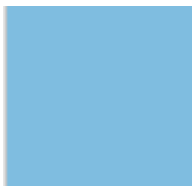


Energie- en eiwitinname op de Intensive Care van het LUMC

Een retrospectief en observationeel onderzoek



Abstract

Voor het LUMC is voor de periode 2013 – 2015 de energie- en eiwitinname van patiënten op de intensive care geanalyseerd. Deze scriptie heeft het doel nieuwe inzichten te bieden op het gebied van voeding op de IC in het algemeen en de energie- en eiwitinname op de IC van het LUMC in het bijzonder.

Hoi Sun Snoek

Voeding & Diëtetiek

16-1-2017

DE ENERGIE- EN EIWITINNAME OP DE INTENSIVE CARE VAN HET LUMC

Een retrospectief en observationeel onderzoek

Auteur:	Hoi Sun Snoek
Adres:	Ringweg-Randenbroek 22D 3816 CH Amersfoort
Studentnummer:	13096273
E-mailadres:	hssnoek@hotmail.com
Opleiding:	Voeding en Diëtetiek
Instelling:	De Haagse Hogeschool Johanna Westerdijkplein 75 Den Haag Tel. 070 4458300
Docentbegeleider:	Martijn Verheus, m.verheus@hhs.nl
Praktijkbegeleiders:	Jacqueline Langius, j.a.e.langius@hhs.nl Anneke Droop, a.droop@lumc.nl Myriam van Zandvoort, mvanzandvoort@lumc.nl
Datum van publicatie:	16 januari 2017
Aantal woorden:	9.908

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie “Energie- en eiwitname op de Intensive Care van het LUMC” ter afronding van de deeltijdstudie Voeding en Diëtetiek aan de Haagse Hogeschool. Het schrijven van deze scriptie voor een academisch ziekenhuis is van grote toegevoegde waarde geweest voor mijn kennis en mijn carrièredoelen. Nog niet eerder heb ik in een periode van vier maanden zoveel informatie tot mij genomen, zoveel geleerd over de reactie van het lichaam op voeding en over de intensive care, en mij zoveel extra vaardigheden eigen gemaakt. Ik ben de afdeling Diëtetiek van het Leids Universitair Medisch Centrum dankbaar dat ik deze kans heb gekregen.

Deze scriptie is gebaseerd op een uitvoerig literatuuronderzoek met alleen de hoogste “evidence” en een data-analyse met geanonimiseerde data van IC-patiënten die in de periode 2013-2015 op de IC van het LUMC hebben gelegen. De oorspronkelijke dataset bevatte 20.000 metingen en was de grootste uitdaging van dit afstudeeronderzoek. Naar mijn weten is het niet eerder mogelijk geweest om een dergelijke grote populatie uit het patiënten datamanagementsysteem van het LUMC te extraheren. Daarnaast had ik niet eerder een dataset van deze grootte geanalyseerd. Het eindresultaat is niet zonder slag of stoot tot stand gekomen, mede doordat een perfectionist zoals ik niet snel tevreden is. Desalniettemin ben ik trots op mezelf dat ik dit als deeltijdstudent naast een parttimebaan heb bewerkstelligd.

Graag richt ik een dankwoord aan iedereen die mij heeft geholpen, gesteund en begeleid tijdens deze afstudeerperiode. In het bijzonder wil ik mijn praktijkbegeleiders en diëtisten van het LUMC Anneke Droop en Myriam van Zandvoort bedanken voor de begeleiding, adviezen en de kans die zij mij hebben gegeven om deze scriptie te kunnen schrijven.

Als laatste wil ik de docenten Martijn Verheus als docentbegeleider en Jacqueline Langius als praktijkbegeleider/ docentbegeleider bedanken voor hun betrokkenheid en luisterend oor gedurende mijn afstudeeronderzoek. Zonder hun kritische feedback en begeleiding had ik deze scriptie niet kunnen opleveren in deze hoedanigheid.

Hoi Sun Snoek

Amersfoort, 16 januari 2016

Abstract

Background

An optimal energy and protein intake is essential to improve hospital survival of critically ill patients and to decrease infections. Over- and underfeeding critically ill patients have clinical consequences. To avoid over- and underfeeding an accurate determination of energy and protein requirement is necessary. However, determining resting energy expenditure in critically ill patients is a complex subject and even evidence based literature have not found consensus about this subject. To determine energy and protein requirement, the intensive care unit (ICU) of the LUMC is using calculations recorded in a feeding protocol. The LUMC tend to have an evidence based feeding protocol based on the most recent evidence based literature and evaluates the ICU feeding protocol every three to five years. For the following evaluation of the feeding protocol, this study will provide the LUMC information about the energy and protein intake of the LUMC ICU patients in the period of 2013-2015. In addition, this study compares the energy intake to the energy and protein requirement determined by calculations recorded in the ICU feeding protocol. Based on the conclusions, this study will provide the LUMC recommendations to improve the ICU feeding protocol.

Method

A retrospective and observational study was conducted. ICU nurses prospectively registered energy and protein intake, which was used for this study. Inclusion criteria: adult ICU patients using enteral or parenteral nutrition, with length of stay > 48h in the period of 1-1-2013 - 1-1-2016. The first and last day of ICU stay were excluded, because 24h registration of energy and protein intake was not possible on these days. Data analysis was conducted in SPSS V22.0.

Results

In total, 931 of 2,410 patients were excluded and 14,947 measurements of 1,479 patients were eligible for the study. This study has shown that the mean energy intake in the first ICU week was 20 kcal/kg/ day (SD 10 kcal/ kg/ day) and the mean energy intake in the total study period was 23 kcal/kg/ day (SD: 10 kcal/ kg/ day). This shows a deficit of respectively 5 and 2 kcal/ kg/ day compared to the energy requirement determined by calculations recorded in the ICU feeding protocol (25 kcal/ kg/ day). The mean protein intake of the study population was 1.01 gram/ kg/ day (SD: 0.51 gram/ kg/ day) in the first ICU week. The mean protein intake was 1.14 gram/ kg/ day (SD: 0.48 gram/ kg/ day) in the total study period. This shows a deficit of respectively 0.49 and 0.36 gram/ kg/ day compared to the protein requirement determined by calculations recorded in the ICU feeding protocol (1.50 gram/ kg/ day).

Conclusions

In conclusion, this study has shown that in the study period the energy and protein intake of the study population was not equal to the energy and protein requirement determined by calculations recorded in the ICU feeding protocol. More attention is needed to the energy intake in the first ICU week and to the protein intake of the overall ICU stay.

Recommendations

To determine the energy and protein requirement, the guideline of SCCM and ASPEN from 2016 is recommended. In addition, it is recommended to eliminate the advice in the LUMC ICU feeding protocol to start feeding within 6 hours after ICU admission.

Samenvatting

Aanleiding

Een optimaal energie- en eiwitaanbod is van essentieel belang bij Intensive Care (IC-) patiënten om de kans op overleving te vergroten en infecties te verkleinen. Vanwege negatieve klinische uitkomsten, dient hierbij zowel een te hoog als een te laag energie- en eiwitaanbod voorkomen te worden. Hierbij is een accurate bepaling van de energie- en eiwitbehoefte van groot belang. Echter, de bepaling van het rustmetabolisme van IC-patiënten is complex en in de wetenschappelijke literatuur is nog weinig consensus hierover te vinden. De IC-afdeling van het LUMC gebruikt voor de bepaling van de energie- en eiwitbehoefte formules die in het IC-voedingsprotocol staan beschreven. Het LUMC streeft ernaar de informatie in het IC-voedingsprotocol op evidence based conclusies uit de meest recente literatuur te baseren en evalueert hiervoor het protocol iedere drie tot vijf jaar. Voor de eerstvolgende evaluatie zal met dit onderzoek inzicht worden verschaft over de energie- en eiwitname van patiënten die in de periode van 2013-2015 op de IC lagen ten opzichte van de protocollair berekende energie- en eiwitbehoefte. Op basis van deze bevindingen zullen aanbevelingen worden geformuleerd ter verbetering van het huidige IC-voedingsprotocol van het LUMC.

Methode

Er heeft een retrospectief en observationeel onderzoek plaatsgevonden. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de door IC-verpleegkundigen prospectief ingevoerde energie- en eiwitname. Inclusiecriteria: volwassen IC-patiënten met enterale of parenterale voedingsondersteuning, met opnameduur > 48 uur in de periode 1-1-2013 - 1-1-2016. De eerste en laatste opnamedag zijn geëxcludeerd, omdat 24-uurregistratie van de energie- en eiwitname niet mogelijk was op deze dagen. De data-analyse is uitgevoerd in SPSS V22.0.

Resultaten

In totaal zijn er van de 2.410 patiënten 931 patiënten geëxcludeerd en bestond de patiëntenpopulatie uit 14.947 metingen van 1.479 patiënten. Uit dit onderzoek is gebleken dat de gemiddelde energie-inname in de eerste opnameweek 20 kcal/kg/ dag (SD 10 kcal/kg/ dag) was en in de totale onderzoeksperiode 23 kcal/kg/ dag (SD: 10 kcal/ kg/ dag). Vergeleken met de energiebehoefte van 25 kcal/ kg/ dag conform het IC-voedingsprotocol, is dit respectievelijk 5 en 2 kcal/ kg/ dag te weinig. De eiwitname van de onderzoekspopulatie was in de eerste opnameweek van de onderzoeksperiode gemiddeld 1,01 gram/ kg/ dag (SD: 0.51 gram/ kg/ dag), In de totale onderzoeksperiode was de gemiddelde eiwitname 1,14 gram/ kg/ dag (SD: 0.48 gram/ kg/ dag). Vergeleken met de eiwitbehoefte van 1,50 gram/ dag conform het IC-voedingsprotocol, is dit respectievelijk 0,49 en 0,36 gram/ kg/ dag te weinig.

Conclusie

Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat in de onderzoeksperiode de energie- en eiwitname van de onderzoekspopulatie niet overeenkomt met de energie- en eiwitbehoefte conform het IC-voedingsprotocol. De energie-inname heeft in de eerste opnameweek vooral aandacht en de eiwitname is voor de hele opnameduur een aandachtspunt.

Aanbevelingen

Voor de berekening van de energie- en eiwitbehoefte is het aan te bevelen de richtlijnen van SCCM en ASPEN uit 2016 op te volgen. Daarnaast is aan te raden het voorschrift om “in principe binnen 6 uur na IC-opname te beginnen met het toedienen van voeding” uit het voedingsprotocol van het LUMC te schrappen.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Abstract	4
Samenvatting	5
Inhoudsopgave	6
1. Inleiding	8
1.1 Aanleiding	8
1.2 Doelstelling	10
1.3 Onderzoeksvraag en deelvragen	10
2 Huidige wetenschappelijke inzichten op het gebied van het voeden van volwassen IC-patiënten	11
2.1 Berekenen van rustmetabolisme met indirecte calorimetrie	11
2.2 Berekenen van energiebehoefte aan de hand van formules	12
2.2.1 Formules gebaseerd op gewicht	12
2.2.2 Harris-Benedict formule	12
2.2.3 Formules speciaal ontwikkeld voor IC-patiënten	13
2.3 Bepalen van eiwitbehoefte aan de hand van formules	13
2.4 Moment van starten van toediening van voeding	14
2.5 Enteraal versus parenteraal voeden	15
3 Methode	16
3.1 Dataverzameling	16
3.2 Data-analyse	17
3.2.1 Karakteristieken van de onderzoeksgroep	17
3.2.2 Deelvraag 1: Energie- en eiwitinname	18
3.2.3 Deelvraag 2: Verschil tussen energie- en eiwitinname en het energie- en eiwitdoel	18
3.2.4 Deelvraag 3: Toetsing statistisch significant verschil in verschil inname versus behoefte bij mannen en vrouwen	19
4 Resultaten	20
4.1 Patiëntenpopulatie	20
4.2 Karakteristieken van de onderzoeksgroep	20
4.3 Deelvraag 1: Energie- en eiwitinname	22
4.3.1 Energie	22
4.3.2 Eiwit	23
4.4 Deelvraag 2: Verschil tussen energie- en eiwitinname en het energie- en eiwitdoel	25
4.4.1 Energie	25
4.4.2 Eiwit	29

4.5	Deelvraag 3: Toetsing statistisch significant verschil in verschil inname versus behoefte bij mannen en vrouwen	31
5	Conclusie	32
6	Discussie	33
6.1	De eerste dagen op de IC	33
6.2	Energiebehoefte in de eerste fase van metabole stress	34
6.3	Eiwitbehoefte voor patiënten met BMI < 30 kg/m ²	34
6.4	Berekenen van energie- en eiwitbehoefte bij BMI > 30 kg/m ²	34
6.5	Soort voeding	35
6.6	Kanttekeningen en kritische reflectie	35
6.7	Overige implicaties voor vervolgonderzoek	36
6.8	De waarde van dit onderzoek voor de diëtisten van het LUMC.	36
7	Aanbevelingen	38
8	Verklarende woordenlijst	39
9	Lijst met afkortingen	41
	Literatuurlijst	42
	Bijlage 1 IC-voedingsprotocol van LUMC	46
	Bijlage 2 Zoekstrategie literatuuronderzoek en evidence tabel gebruikte literatuur uit PubMed	55
	Bijlage 3 Onderzoekspopulatie voor en na exclusie	64
	Bijlage 4 Richtlijnen van SCCM en ASPEN	66

1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden de probleemanalyse, de doelstelling en de hoofd- en deelvragen van het onderzoek beschreven.

