Wek de patiënt wanneer deze toch in slaapt lijkt te zijn gevallen.
- Werk rustig en stil en praat niet met de deelnemer, maar houdt deze wel in de gaten.



- Beëindig de meting na minimaal 20 minuten of het bereiken van een “steady state” (geen netto daling of stijging van REE) gedurende tenminste 10 minuten (variatie VCO_2 en $VO_2 < 10\%$). Verwijder de ventilatiekap, het mondstuk of masker.
- Laat de deelnemer rustig bijkomen en rechtop zitten voordat degene de onderzoekstafel/bed verlaat.
- Verwijder het gebruikte filter van de ventilatiekap en gooi dit weg.
- Maak de ventilatiekap en rubberen mantel schoon volgens de handleiding van de apparatuur/in uw instelling geldende hygiënerichtlijnen.
- Verschoon het papier op de onderzoekstafel en/of verschoon het beddengoed.

7.3. Verwerking van de resultaten

- Selecteer een stabiele periode van tenminste 15 minuten (variatie VCO_2 en $VO_2 < 10\%$), waarbij de eerste 5 minuten van de meting weggegooid worden (ivm acclimatisatie van de deelnemer, de REE daalt dan nog om vervolgens te stabiliseren).
- Noteer de gemeten REE, de tijdsduur van de “steady state”, de RQ en de variatie van de RQ, VCO_2 en VO_2 en overige variabelen zoals lengte, gewicht en medicatie in het EPD of gewenste databestand.



8. Methodologische kwaliteit

8.1. Validiteit en betrouwbaarheid

Directe calorimetrie wordt als de gouden standaard beschouwd voor het meten van rustmetabolisme. Directe calorimetrie is het meten van warmte geproduceerd door metabole processen in het lichaam. De geproduceerde warmte kan worden gemeten in een geïsoleerde meetkamer. Alhoewel deze methode nauwkeurig is, is de meting zeer kostbaar, niet overal beschikbaar en vereist specifieke technische kennis. Om die reden is indirecte calorimetrie de meeste geschikte en gebruikte methode in de klinische praktijk.

Verschillende factoren zoals voeding, cafeïne, nicotine, alcohol, medicatie, lezen en muziek luisteren kunnen een effect hebben op energieverbruik in rust (zie bijlage 2).

De validiteit en betrouwbaarheid van nieuwere, mobiele apparatuur verschilt per merk en (patiënten)populatie. Voor het bepalen van de validiteit en betrouwbaarheid wordt deze apparatuur veelal vergeleken met indirecte calorimetrie met ventilatiekap. Nadeel van gebruik van mobiele apparatuur is dat er vaak geen ijking aan gasmengsel mogelijk is waardoor de meting iets minder accuraat is. Voordelen zijn dat zij mobieler zijn, eenvoudiger te bedienen en de meting sneller verloopt. Daarnaast is deze apparatuur goedkoper en daarvoor voor meer mensen binnen handbereik.