1.1 Aanleiding

Op de Intensive Care (IC) liggen patiënten met complexe aandoeningen die intensieve zorg nodig hebben. In veel gevallen werken belangrijke lichaamsfuncties niet of slecht en dienen deze bewaakt en/of overgenomen te worden. Medische apparatuur, zoals bijvoorbeeld beademingsapparatuur, neemt in zulke situaties de bedreigde lichaamsfuncties over. De toediening van voeding op de IC vindt vaak plaats via de sonde (enteraal) of via het infuus (parenteraal). De reden hiervoor is dat de meeste ernstig zieke patiënten niet in staat zijn zelfstandig te eten. Enkele IC-patiënten kunnen wel zelfstandig eten, maar kunnen hierbij hinder ondervinden, door bijvoorbeeld fysiologische beperkingen, met een lage inname als gevolg. Vanwege verminderde complicaties en een vergrote overlevingskans geniet enterale voeding de voorkeur ten opzichte van parenterale voeding.¹⁻⁴ Als het maagdarmkanaal niet of niet voldoende beschikbaar is en alle middelen om het maagdarmkanaal weer toegankelijk te maken geen positieve effecten hebben opgeleverd, wordt totale parenterale voeding (TPV) gegeven.⁵⁻⁶ Het streven naar een optimaal energieaanbod, waarbij zowel een te hoog als een te laag energieaanbod voorkomen wordt, is bij IC-patiënten van essentieel belang. Hiermee wordt zowel ondervoeding als overvoeding voorkomen en mogelijk mortaliteit gereduceerd.

Om een optimaal energieaanbod te kunnen bieden, is het belangrijk dat dit afgestemd wordt met het energieverbruik. Het bepalen van de energiebehoefte van IC-patiënten is niet eenvoudig en afhankelijk van meerdere factoren. Het lichaam van IC-patiënten ervaart metabole stress waardoor de metabole activiteit en zuurstofbehoefte in de eerste fase (eb fase) daalt. Voedingsstoffen worden wel aangesproken maar het lichaam is niet goed in staat deze te gebruiken. Als deze fase zich doorzet dan sterft de patiënt. Na ongeveer 24-48 uur ontstaat er een verhoogde metabole activiteit in het lichaam. De vloedfase of acute fase genoemd. Lichaamseiwit zal worden afgebroken (katabolie) om voldoende aminozuren voor eiwitsynthese te leveren voor genezing van het lichaam. Doordat spierweefsel in het lichaam de grootste eiwitmassa heeft en daardoor een goede bron voor aminozuren is, zal spiermassa in hoog tempo worden afgebouwd. Dit gaat net zolang door tot de patiënt in de herstelfase komt.⁷⁻⁸ Om een optimale energie-inname te kunnen nastreven dient de energiebehoefte bepaald te worden. Binnen de klinische setting wordt indirecte calorimetrie als de gouden standaard beschouwd voor het bepalen van de energiebehoefte in rust. Met indirecte calorimetrie wordt de hoeveelheid zuurstof en koolstofdioxide gemeten, die in de in- en uitgeademde lucht van de patiënt zit. Het zuurstofgebruik van de patiënt kan een nauwkeurige schatting van het energieverbruik geven.^{1-3 9-11}

Bij het nastreven van een energiebalans bij IC-patiënten is een voedingsprotocol met een gestandaardiseerd voedingsalgoritme van groot belang. Dit voedingsalgoritme dient gebaseerd te zijn op evidence based conclusies uit de meest recente literatuur.¹¹⁻¹² Een IC-voedingsprotocol beschrijft op systematische wijze de stappen in het proces van het (par)enteraal voeden van IC-patiënten.³ Verschillende internationale voedingsrichtlijnen bevelen het gebruik van een IC-voedingsprotocol aan.^{1-2 13} Een cohortstudie onder 269 ziekenhuizen in 28 landen wereldwijd heeft aangetoond dat de afwezigheid van een IC-voedingsprotocol geassocieerd wordt met een inadequate calorie-inname.³ In soortgelijke cohortstudies is bij gemiddeld 59% van de patiënten een inadequate calorie-inname geconstateerd.¹⁴⁻¹⁵ Al deze studies bevestigen dat een voedingsprotocol kan bijdragen aan het effectiever voeden van patiënten met een verlaagde morbiditeit en mortaliteit als een

mogelijk resultaat.^{3 14 15} De verpleging heeft met het voedingsprotocol handvatten om consistent te zijn met betrekking tot het moment van starten met het toedienen van voeding en de hoeveelheid voeding die gegeven wordt per kilogram lichaamsgewicht. Zonder een goede aanbeveling voor de hoeveelheid voeding per kilogram lichaamsgewicht, bestaat het gevaar dat patiënten inadequaat gevoed worden.³ Indien mannen en vrouwen dezelfde hoeveelheid voeding toegediend krijgen, zullen vrouwen eerder volgens hun energie- en eiwitbehoefte gevoed worden dan mannen. Vrouwen hebben over het algemeen een lager lichaamsgewicht en daarmee een lager energieverbruik dan mannen.¹⁶ Voor de totstandkoming van een voedingsprotocol ter behoeve van het adequaat voeden van patiënten en de frequente evaluatie hiervan, is de betrokkenheid van een diëtist op de IC van toegevoegde waarde.^{1 4}

Het LUMC maakt gebruik van een voedingsprotocol (Bijlage 1) dat van toepassing is op IC-patiënten die bij opname naar verwachting langer dan 48 uur op de IC zullen verblijven. Het voedingsalgoritme, dat in het voedingsprotocol is opgenomen, begeleidt artsen en verpleegkundigen middels een beslisboom in onder andere het bepalen van de toedieningsroute en de hoeveelheid kilocalorieën (kcal) en gram eiwit per kilogram lichaamsgewicht (gram/ kg). Het IC-voedingsprotocol schrijft voor om in principe binnen 6 uur of uiterlijk binnen 24 uur na IC opname te beginnen met bij voorkeur enterale voeding. Het voedingsprotocol geeft aan dat vroegtijdige enterale voeding geassocieerd wordt met een afname van het aantal infecties en een kortere opnameduur in het ziekenhuis.¹⁷ Vroegtijdige enterale voeding wordt echter vaak belemmerd door een verminderde maagmotoriek. Belemmering in de voortstuwing van voeding kan leiden tot aspiratie en bacteriële overgroei. In het IC-voedingsprotocol wordt aangegeven dat maatregelen ter bevordering van de ontlediging van de maag van essentieel belang zijn bij vroegtijdige enterale voedingstherapie. Parenterale voeding is volgens het voedingsprotocol geïndiceerd indien een patiënt niet of onvoldoende gevoed kan worden middels enterale voeding, mits er verwacht wordt dat parenterale voeding voor 5 of meer dagen nodig is. Bij (dreigende) ondervoeding en een niet functionerend maagdarmkanaal, te voorzien voor een periode van > 5 dagen, schrijft het voedingsprotocol voor direct te starten met TPV. In het IC-voedingsprotocol wordt aangegeven dat bij patiënten die TPV krijgen ernaar gestreefd wordt om zo snel als mogelijk te starten met sondevoeding voor het behoud van de darmintegriteit.

In het LUMC wordt de energie- en eiwitbehoefte aan de hand van formules bepaald, omdat het LUMC geen beschikking heeft over indirecte calorimetrie-apparatuur. Deze formules staan beschreven in het voedingsprotocol. Voor de energiebehoefte wordt op de IC van het LUMC 25-30 kcal/kg/dag (gewicht bij of vóór IC-opname) gehanteerd en voor de eiwitbehoefte 1,5 gram eiwit/kg/dag.^{17 18} Verpleegkundigen houden de dagelijkse inname bij door dit in het elektronisch patiëntendossier in te voeren. Artsen, verpleegkundigen en diëtisten kunnen tijdens de opname dagelijks in het elektronisch patiëntendossier zien wat de berekende energie- en eiwitbehoefte is. Door belemmeringen in de voedingstoediening kan de energie- en eiwitinname verschillen van de berekende energie- en eiwitbehoefte.

Het IC-voedingsprotocol van het LUMC wordt cyclisch iedere drie tot vijf jaar geëvalueerd. De voornaamste reden hiervoor is dat het LUMC ernaar streeft de informatie in het IC-voedingsprotocol op evidence based conclusies uit de meest recente literatuur te baseren. Om deze reden wil het LUMC inzicht krijgen in de energie- en eiwitinname van patiënten op de IC van de afgelopen drie jaren in vergelijking met de protocollair berekende energie- en eiwitbehoefte, oftewel het energie- en eiwitdoel. Hiermee krijgt het LUMC inzicht in de haalbaarheid van de protocollair berekende energie- en eiwitbehoefte. Afgezet tegen de meest recente literatuur, kan het LUMC met dit inzicht beter begrijpen op welke aspecten er

eventuele aanpassingen nodig zijn in het IC-voedingsprotocol. Met dit inzicht heeft het LUMC een gedegen basis om het IC-voedingsprotocol te herzien.

1.2 Doelstelling

Met dit onderzoek zal aan het LUMC inzicht worden verschaft over de energie- en eiwitinname van patiënten die in de periode 2013 tot en met 2015 op de IC lagen ten opzichte van het energie- en eiwitdoel. Op basis van deze bevindingen zullen aanbevelingen worden geformuleerd ter verbetering van het huidige IC-voedingsprotocol van het LUMC. De implementatie van deze aanbevelingen kan ertoe bijdragen dat de IC-patiënten van het LUMC adequater gevoed worden wat betreft de energie- en eiwitinname. Uiteraard zijn naast energie en eiwitten ook andere componenten in de voeding belangrijk, zoals vocht, elektrolyten en micronutriënten, deze worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

1.3 Onderzoeksvraag en deelvragen

Dit onderzoek richt zich op de volgende onderzoeksvraag: “In hoeverre komt de energie- en eiwitinname van patiënten overeen met het energie- en eiwitdoel conform het IC-voedingsprotocol tijdens opname op de IC van het LUMC in de jaren 2013 tot en met 2015?”

De volgende deelvragen dienen ter beantwoording van de onderzoeksvraag en ter afbakening van het onderzoek:

1. Wat is de energie- en eiwitinname van de patiëntenpopulatie op de IC van het LUMC in de jaren 2013 tot en met 2015?
2. Wat is het verschil tussen de energie- en eiwitinname en het energie- en eiwitdoel conform het IC-voedingsprotocol van de patiëntenpopulatie op de IC van het LUMC in de jaren 2013 tot en met 2015?
3. Is er een statistisch significant verschil in het verschil tussen de energie- en eiwitinname en het energie- en eiwitdoel conform het IC-voedingsprotocol tussen mannen en vrouwen die in de jaren 2013 tot en met 2015 op de IC van het LUMC hebben gelegen?

2 Huidige wetenschappelijke inzichten op het gebied van het voeden van volwassen IC-patiënten

In dit hoofdstuk worden de huidige wetenschappelijke inzichten met betrekking tot het voeden van volwassen IC-patiënten beschreven. De wetenschappelijke artikelen die in dit hoofdstuk worden behandeld, zijn niet ouder dan 10 jaar en hebben een minimaal bewijsniveau van vergelijkend onderzoek, zoals patiënt-controle onderzoek of cohortonderzoek.¹⁹ Voor de gebruikte zoekstrategie en een deel van het overzicht van het bewijsniveau van de gebruikte wetenschappelijke artikelen wordt verwezen naar Bijlage 2 Het totale overzicht is op verzoek te verkrijgen.

2.1 Berekenen van rustmetabolisme met indirecte calorimetrie

Indirecte calorimetrie wordt binnen de klinische setting als de gouden standaard beschouwd voor het bepalen van de energiebehoefte in rust. Dit vanwege een mogelijke nauwkeurige schatting van het energieverbruik aan de hand van de gemeten hoeveelheid zuurstof en koolstofdioxide, die in de in- en uitgeademde lucht van de patiënt zit.^{1-3 9-11} Een systematische review uit 2006¹⁰ concludeerde dat er bij herhaalde metingen met indirecte calorimetrie bij (beademde) IC-patiënten slechts een margeverschil van < 100 kcal/ dag ontstond.

Helaas bieden de meest recente en prominente internationale IC-richtlijnen weinig eenduidigheid over dit onderwerp. De commissie van Society of Critical Care Medicine (SCCM) en American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) stelt in de richtlijn uit 2016¹ voor dat indirecte calorimetrie gebruikt wordt om de energiebehoefte te bepalen. De volgende voorwaarden zijn hieraan verbonden: indirecte calorimetrie dient beschikbaar te zijn en er dienen geen variabelen aanwezig te zijn die de nauwkeurigheid van de meting kunnen beïnvloeden. Dit advies is in de richtlijn opgenomen, ondanks dat de kwaliteit van bewijs en de sterkte van aanbeveling volgens deze richtlijn zwak zijn. De Academy of Nutrition and Dietetics² en de European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN)²¹ hadden reeds dezelfde aanbeveling opgenomen in hun richtlijnen uit respectievelijk 2012 en 2009. De Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines (CCCPG) uit 2013²⁰ is daarentegen voorzichtiger in de stellingname omtrent indirecte calorimetrie. Hierin staat aangegeven dat er onvoldoende gegevens voor een aanbeveling beschikbaar zijn. De CCCPG doet geen verdere uitspraken over het gebruik van indirecte calorimetrie voor het bepalen van de energiebehoefte voor voedingsondersteuning bij ernstig zieke patiënten.

De volgende complicerende factor dient meegewogen te worden. Een systematische review uit 2013²² heeft aangetoond, dat verschillende indirecte calorimetrie-apparatuur voor de IC (Deltatrac Metabolic Monitor, Quark RMR en CCM Express) conflicterende schattingen van energieverbruik bij beademde IC-patiënten geven. Ondanks dat de Quark RMR vergelijkbaar is met de Deltatrac, is volgens de onderzoekers verder onderzoek nodig om de verschillen te begrijpen. Daarnaast concludeert een systematische review uit 2012²³ dat er tevens nader onderzoek nodig is om de haalbaarheid en effectiviteit van indirecte calorimetrie bij obese patiënten in de klinische praktijk te kunnen bepalen.

Samenvattend lijken de meeste richtlijnen^{1 2 21} indirecte calorimetrie als de gouden standaard te beschouwen. Ondanks dat verschillende systematische reviews^{20 22} hebben aangetoond dat er meer onderzoek nodig is om een eenduidige stellingname te kunnen nemen hierover, bevelen deze richtlijnen indirecte calorimetrie als voornaamste methode aan voor het berekenen van de energiebehoefte.

2.2 Berekenen van energiebehoefte aan de hand van formules

In de klinische praktijk wordt een grote variëteit aan formules gebruikt om de energiebehoefte te bepalen bij IC-patiënten. Zo zijn er formules die gebaseerd zijn op het gewicht van de IC-patiënt^{1 21 24 25}, terwijl de Harris-Benedict formule gebaseerd is op gegevens van gezonde volwassenen.²⁶ Tevens bestaan er formules die speciaal ontwikkeld zijn om de energiebehoefte van (acuut) zieke patiënten te bepalen²⁷⁻³³.

2.2.1 Formules gebaseerd op gewicht

In 1997 werd de American College of Chest Physicians (ACCP) consensus statement²⁵ voor toegepaste voeding bij IC-patiënten gepubliceerd. In deze consensus statement is opgenomen dat het toedienen van 25 kcal/ kg/ dag voldoende was voor de meeste IC-patiënten. Anno 2016 is de aanbeveling omtrent het aantal kcal voor IC-patiënten in de voornaamste Amerikaanse richtlijn¹ meer genuanceerd dan de aanbeveling uit 1997 van ACCP. De commissie van SCCM en ASPEN¹ geeft sinds 2016 de volgende aanbevelingen:

- Indien hoog risico op ondervoeding/ ernstige ondervoeding: ≤ 20 kcal/ kg*/ dag
- Anders:
 - 25–30 kcal/ kg*/ dag = BMI 18,5–30 kg/m²
 - 11–14 kcal/ kg*/ dag = BMI 30–50 kg/m²
 - 22–25 kcal/ kg**/ dag = BMI > 50 kg/m²

* huidig lichaamsgewicht

** ideaal lichaamsgewicht = BMI 22,5 kg/m²

Terwijl de Amerikaanse richtlijn¹ onderscheid maakt naar gewicht, richt de Europese richtlijn van ESPEN²¹ zich op de verschillende fases van metabole stress bij IC-opname. De Europese aanbeveling luidt:

- 20–25 kcal/ kg*/ dag: eb en vloedfase
- 25–30 kcal/kg*/ dag: herstelfase

* huidig lichaamsgewicht

2.2.2 Harris-Benedict formule

Formules die gebaseerd zijn op gegevens van gezonde volwassenen, berekenen het basaalmetabolisme met variabelen zoals lichaamsgewicht, lichaamslengte, leeftijd en/of geslacht. Het basaalmetabolisme, ook basaalstofwisseling genoemd, is het minimale energieverbruik dat nodig is voor de primaire levensprocessen, zoals ademen en op temperatuur blijven. In de klinische praktijk is de Harris-Benedict (HB) formule²⁶ de meest gebruikte formule voor het berekenen van het basaalmetabolisme.^{34 35} Bij gezonde mensen berekent de HB-formule de basaalstofwisseling met een nauwkeurigheid van plus of min 14%.³⁶ Uit meerdere onderzoeken³⁷⁻³⁹ is echter gebleken dat de HB-formule inaccuraat is voor het bepalen van de energiebehoefte bij IC-patiënten.

Om het totale energieverbruik te kunnen bepalen, dienen bovenop de formule toeslagen berekend te worden.^{8 34 40-43} Allereerst dient voor het thermogene effect van voeding, de energie die nodig is voor de vertering, resorptie en opslag van voedsel, een toeslag van 10% berekend te worden. Daarnaast dient voor het energieverbruik dat door activiteit verhoogd wordt een toeslag berekend te worden.⁴⁰⁻⁴⁴ Dit kan bij gezonde mensen variëren van 20-50% van het totale energieverbruik. Bij ernstig zieke patiënten is de toeslag voor het energieverbruik door activiteit 10% vanwege de bedlegerigheid.⁴⁰ Een cohortstudie van Boullata et al.³⁵ concludeert dat de HB-formule met een toeslag van 10% een accuratesse heeft van 61% bij IC-patiënten.

Naast de bedlegerigheid is er bij ernstig zieke patiënten tevens sprake van energie die verbruikt wordt door metabole stress veroorzaakt door ziekte, oftewel de stress- of ziektefactor.^{8 34 40-43} Deze stressfactor kan variëren van 20% bij patiënten met een kleine ingreep tot 110% wanneer de patiënt brandwonden heeft.⁴³ Op de IC kan de stressfactor van 10-60% variëren.^{35 37 40 45} Echter, uit een belangrijke systematische review van Frankenfield et al.³⁷ is gebleken dat het toepassen van de stressfactor op de HB-formule tot een inaccurate berekening van de energiebehoefte bij IC-patiënten leidt.

2.2.3 Formules speciaal ontwikkeld voor IC-patiënten

Om de energiebehoefte bij IC-patiënten te kunnen bepalen, zijn er tevens formules speciaal ontwikkeld voor deze specifieke populatie, waarbij de stressfactor al is meegenomen.²⁷⁻³³ De systematische review van Frankenfield et al.³⁷ uit 2007 heeft de validiteit van enkele speciaal ontwikkelde formules voor IC-patiënten^{26 28-30 46} en beademde IC-patiënten^{27 32} onderzocht. Hieruit is gebleken dat drie van deze formules het meest geschikt zijn voor het bepalen van de energiebehoefte van IC-patiënten: de Swinamer formule (1990)²⁷, de Ireton-Jones formule (1992)²⁸ en de Penn State formule (2003/2004)³². De laatste twee formules^{28 32} zijn tevens geschikt bevonden voor IC-patiënten met obesitas. Echter, het bewijs voor de validiteit van de drie formules wordt door Frankenfield et al.³⁷ beschreven als 'niet overtuigend'. In een cohortstudie uit hetzelfde jaar³⁵ is de Penn State formule (2003/2004)³² zelfs ongeschikt bevonden.

In een recentere cohortstudie uit 2012 heeft Frankenfield et al.⁴⁷ kunnen bevestigen dat de Penn State-formule (2003/2004)³² het basaalmetabolisme binnen 5% van de meetwaarde met indirecte calorimetrie voorspelt. De Academy of Nutrition and Dietetics² heeft de enige richtlijn voor de IC gepubliceerd die specifiek naar de Penn State formule (2003/2004)³² verwijst voor IC-patiënten zonder obesitas. Voor IC-patiënten met obesitas wordt naar de in 2009⁴⁵ (IC-patiënten < 60 jaar) en 2010³³ (IC-patiënten ≥ 60 jaar) gevalideerde Penn State-formules verwezen.

2.3 Bepalen van eiwitbehoefte aan de hand van formules

Zoals reeds behandeld ervaart het lichaam van IC-patiënten metabole stress die gepaard gaat met veranderingen in de metabole activiteit. Wanneer de patiënt de eerste fase (eb fase) overleeft, ontstaat er in de vloedfase een verhoogde metabole activiteit in het lichaam. Het lichaam maakt energie vrij door lichaamseiwit af te breken (katabolie) tot aminozuren, welke worden omgezet in glucose (gluconeogenese).^{7 8} Aminozuren bestaan voor een groot deel uit stikstof die bij afbraak van aminozuren vrijkomt. Bij gezonde volwassenen is de stikstofafbraak in balans met de stikstofsynthese, dit wordt de stikstofbalans genoemd. Wanneer de stikstofsynthese kleiner is dan de stikstofafbraak, is er sprake van een negatieve stikstofbalans. Bij IC-patiënten ontstaat een negatieve stikstofbalans als gevolg van de stressrespons bij ziekte waardoor het lichaam in katabole toestand raakt.⁸

Bij IC-patiënten kan binnen 10 dagen 12-16% van het totale lichaamseiwit afgebroken zijn.⁸ Door de stressrespons waarin het lichaam zich bevindt, is deze afbraak niet geheel te stoppen.⁴⁸ Een optimale eiwitinname kan bijdragen aan een zo laag mogelijke negatieve stikstofbalans en resulteren in verminderde infecties en complicaties en een verlaagde mortaliteit.^{3 14-16} Er is echter in de meest recente en prominente internationale richtlijnen geen consensus over de invulling van de optimale eiwitinname. Zo geeft de commissie van SCCM en ASPEN¹ sinds 2016 de volgende aanbevelingen:

- 1,2–2,0 gram/ kg*/ dag = BMI 18,5–30 kg/m²
- ≥ 2,0 gram/ kg**/ dag = BMI 30–40 kg/m²
- ≥ 2,5 gram/ kg**/ dag = BMI > 40 kg/m²

* huidig lichaamsgewicht

** ideaal lichaamsgewicht = BMI 22,5 kg/m²

In de Canadese richtlijn CCCPG⁴⁹ staat de aanbeveling voor 1,5-2,0 gram eiwit/ kg huidig lichaamsgewicht/ dag vermeld en hierbij wordt geen onderscheid gemaakt in BMI. Als laatst geeft de Europese richtlijn van ESPEN²¹ de aanbeveling van 1,3-1,5 gram eiwit/ kg huidig lichaamsgewicht/ dag.

2.4 Moment van starten van toediening van voeding

Met betrekking tot het moment van de start van voedingsondersteuning zijn er wederom verschillende bevindingen uit diverse onderzoeken en richtlijnen. Gekeken naar de meest recente en prominente internationale richtlijnen, geven de richtlijn van SCCM en ASPEN uit 2016¹, de Critical Illness Evidence-Based Nutrition Practice Guideline uit 2012² en de CCCPG uit 2013⁵⁰ het volgende aan: bij de kritisch zieke patiënt die in staat is om zelfstandige en vrijwillige inname te handhaven, dient voedingsondersteuning in de vorm van vroege enterale voeding binnen 24 tot 48 uur te worden gestart. De Europese richtlijn van ESPEN uit 2006²⁴ geeft aan dat er geen gegevens beschikbaar zijn waaruit verbetering in relevante uitkomstmaten blijken bij het gebruik van vroege enterale voeding bij ernstig zieke patiënten. Toch is de commissie van deskundigen van ESPEN van mening dat ernstig zieke patiënten die hemodynamisch stabiel zijn en een goed werkende maagdarmkanaal hebben, vroeg (<24u) gevoed dienen te worden.