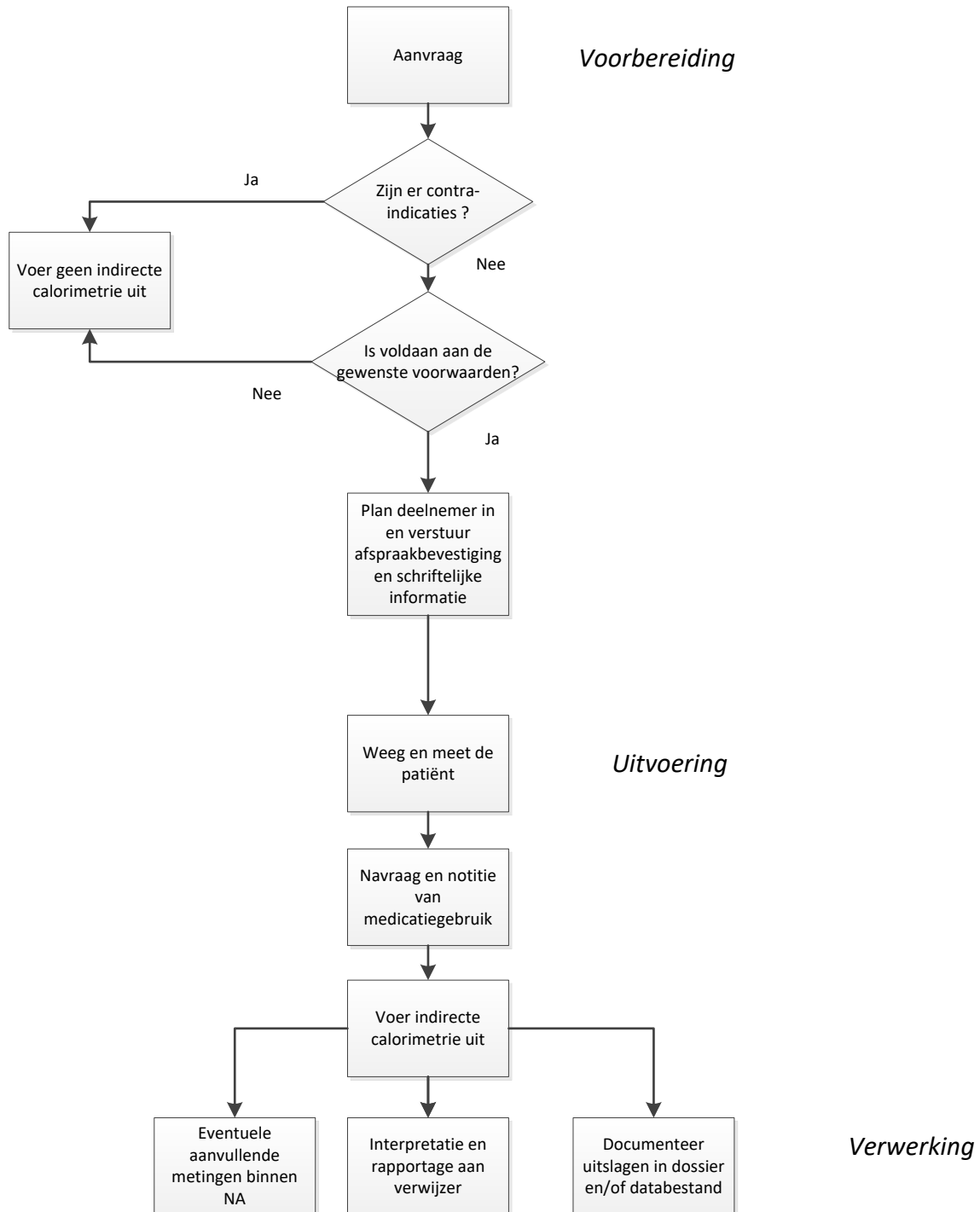


Referenties

- (1) Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc* 2006 Jun;106(6):881-903.
- (2) Fullmer S, Benson-Davies S, Earthman CP, Frankenfield DC, Gradwell E, Lee PS, et al. Evidence analysis library review of best practices for performing indirect calorimetry in healthy and non-critically ill individuals. *J Acad Nutr Diet* 2015 Sep;115(9):1417-46.
- (3) Haugen HA, Chan LN, Li F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract* 2007 Aug;22(4):377-88.
- (4) Irving CJ, Eggett DL, Fullmer S. Comparing Steady State to Time Interval and Non-Steady State Measurements of Resting Metabolic Rate. *Nutr Clin Pract* 2017 Feb;32(1):77-83.
- (5) Reed GW, Hill JO. Measuring the thermic effect of food. *Am J Clin Nutr* 1996 Feb;63(2):164-9.
- (6) Snell B, Fullmer S, Eggett DL. Reading and listening to music increase resting energy expenditure during an indirect calorimetry test. *J Acad Nutr Diet* 2014 Dec;114(12):1939-42.
- (7) Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949 Aug;109(1-2):1-9.



Bijlage 1: Stroomschema meetprocedure





Bijlage 2: Invloed van voeding, cafeïne, nicotine, alcohol en medicatie op REE

Het gemeten energieverbruik tijdens een indirecte calorimetrie meting kan beïnvloed worden door verschillende factoren. Het is belangrijk om de volgende effecten in acht te nemen bij het uitvoeren en/of interpreteren van een meting.