Gekeken naar een belangrijk recent onderzoek op dit gebied, stelt de systematische review van Koretz et al. uit 2014⁵¹ dat de voordelen van vroege enterale toediening op de IC alleen aangetoond werden in studies met een hoog “risico van bias” of het gevolg kunnen zijn van bias die niet gecorrigeerd is. De richtlijn van SCCM en ASPEN¹ heeft de genoemde aanbeveling op 11 studies gebaseerd, waarvan 7 studies in de systematische review van Koretz. et al⁵¹ zijn behandeld. De CCCPG⁵⁰ heeft de genoemde aanbeveling op 15 studies gebaseerd, waarvan 11 studies in de systematische review van Koretz. et al⁵¹ zijn behandeld. Het is onbekend waar de Critical Illness Evidence-Based Nutrition Practice Guideline² de aanbeveling op gebaseerd heeft.

Ongeveer 30% van de IC-patiënten ontwikkelt gedurende de opname gastro-intestinale disfunctie en maagretenties. Hierdoor kunnen deze patiënten onvoldoende enteraal gevoed worden.⁵² Bij deze patiënten wordt de sondevoeding vaak verminderd of tijdelijk gestopt. Doig et al.⁵³ concludeert in een gerandomiseerd onderzoek uit 2013 dat er geen verschil is in mortaliteit binnen 60 dagen tussen vroeg parenteraal voeden en geen voeding voor gemiddeld 2-5 dagen bij patiënten met enterale contra-indicaties. Een andere optie voor deze patiënten is het geven van parenterale bijvoeding. Casear et al.⁵⁴ concludeert in een gerandomiseerd onderzoek uit 2011 dat patiënten die laat TPV (vanaf 8 dagen na IC-opname) ontvingen, 6,3% meer kans op vervroegd ontslag hadden. Er was hierbij geen verminderde functionaliteit aangetoond vergeleken met de groep die vroege TPV ontvingen (< 48u).

Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt dat het onderwerp omtrent het moment van de start van voedingsondersteuning zeer gecompliceerd is en dat slechts gedeeltelijke consensus hierover bestaat. De meeste internationale richtlijnen^{1 2 50} schrijven voor voedingsondersteuning binnen 24 uur te starten, ondanks dat er nog onvoldoende bewijs is dat dit voordelen met zich meebrengt voor de patiënt.⁵¹

2.5 Enteraal versus parenteraal voeden

In een recente systematische review en meta-analyse uit 2016⁵⁵ is aangetoond dat TPV een hoger risico geeft op infectieuze complicaties dan volledig sondevoeding. Dit verschil lijkt voort te komen uit het aantal toegediende calorieën. Patiënten die TPV toegediend kregen, hadden weliswaar meer infecties dan patiënten die sondevoeding toegediend kregen. Echter, TPV bleek meer calorieën dan sondevoeding te bevatten. Wanneer de hoeveelheid calorieën in parenterale en enterale voeding gelijk was, was er geen verschil in infectieuze complicaties. Er zijn geen verschillen in mortaliteit gevonden tussen parenterale en enterale voeding. Er is echter een kanttekening te plaatsen bij deze systematische review en meta-analyse: er zijn patiënten vergeleken die TPV of volledig sondevoeding toegediend kregen. In de praktijk wordt parenterale voeding meestal gebruikt als bijvoeding wanneer er enterale contra-indicaties zijn.

De internationale richtlijnen hebben wat dit onderwerp betreft een eenduidige aanbeveling: de enterale route is de te prefereren route waarop voeding toegediend wordt vanwege minder risico op complicaties vergeleken met parenterale voeding.^{1-4 24 56}

Samengevat is er in de wetenschappelijke literatuur nog weinig consensus over de meeste verschillende kwesties met betrekking tot het voeden van volwassen IC-patiënten. Het enige waar de internationale IC-richtlijnen eenduidig over zijn, is de te prefereren route voor voedingsondersteuning.^{1-4 24 56}

3 Methode

In dit hoofdstuk wordt de methode van de dataverzameling en de data-analyse van het praktijkonderzoek beschreven. De SPSS-dataset en syntaxbestanden zijn op verzoek beschikbaar.

Om het IC-voedingsprotocol op de volwassen IC-afdeling van het LUMC te evalueren heeft er een retrospectief en observationeel onderzoek plaatsgevonden. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van prospectief verzamelde data van patiënten die in de periode van 1 januari 2013 tot en met 31 december 2015 op de IC behandeld zijn. Gedurende de IC-opname zijn gegevens van deze patiënten door IC-verpleegkundigen ingevoerd in het patiënten datamanagementsysteem (PDMS) van het LUMC. Voor dit onderzoek zijn de gegevens geanonimiseerd vrijgegeven door de afdeling met goedkeuring van de betrokken intensivisten. Omdat het IC-voedingsprotocol bestemd is voor volwassenen op de IC met enterale of parenterale voeding, die naar verwachting langer dan 48 uur op de IC zullen verblijven, zijn de volgende inclusiecriteria gehanteerd:

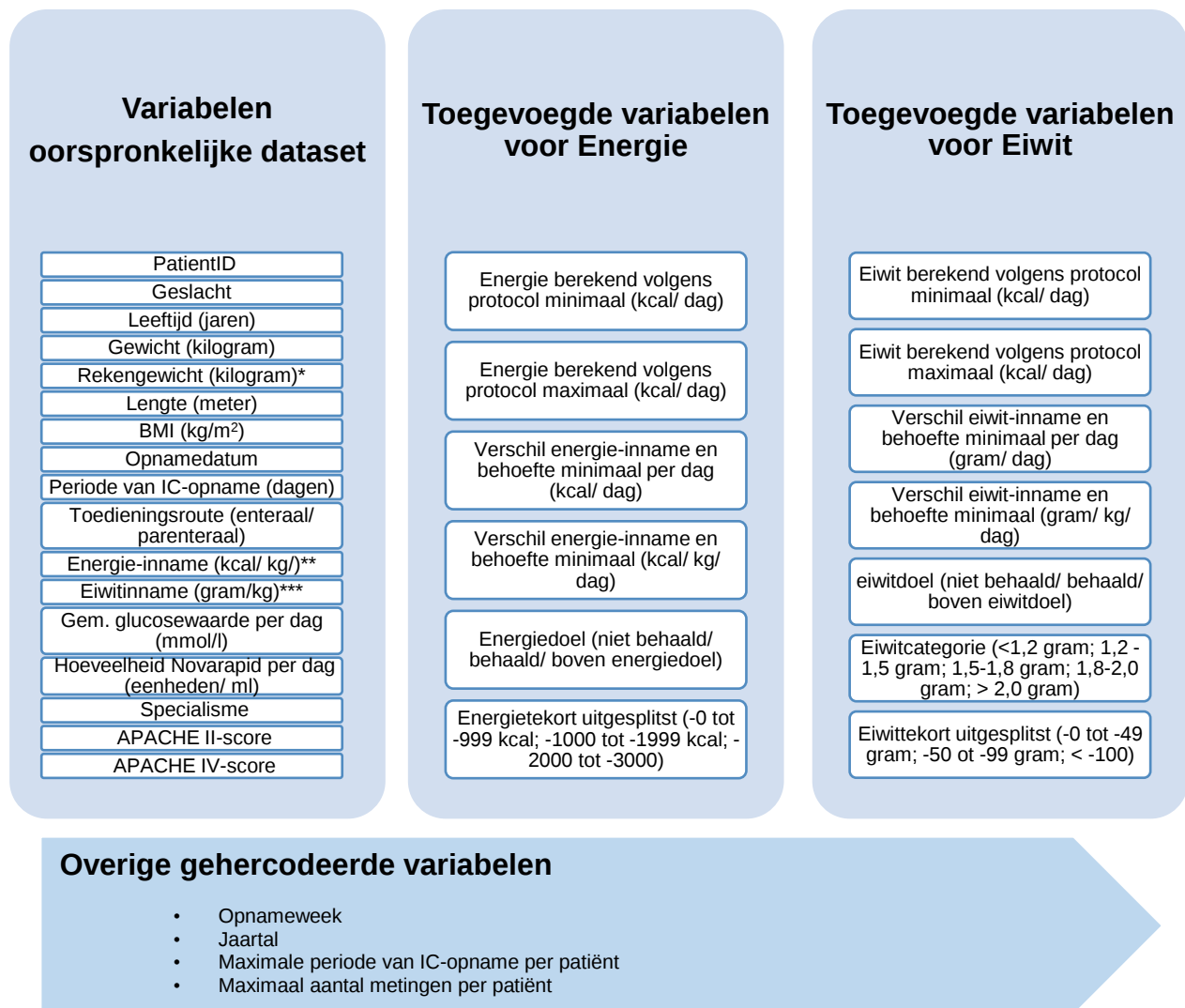
- Leeftijd: 18 jaar en ouder.
- Route van toediening: enterale of parenterale toediening.
- Periode van IC-opname: minimaal 48 uur.
- Opnamedatum: tussen 1-1-2013 en 1-1-2016

3.1 Dataverzameling

De onderzoeksgegevens zijn uit het PDMS genaamd MetaVision (iMDsoft) geëxtraheerd in een Excel-bestand en in SPSS Statistics V22.0 geïmporteerd, waar alle data-analyses in hebben plaatsgevonden. Verpleegkundigen zijn verantwoordelijk voor de invoering van de energie- en eiwitinname in het PDMS bij elke toediening van voeding. Verpleegkundigen voeren het aantal ml voeding in dat toegediend is en het PDMS rekent dit om in de hoeveelheid kcal en gram eiwit.

De variabelen die in de oorspronkelijke dataset voorkwamen en de door de onderzoeker toegevoegde variabelen zijn opgenomen in Figuur 1. Voor het berekenen van de energiebehoefte is conform het IC-voedingsprotocol 25-30 kcal/ kg/ dag gebruikt. Voor het berekenen van de eiwitbehoefte is 1,5-2 g/ kg/ dag gebruikt. Hier is de eiwitbehoefte van zowel patiënten aan de Continue Veno-Veneuze Hemofiltratie (CCVH) als overige patiënten in meegenomen conform het IC-voedingsprotocol. Bij de berekening van de energie- en eiwitbehoefte is het gewicht bij of vóór IC-opname gebruikt dat bij IC-opname is opgevraagd tijdens de anamnese door een verpleegkundige. Bij patiënten met BMI ≤ 27 kg/m² wordt het gewicht gebruikt behorende bij BMI 27 kg/m². Dit wordt het rekengewicht genoemd.

Opnamedag 0 (dag van opname) en de laatste opnamedag worden niet weergegeven, omdat de patiënten op deze dagen niet 24 uur aanwezig waren op de IC. Hierdoor is op deze dagen een 24-uurregistratie van de energie- en eiwitinname niet mogelijk en de variabelen energie-inname per dag (24 uur) en eiwitinname per dag (24 uur) niet zuiver. Er zijn verder geen andere exclusiecriteria gehanteerd.



Figuur 1. Dataset onderverdeeld in oorspronkelijke variabelen en toegevoegde variabelen.

* Het rekengewicht wordt gebruikt voor de berekening van de energie- en eiwitbehoefte per dag en is als volgt bepaald: 1) indien BMI ≤ 27 kg/m², rekengewicht = werkelijke gewicht bij of vóór IC-opname; 2) indien BMI > 27 kg/m², rekengewicht = gewicht bij BMI 27 kg/m².

** Voor de energiebehoefte is uit gegaan van 25-30 kcal/kg/dag conform het IC-voedingsprotocol.

***Voor de eiwitbehoefte is uit gegaan van 1,5-2 g/kg/dag conform het IC-voedingsprotocol.

3.2 Data-analyse

3.2.1 Karakteristieken van de onderzoeksgroep

De data-analyse is uitgevoerd in SPSS Statistics V22.0 en alle uitgevoerde analyses zijn in SPSS-syntax uitgevoerd en opgeslagen. In de dataset is elke meting per patiënt in één regel weergegeven. Dit betekent dat in de dataset gegevens van één patiënt in meerdere regels is weergegeven. Om het aantal patiënten te kunnen bepalen is van elke patiënt de eerste meting bepaald in SPSS. Dit is voor en na het toepassen van de exclusiecriteria gedaan om te kunnen bepalen hoeveel patiënten er zijn uitgesloten (Bijlage 3). Met behulp van een kruistabel is het aantal metingen van mannen en vrouwen per jaar en over alle jaren voor en na de toepassing van de exclusiecriteria bepaald. Tevens is het totaal aantal metingen per jaar en over alle jaren bepaald. Op deze manier is het aantal metingen per jaar en per geslacht dat uitgesloten is inzichtelijk gemaakt.

Voor de basiskkenmerken van de onderzoekspopulatie bij aanvang zijn van de variabelen “leeftijd”, “lengte”, “gewicht”, “rekengewicht”, “BMI” en “periode van IC-opname” middels een histogram de verdeling bepaald. Alleen “periode van IC-opname” was niet normaal verdeeld, hiervan is de mediaan en de laagste (minimum) en hoogste waarde (maximum) weergegeven. Van de andere basiskkenmerken is het gemiddelde en de standaarddeviatie (SD) weergegeven.

Als laatste zijn de verdelingen in vertegenwoordigde specialismes op de IC en de route van voedingsondersteuning (enteraal of parenteraal) middels frequentietabellen inzichtelijk gemaakt. Bij de route van voedingsondersteuning is ook onderscheid gemaakt in metingen waarbij één route is gebruikt en metingen waarbij gebruik is gemaakt van een gecombineerde route.

3.2.2 Deelvraag 1: Energie- en eiwitinname

Om de eerste deelvraag te kunnen beantwoorden zijn in SPSS tabellen gegenereerd voor de eerste week per jaar, de eerste week van alle jaren samen, de totale periode van elk jaar en de totale periode van alle jaren samen. In deze tabellen zijn de energie- en eiwitinname (kcal/ kg/ dag; kcal/ dag en gram/ kg/ dag; gram/ dag), de minimale en maximale energie- en eiwitbehoefte, het aantal metingen, het gemiddelde, de standaarddeviatie (SD) voor de variabelen “leeftijd”, “lengte”, “gewicht”, “rekengewicht” en “BMI” opgenomen. Voor de variabele “periode van IC-opname” is de laagste (minimum) en hoogste waarde (maximum) en de mediaan opgenomen.

3.2.3 Deelvraag 2: Verschil tussen energie- en eiwitinname en het energie- en eiwitdoel

Om de tweede deelvraag te kunnen beantwoorden, is de energie-inname (kcal/ dag) ten opzichte van de energiebehoefte minimaal (25 kcal/ kg/ dag) en maximaal (30 kcal/ kg/ dag) inzichtelijk gemaakt. Dit is zowel voor de eerste opnameweek van alle jaren samen als voor de totale IC-opnameperiode van alle jaren in een geclusterde grafiek uiteengezet. Ditzelfde is gedaan voor de eiwitinname (gram/ dag) ten opzichte van de eiwitbehoefte minimaal (1,5 gram/ kg/ dag) en maximaal (2 gram/ kg/ dag). Alle onderstaande statistische analyses zijn voor zowel energie als eiwit uitgevoerd.

In een staafdiagram is het cumulatieve verschil tussen inname en minimale behoefte per week uiteengezet voor de totale periode en elk jaar apart. Tevens is in een driedimensionale grafiek met drie kolommen voor de eerste 7 dagen uiteengezet hoeveel procent van de totale patiëntenpopulatie per dag het voedingsdoel bereikt heeft. De kolommen zijn een weergave van de inname: 1) onder de behoefte; 2) tussen de minimale en maximale behoefte in; 3) boven de behoefte.

3.2.3.1 Statistische toetsen

Middels een histogram is bepaald dat de verdeling van het (cumulatieve) verschil in energie-inname versus behoefte per jaar niet normaal verdeeld was. Om te kunnen bepalen of er in de drie verschillende jaren een statistisch significant verschil is in inname, is gebruik gemaakt van de non-parametrische Kruskal-Wallis-test. Het (cumulatieve) verschil is getoetst voor zowel de eerste zeven dagen als de totale opnameperiode.

3.2.3.2 Bland Altman-plot

De Bland & Altman-plot⁵⁷ is gebruikt om de mate van overeenstemming weer te geven tussen het gemiddelde verschil in inname en minimale behoefte conform het IC-voedingsprotocol enerzijds en de gemiddelde protocollair berekende behoefte anderzijds. Daarnaast is het gemiddelde van het gemiddelde verschil tussen inname en minimale behoefte per dag weergegeven als de mate van overeenstemming. Indien dit de waarde 0

heeft, is er 100% overeenstemming tussen de gemiddelde inname en de gemiddelde minimale behoefte per dag.

3.2.4 Deelvraag 3: Toetsing statistisch significant verschil in verschil inname versus behoefte bij mannen en vrouwen

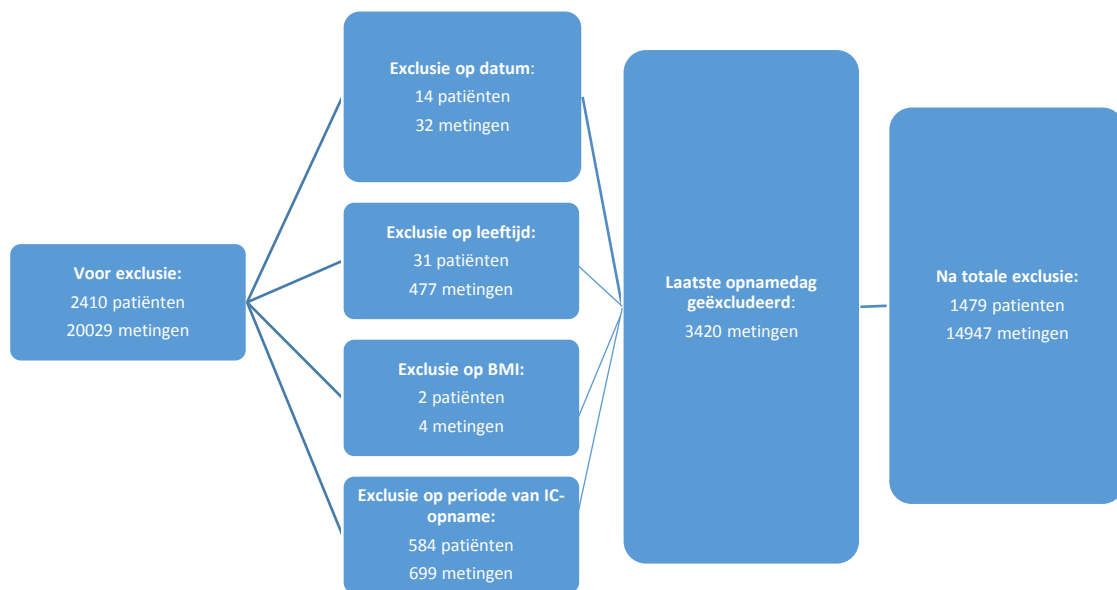
Middels een histogram is bepaald dat de verdeling van het (cumulatieve) verschil in energie-inname versus behoefte per geslacht niet normaal verdeeld was. Met de non-parametrische toets Mann-Whitney-test is bepaald of er een statistisch significant verschil is tussen het verschil in inname versus behoefte tussen mannen en vrouwen.

4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het kwantitatieve praktijkonderzoek beschreven.

4.1 Patiëntenpopulatie

In Figuur 2 is de patiëntenpopulatie voor en na exclusie weergegeven. In totaal zijn er van de 2.410 patiënten 931 patiënten geëxcludeerd en bestond de patiëntenpopulatie uit 1.479 patiënten met 14.947 metingen. Het grootste aantal patiënten die uitgesloten zijn, is voor het exclusie criterium periode van IC-opname ≤ 2 dagen ($n= 584$).



figuur 2. Patiëntenpopulatie voor en na exclusie

4.2 Karakteristieken van de onderzoeksgroep

Van de patiëntenpopulatie die in het LUMC op de IC opgenomen is geweest in de periode 2013 tot en met 2015, was 63% mannelijk en 37% vrouwelijk. In alle jaren samen waren mannen gemiddeld 63 jaar en vrouwen gemiddeld 59 jaar. De gemiddelde man op de IC van het LUMC in deze periode was 1,80 meter lang, woog bij aanvang 83 kilogram en had bij aanvang BMI 25 kg/m². De gemiddelde vrouw op de IC van het LUMC in deze periode was 1,65 meter lang, woog bij aanvang 69 kilogram en had bij aanvang BMI 25 kg/m². Gekeken naar de mediaan van de periode van IC-opname van alle patiënten in alle jaren, lag 50% van de patiëntenpopulatie korter dan 9 dagen op de IC.

Wat betreft de toedieningsroute, kreeg 91,9% van de patiënten voeding toegediend via de enterale route en 8,1% via de parenterale route. 91,3% van de patiënten kregen via een van de twee routes voeding toegediend en 8,7% van de patiënten via beide routes.

	Totaal N = 1479 Patienten	Mannen N=926 Patienten	Vrouwen N=553 Patienten
Gem. leeftijd in jaren (SD)	61 (14)	63 (13)	59 (16)
Gem. lengte in meters (SD)	1,74 (0,11)	1,80 (0,08)	1,65 (0,08)
Gem. gewicht in kilogram (SD)	78 (17)	83 (15)	69 (16)
Gem. rekengewicht in kilogram (SD)	74 (13)	80 (10)	66 (11)
Gem. BMI in kg/m ² (SD)	25 (5)	25 (4)	25 (5)
Mediaan ligduur in dagen (spreiding)	9 (2-194)	10 (2-194)	9 (2-161)

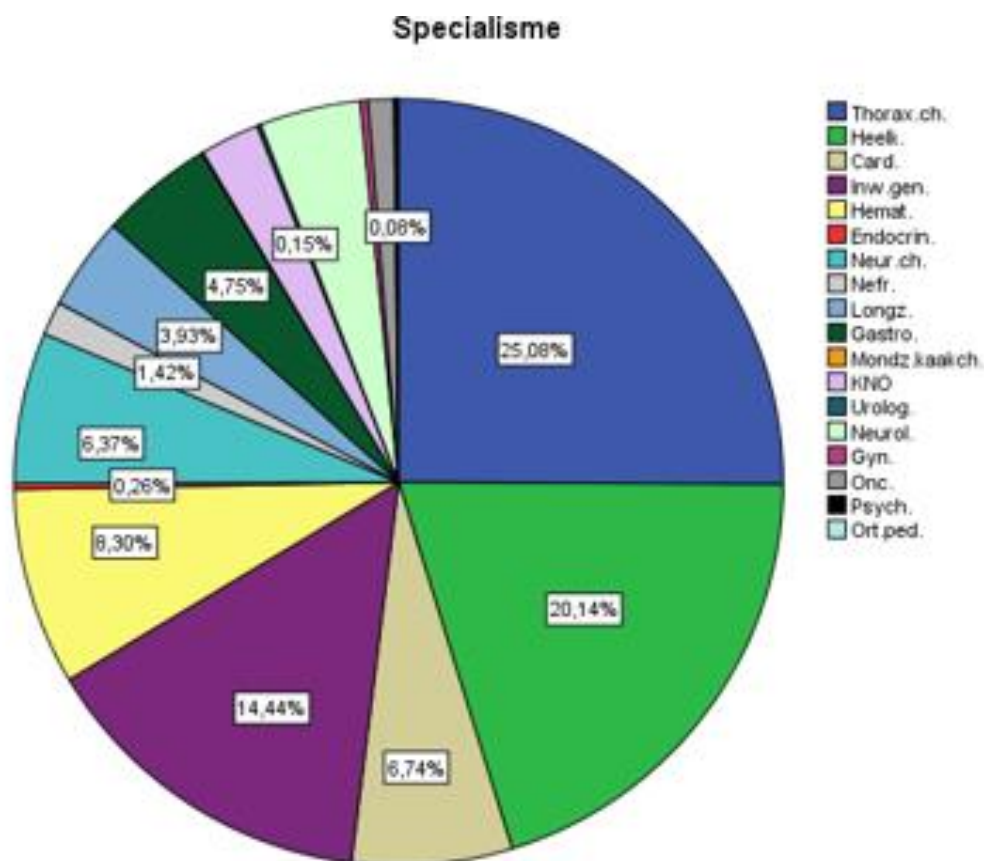
Tabel 1. Karakteristieken onderzoekspopulatie 2013 - 2015.