	Effect op energieverbruik in rust (REE)			Opmerkingen	Min. tijd tot meting
	Richting	Effectgrootte	Piek		
Voeding	↑	7-9 % van de hoeveelheid kcal die is ingenomen	60-180 min.	De piek is later bij mensen met obesitas en ouderen	5 uur
Cafeïne	↑	7-11 %	30-150 min.	Bij inname van 4 koppen	3 uur
Nicotine	↑	3-7 %	10-60 min.	Bij gebruik van 4-10 sigaretten; piek treedt al snel op	2uur
Alcohol	↑	1-14 % bij gezonde volwassenen	90 min.	Bij inname van 2 glazen	2 uur
		26 % bij alcoholisten na 8 uur onthouding van alcohol		Bij 14 dagen onthouding is REE vergelijkbaar met controle patiënten	
Rustgevende medicatie ①	↓				
Stimulerende medicatie ②	↑				

↑ = verhogend effect op REE ↓ = verlagend effect op REE

① Rustgevende medicatie:

- **Opioiden:** sterke pijnstellers zoals morfine, fentanyl (o.a. Durogesic[®]), codeïne, methadon (o.a. Symoron[®]), oxycodon (Oxynorm[®], Oxycontin[®]), tramadol (Tramal[®])
- **Betablokkers:** bij hoge bloeddruk en/of cardiale problemen zoals atenolol, metoprolol (Selokeen[®]), propranolol, sotalol
- **Antipsychotica:** voorbeelden chloorpromazine, haloperidol (Haldol[®]), clozapine (Leponex[®]), perfenazine, pimozide (Orap[®]), zuclopentixol, **olanzapine?***



- **Barbituraten:** rustgevend /slaapmiddelen zoals nitrazepam, temazepam (Normison®), zolpidem, diazepam en oxazepam (Seresta®)

② Stimulerende medicatie:

- **Antidepressiva:** zoals amitriptyline (Sarotex®), fluoxetine (Prozac®), paroxetine (Seroxat®)
- **Adrenaline, epinephrine en epinephrine-antagonisten:** (zoals amfetaminen): zoals drugs (speed etc), Anapen®, Epipen®
- **Methylfenidaat (MPH):** zoals Ritalin®
- **Glucocorticoïden:** zoals dexamethason, hydrocortison, prednisolon
- **Groeihormoon:** zoals somatotropine (Genotropin®, Norditropin®, Omnitrope®)

Algemene aandachtspunten:

- Tijdens hemodialyse wordt CO₂ verwijderd. Dit heeft invloed op de CO₂ productie tijdens een REE meting. Beperkte data heeft uitgewezen dat het aan te bevelen is om een REE meting minimaal 24 uur na hemodialyse uit te voeren.
- Fysieke activiteit voorafgaand aan de REE meting verhoogt het REE. Bij matige intensieve fysieke activiteit (stevig wandelen, fietsen met 15 km/uur) wordt geadviseerd 2 uur te wachten met een meting, na intensievere sportactiviteiten wordt geadviseerd 14 uur te wachten met een meting.
- Geadviseerd wordt om de patiënt minimaal 10 minuten rustig te laten liggen op de onderzoeksbank voor aanvang van de meting.
- Geadviseerd wordt om de patiënt in een comfortabele houding te laten liggen tijdens de meting. Een onnatuurlijke houding heeft een verhogend effect op het REE.
- Een koude omgevingstemperatuur heeft een verhogend effect op het REE. Geadviseerd wordt om de meting bij kamertemperatuur (22-25°C) uit te voeren; eventueel kan een lichte deken gebruikt worden.
- De REE varieert over de dag tussen de 3 en 5% onafhankelijk van de variabelen die hierboven genoemd zijn.
- Het lezen van een boek of op een elektronisch apparaat heeft een verhogend effect op het REE (ca 6,5%). Het luisteren naar zelf uitgekozen muziek verhoogd in mindere mate het REE (ca 1,8%).

Literatuur:

- Compher C, Frankenfield D, Keim N et al. Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults: A Systematic Review. *J Am Diet Assoc.* 2006;106:881-93.
- Sharpe J, Byrne N, Stedman T et al. Resting energy expenditure is lower than predicted in people taking atypical antipsychotic medication. *J Am Diet Assoc.* 2005;105:612-615.
- Cuerda C, Velasco C, Merchán-Naranjo J et al. The effects of second-generation antipsychotics on food intake, resting energy expenditure and physical activity. *European Journal of Clinical Nutrition* (2014) 68, 146–152.
- Snell B, Fullmer S, Egger DL. Reading and Listening to Music Increase Resting Energy Expenditure during an Indirect Calorimetry Test. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* (2014); 114:12:1939–1942.