Toedieningsroute	% van totale patiëntenpopulatie
Enteraal	83,9%
Parenteraal	7,4%
Enteraal en parenteraal	8,7%

Tabel 2. Verdeling toedieningsroute

De 5 meest vertegenwoordigde specialismes op de IC van het LUMC waren:

1. Thoraxchirurgie
2. Heelkunde
3. Inwendige geneeskunde
4. Hematologie
5. Cardiologie.



Figuur 3. Verdeling vertegenwoordigde specialismes 2013 – 2015

4.3 Deelvraag 1: Energie- en eiwitinname

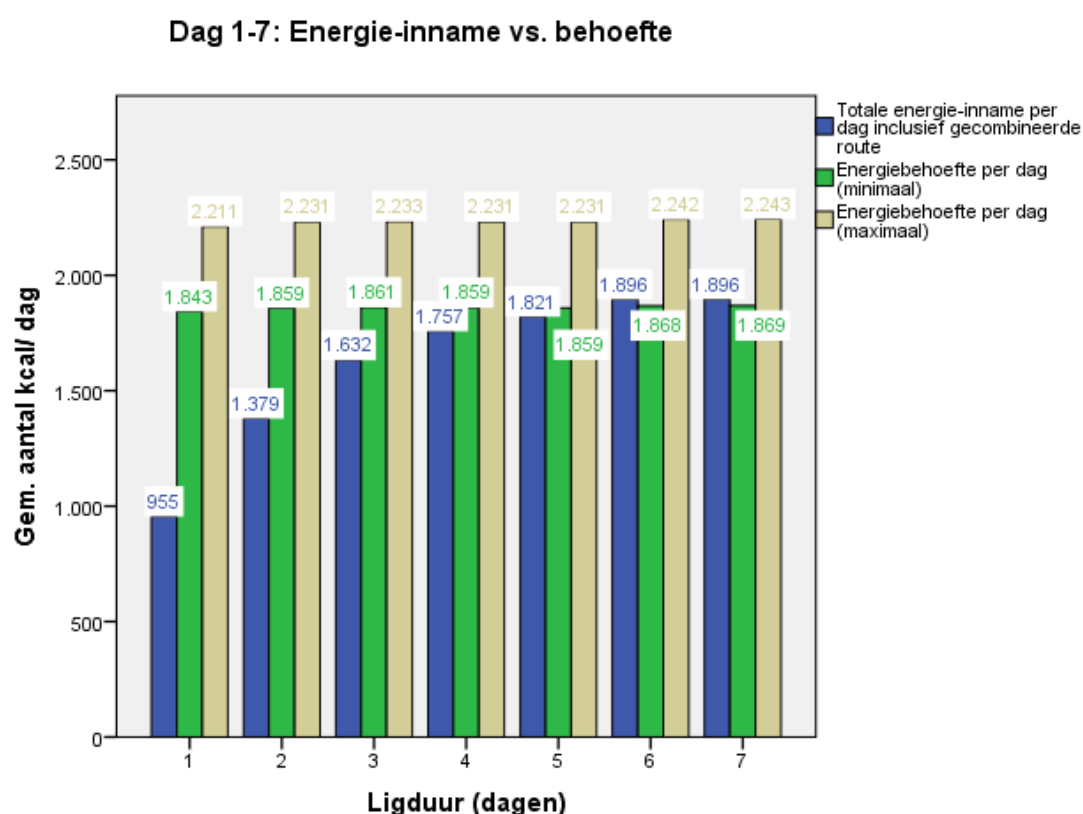
4.3.1 Energie

In Tabel 3 is de gemiddelde energie-inname voor de eerste opnameweek per jaar weergegeven. De gemiddelde energie-inname was in de eerste opnameweek over alle jaren gemiddeld 20 kcal/ kg/ dag (SD: 10 kcal/ kg/ dag) en 1493 kcal/ dag (SD: 773 kcal/ kg/ dag)

	Kcal/ kg/ dag	Kcal/ dag
2013	21 (SD: 10)	1555 (SD: 758)
2014	20 (SD: 10)	1468 (SD: 774)
2015	20 (SD: 11)	1449 (SD: 783)

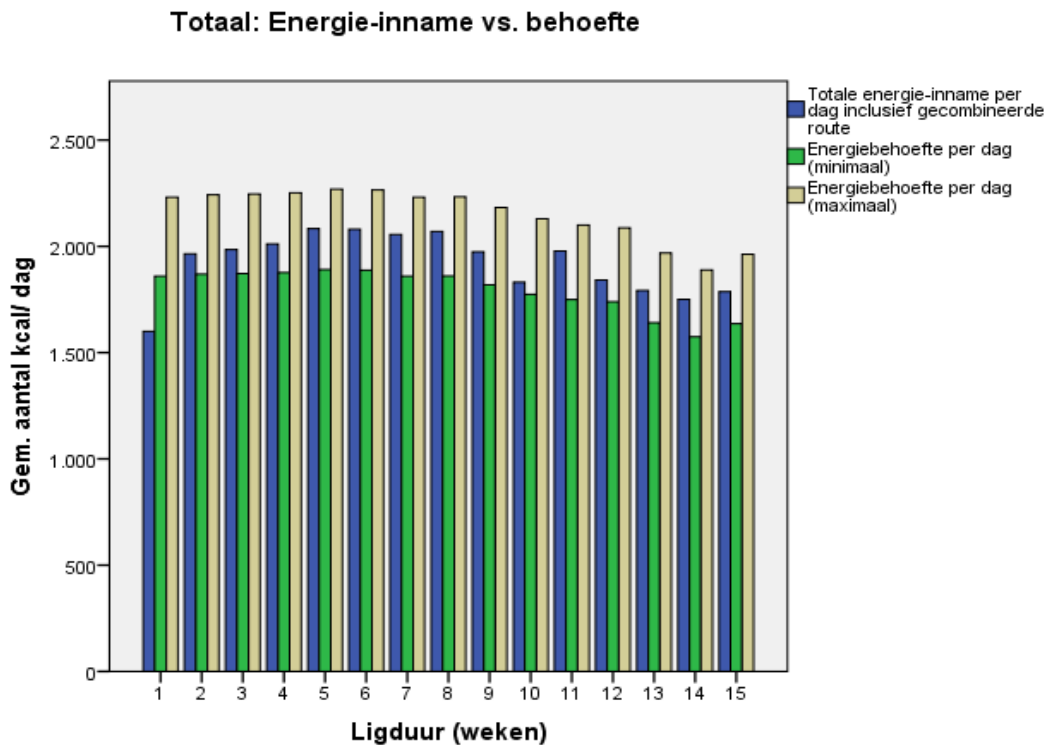
Tabel 3. Gemiddelde energie-inname in de eerste opnameweek per jaar

In Figuur 4 is te zien dat de gemiddelde energie-inname van de patiënten op de IC in de eerste opnameweek op dag 6 voor het eerst even hoog of hoger was dan het energiedoel.



Figuur 4. Energie-inname vs. behoefte eerste 7 dagen 2013 - 2015.

Gekeken naar alle opnameweken afzonderlijk van de totale IC-opname (Figuur 5), was in alle opnameweken, behalve in de eerste opnameweek, de gemiddelde energie-inname hoger dan de minimale energiebehoefte van 25 kcal/ kg/ dag conform het IC-voedingsprotocol (Bijlage 1).



Figuur 5. Energie-inname vs. behoefte totaal per 2013 - 2015.

In Tabel 4 is de gemiddelde energie-inname over de totale IC-opnameperiode per jaar weergegeven. In de totale IC-opnameperiode was de gemiddelde energie-inname gemiddeld 23 kcal/kg/ dag (SD: 10 kcal/kg/ dag) en 1699 kcal/ dag (SD: 734 kcal/kg/ dag).

	Kcal/ kg/ dag	Kcal/ dag
2013	24 (SD: 9)	1739 (SD: 704)
2014	23 (SD: 10)	1675 (SD: 736)
2015	23 (SD: 10)	1682 (SD: 780)

Tabel 4. Gemiddelde energie-inname in de totale IC-opnameperiode per jaar.

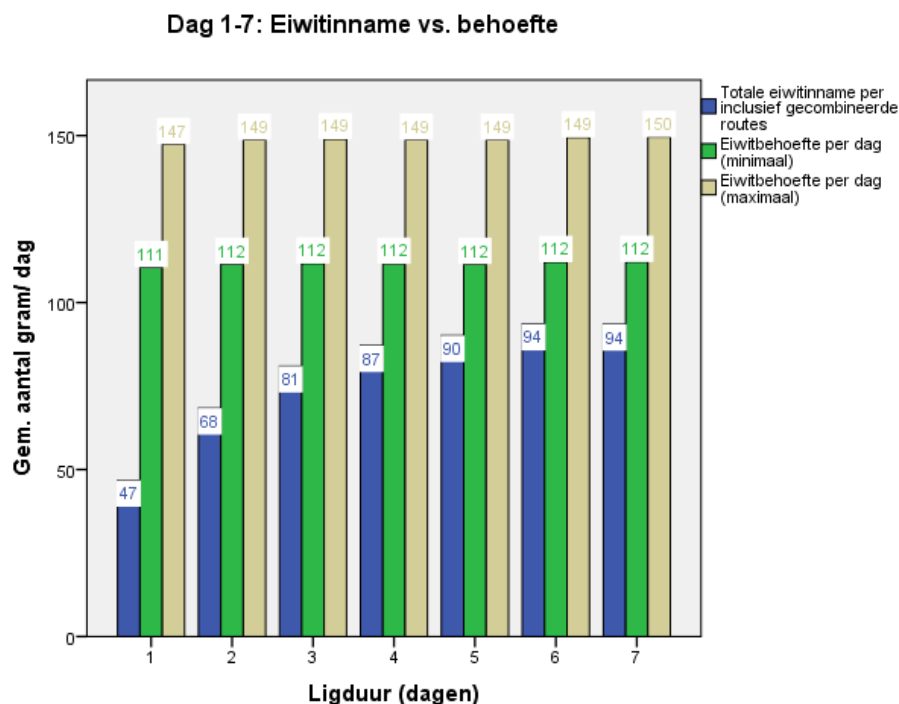
4.3.2 Eiwit

In Tabel 5 is de gemiddelde eiwitinname in de eerste opnameweek per jaar weergegeven. De gemiddelde eiwitinname was in de eerste opnameweek over alle jaren gemiddeld 1,0 gram/ kg/ dag (SD: 0.5 gram/ kg/ dag) en 74,2 gram/ dag (SD: 38.5 gram/ kg/ dag).

	Gram/ kg/ dag	Gram/ dag
2013	1,1 (SD: 0.5)	77,3 (SD: 37.8)
2014	1,0 (SD: 0.5)	72,7 (SD: 38.3)
2015	1,0 (SD: 0.5)	72,2 (SD: 39.0)

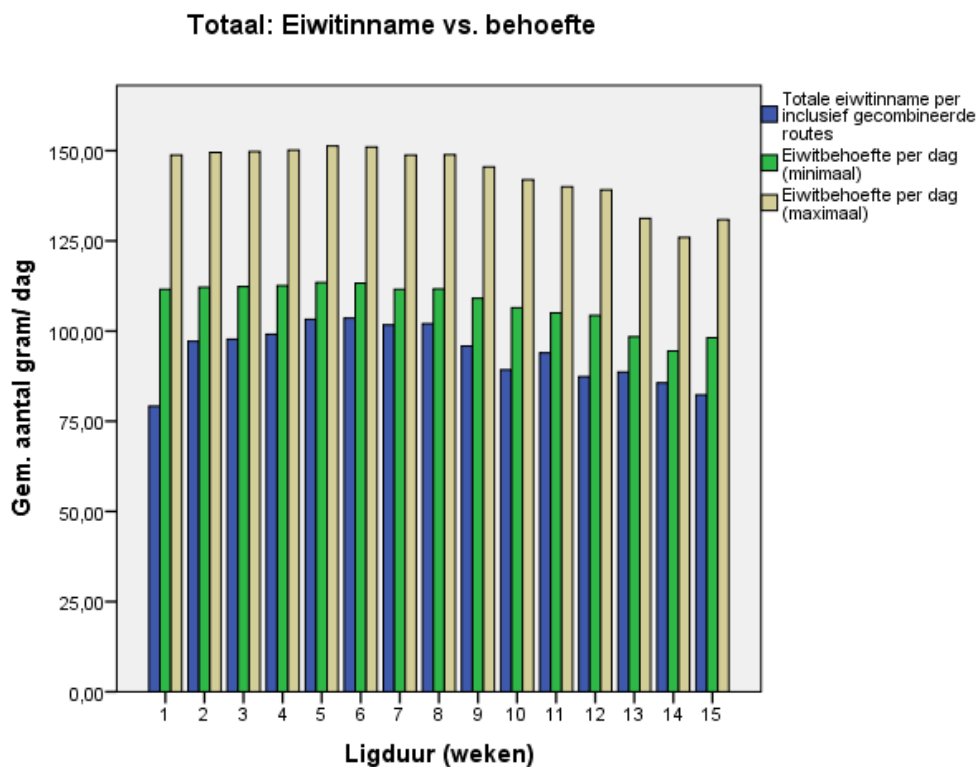
Tabel 5. Gemiddelde eiwitinname in de eerste opnameweek per jaar

In Figuur 6 is te zien dat in de eerste opnameweek over alle jaren samen de gemiddelde eiwitname onder de eiwitbehoefte was.



Figuur 6. Eiwitname vs. behoefte eerste 7 dagen per jaar.

Naar de IC-opnameweken afzonderlijk gekeken (Figuur 7), was in de totale IC-opnameperiode de gemiddelde eiwitname lager dan de minimale eiwitbehoefte van 1,50 gram/ kg/ dag conform het IC-voedingsprotocol (Bijlage 1).



Figuur 7. Eiwitname vs. behoefte totaal per jaar.

In Tabel 6 is de gemiddelde eiwitinname in de totale IC-opnameperiode per jaar weergegeven. De gemiddelde eiwitinname was in de totale IC-opnameperiode in alle jaren gemiddeld 1,14 gram/ kg/ dag (SD: 0.48 gram/ kg/ dag) en 84,12 gram/ dag (SD: 36.89 gram/ kg/ dag). In de totale IC-opnameperiode was de gemiddelde eiwitinname lager dan de minimale eiwitbehoefte van 1,50 gram/ kg/ dag conform het IC-voedingsprotocol.

	Gram/ kg/ dag	Gram/ dag
2013	1,17 (SD: 0.47)	86,10 (SD: 35.68)
2014	1,13 (SD: 0.48)	82,97 (SD: 36.88)
2015	1,12 (SD: 0.49)	83,25 (SD: 37.98)

Tabel 6. Gemiddelde eiwitinname in de totale IC-opnameperiode per jaar.

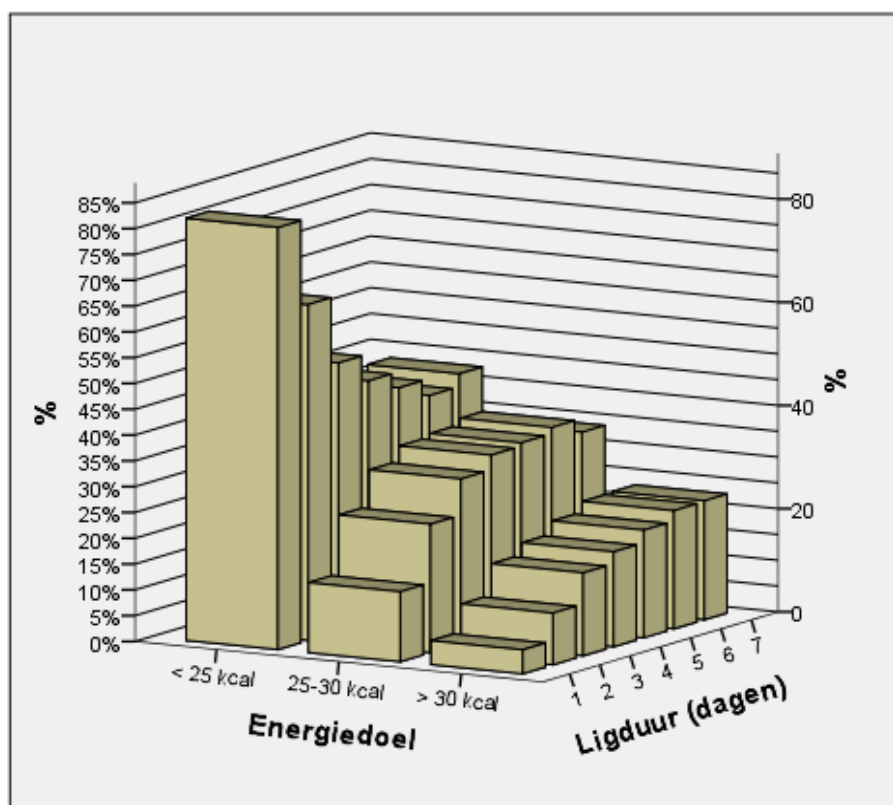
4.4 Deelvraag 2: Verschil tussen energie- en eiwitinname en het energie- en eiwitdoel

4.4.1 Energie

4.4.1.1 Inname vs. behoefte in de eerste opnameweek

In de eerste opnameweek in de periode van 2013–2015 is het percentage patiënten dat een te lage energie-inname heeft ten opzichte van het energiedoel gestegen van 51% in 2013 naar 57% in 2015. In totaal heeft 54% van de patiëntenpopulatie in deze periode het energiedoel niet gehaald.

% patiëntenpopulatie per dag in week 1 totaal



Figuur 8. % patiëntenpopulatie met energie-inname in de eerste opnameweek onderverdeeld in < 25 kcal, 25-30 kcal en > 30 kcal.

In de jaren 2013 en 2014 is het verschil tussen het percentage mannen en vrouwen dat een te lage energie-inname heeft ten opzichte van het energiedoel respectievelijk 12% en 13% (Tabel 7). Dit verschil is in het jaar 2015 gehalveerd naar 6%.

De energie-inname is van 99,6% van de patiëntenpopulatie inzichtelijk gemaakt, van 0,4% van de patiëntenpopulatie ontbrak de ingevoerde energie-inname.

	< 25 kcal	25 – 30 kcal	> 30 kcal
2013 mannen	55,5%	29,8%	14,6%
2013 vrouwen	42,8%	35,5%	21,2%
2013 totaal	51,0%	31,9%	17,0%
2014 mannen	59,3%	27,1%	12,3%
2014 vrouwen	47,3%	30,4%	21,8%
2014 totaal	54,6%	28,4%	16,1%
2015 mannen	58,8%	29,0%	12,1%
2015 vrouwen	52,7%	28,6%	18,7%
2015 totaal	56,4%	28,9%	14,7%

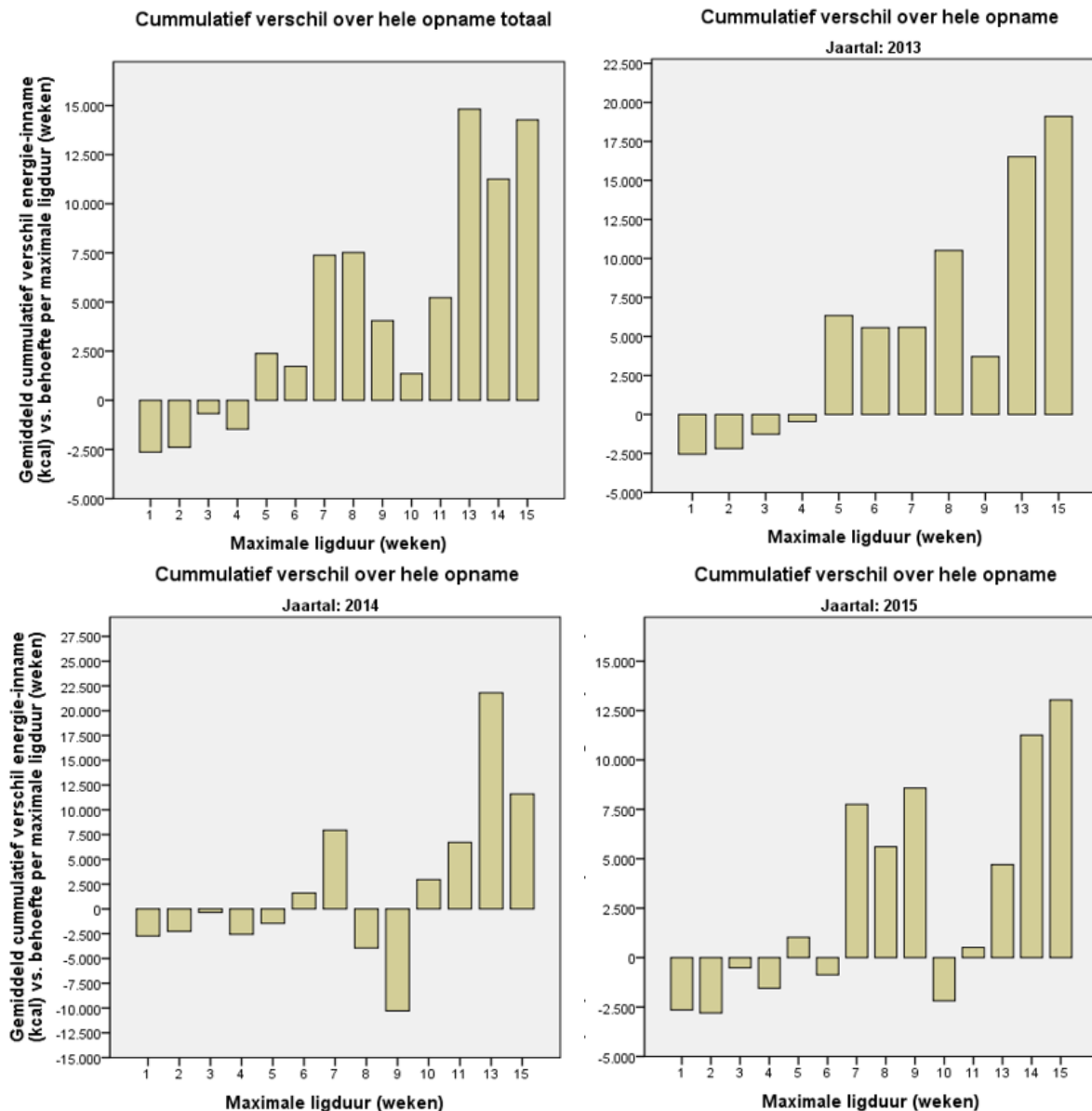
Tabel 7. Verdeling patiëntenpopulatie in energie-inname in de eerste opnameweek per jaar en per geslacht.

Mannen	57,7%	28,7%	13,1%
Vrouwen	47,7%	31,5%	20,5%
Totaal	53,9%	29,8%	16,0%

Tabel 8. Verdeling patiëntenpopulatie in energie-inname in de eerste opnameweek in alle jaren

4.4.1.2 Inname vs. behoefte in de totale onderzoeksperiode

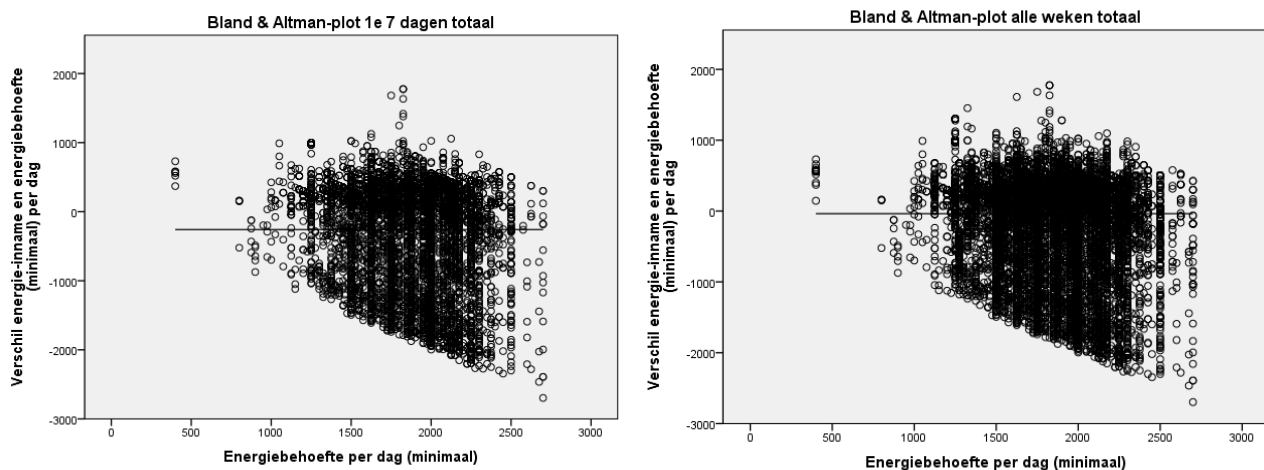
Met de Kruskal-Wallis-test is in het cumulatieve verschil tussen energie-inname en minimale energiebehoefte in de totale IC-opname een statistisch significant verschil ($p = 0.0$) gevonden tussen de verschillende jaren. Dit verschil is in Figuur 9 afgebeeld: patiënten met een maximale IC-opname tot en met 4 weken hadden in alle jaren een energietekort in de totale IC-opname. Bij patiënten met een maximale IC-opname van 5 tot en met 10 weken verschilde het cumulatieve verschil tussen energie-inname en minimale energiebehoefte over de totale IC-opname per jaar. Patiënten met een maximale IC-opname vanaf 11 weken hadden in alle jaren een energieoverschot vanaf opnameweek 11.



Figuur 9. Cummulatief verschil tussen energie-inname en minimale energiebehoefte over de totale opname onderverdeeld in maximale IC-opname in weken (alleen maximale IC-opnameweken die in de betreffende periode voorkwamen zijn zichtbaar).

4.4.1.3 Bland & Altman-plot

De Bland & Altman-plot laat de mate van overeenkomst zien tussen het verschil in energie-inname en minimale energiebehoefte (25 kcal/ kg/ dag) per dag enerzijds en de minimale energiebehoefte per dag anderzijds. Het gemiddelde verschil in energie-inname en minimale energiebehoefte per dag, afgezet tegen de minimale energiebehoefte per dag, was in de eerste opnameweek in de jaren 2013–2015 -260 kcal. Dit betekent dat patiënten op de IC van het LUMC gemiddeld 260 kcal per dag te weinig toegediend kregen in de eerste opnameweek. Het gemiddelde verschil in energie-inname en energiebehoefte per dag voor deze periode zonder de afzetting tegen de minimale energiebehoefte per dag was -377 kcal. Dit betekent dat het energietekort gecorrigeerd naar de energiebehoefte 117 kcal per dag lager was.



Figuur 10. Bland & Altman-plot met de mate van overeenstemming tussen het verschil in energie- inname en minimale energiebehoefte (25 kcal/ kg/ dag) per dag (y-as) en de minimale energiebehoefte per dag (x-as).

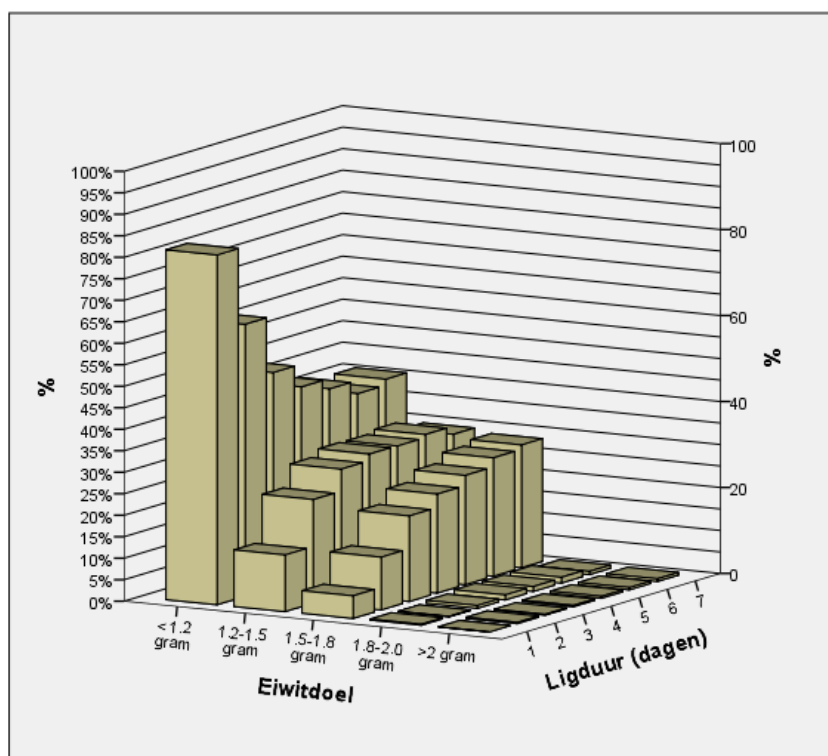
In de totale IC-opnameperiode was het gemiddelde verschil in energie-inname en minimale energiebehoefte per dag, afgezet tegen de minimale energiebehoefte per dag, -37 kcal. Dit betekent dat de patiënten gemiddeld 37 kcal per dag te weinig toegediend kregen in de periode 2013 – 2015. Het gemiddelde verschil in energie-inname en energiebehoefte per dag voor deze periode, zonder de afzetting tegen de minimale energiebehoefte per dag, was -159 kcal. Gecorrigeerd naar de energiebehoefte was het energietekort 122 kcal per dag lager.

4.4.2 Eiwit

4.4.2.1 Inname vs. behoefte in de eerste opnameweek

In de eerste opnameweek in de periode van 2013–2015 heeft 79% van de patiënten een te lage eiwitinname ten opzichte van het eiwitdoel.

% patiëntenpopulatie per dag in week 1



Figuur 11. % patiëntenpopulatie met eiwitinname

Het verschil tussen het percentage mannen en vrouwen dat een te lage eiwitinname heeft ten opzichte van het eiwitdoel is in de jaren 2013-2015 respectievelijk 11,6%, 7,8% en 10,7%. Hiermee was het verschil het kleinst in het jaar 2014.

De eiwitinname is van 99,4% van de patiëntenpopulatie inzichtelijk gemaakt, van 0,6% van de patiëntenpopulatie ontbrak de ingevoerde eiwitinname

	< 1,2 gram	1,2–1,5 gram	1,5 – 1,8 gram	1,8-2,0 gram	> 2,0 gram
2013 mannen	52,7%	28,9%	17,3%	0,4%	0,5%
2013 vrouwen	41,6%	28,4%	26,9%	1,9%	0,6%
2013 totaal	48,8%	28,8%	20,7%	0,9%	0,5%
2014 mannen	57,7%	23,8%	16,9%	0,2%	0,0%
2014 vrouwen	46,3%	27,4%	23,5%	1,6%	0,5%
2014 totaal	53,2%	25,2%	19,4%	0,7%	0,2%
2015 mannen	58,1%	26,9%	14,5%	0,2%	0,1%
2015 vrouwen	50,1%	24,2%	24,0%	1,0%	0,4%
2015 totaal	54,9%	25,9%	18,3%	0,5%	0,2%

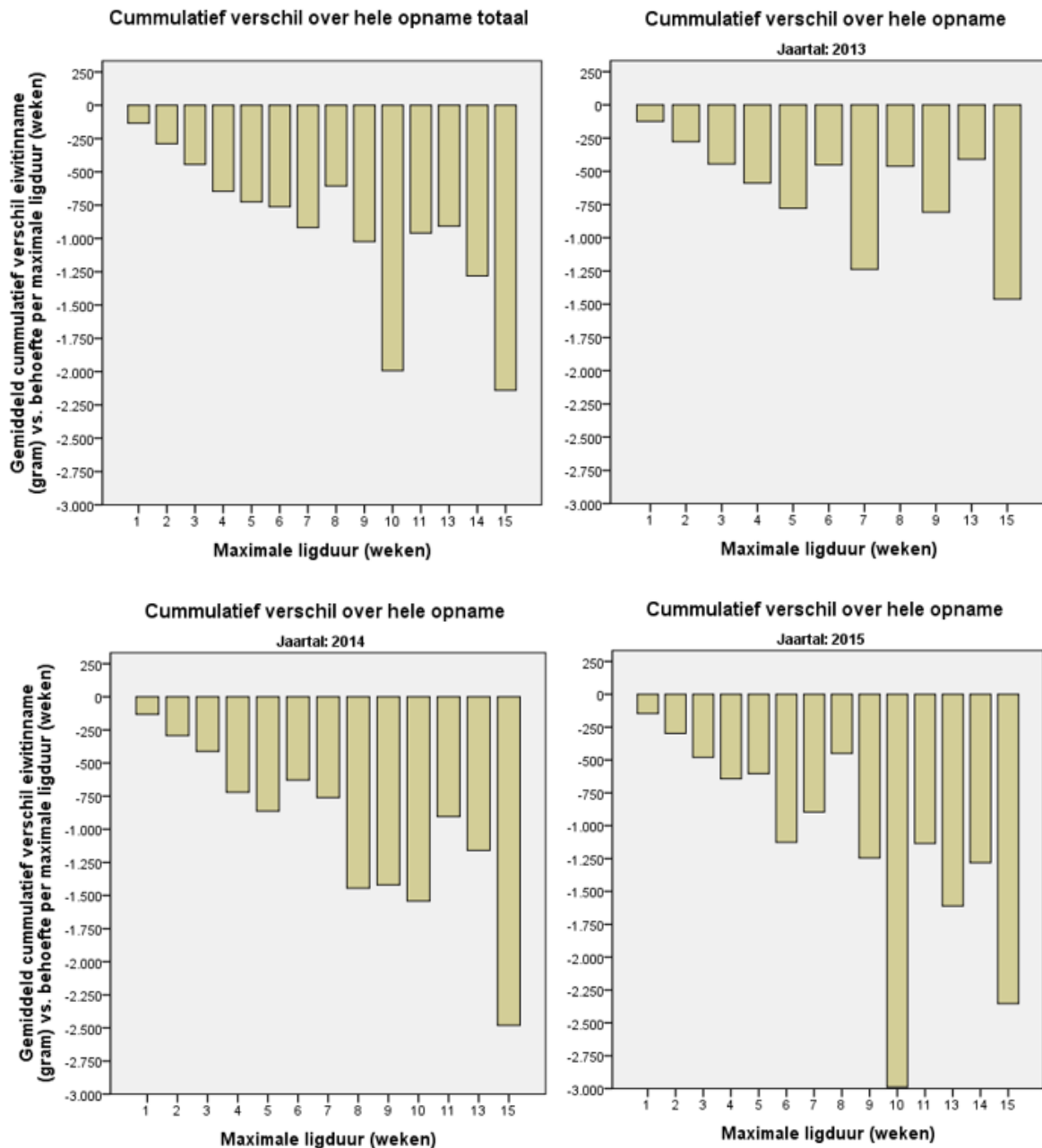
Tabel 9. Verdeling patiëntenpopulatie eiwitinname in de eerste opnameweek per jaar.

	< 1,2 gram	1,2–1,5 gram	1,5 – 1,8 gram	1,8-2,0 gram	> 2,0 gram
Mannen	56,0%	26,7%	16,3%	0,3%	0,2%
Vrouwen	46,0%	26,7%	24,8%	1,5%	0,5%
totaal	52,2%	26,7%	19,5%	0,7%	0,3%

Tabel 10. Verdeling patiëntenpopulatie eiwitinname in de eerste opnameweek in alle jaren.

4.4.2.2 Inname vs. behoefte in de totale onderzoeksperiode

Met de Kruskal-Wallis-test is in het cumulatieve verschil tussen eiwitinname en minimale eiwitbehoefte over de totale opname een statistisch significant verschil ($p = 0.00$) gevonden tussen de verschillende jaren. Dit verschil is in Figuur 9 afgebeeld: het cumulatieve verschil tussen eiwitinname en minimale eiwitbehoefte nam in alle jaren de eerste 4 opnameweken toe. De eiwitinname was in de totale IC-opnameperiode lager dan de minimale eiwitbehoefte. Bij patiënten met een maximale IC-opname vanaf 5 weken fluctueerde het cumulatieve verschil tussen eiwitinname en minimale eiwitbehoefte.

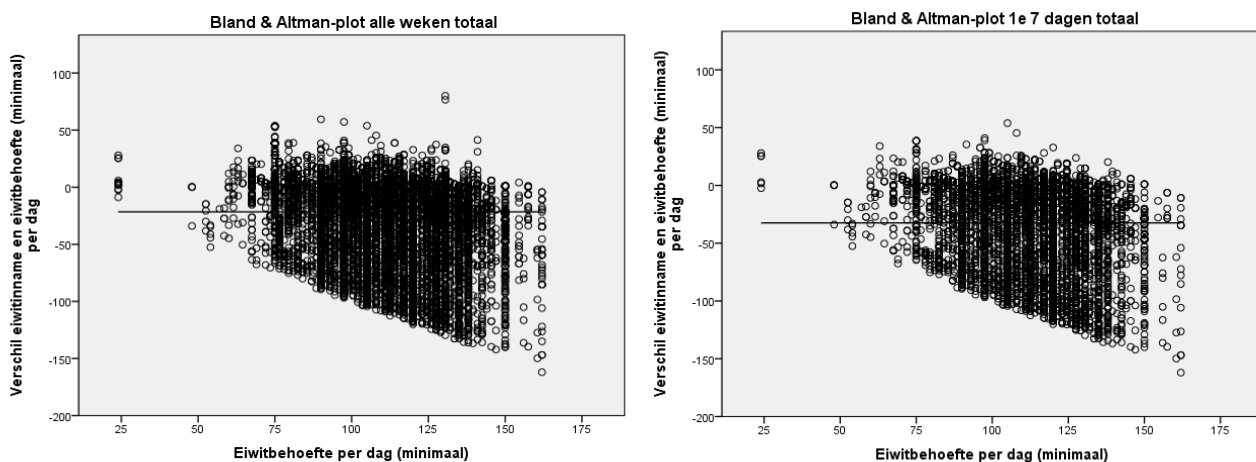


Figuur 12. Cumulatief verschil tussen eiwitinname en minimale eiwitbehoefte over de totale opname onderverdeeld in maximale IC-opname in weken (alleen maximale IC-opnameweken die in de betreffende periode voorkwamen zijn zichtbaar).

4.4.2.3 Bland & Altman-plot

De Bland & Altman-plot laat de mate van overeenkomst zien tussen het verschil in eiwitinname en minimale eiwitbehoefte (1,5 gram/ kg/ dag) per dag enerzijds en de minimale eiwitbehoefte per dag anderzijds. In de jaren 2013–2015 was het gemiddelde verschil in eiwitinname en minimale eiwitbehoefte per dag, afgezet tegen de minimale eiwitbehoefte per dag, in de eerste opnameweek -32,41 gram. Dit betekent dat patiënten op de IC van het LUMC in deze periode gemiddeld 32,41 gram per dag te weinig toegediend kregen in de eerste opnameweek. Het gemiddelde verschil in eiwitinname en eiwitbehoefte per dag voor deze periode, zonder de afzetting tegen de minimale eiwitbehoefte per dag, was -37,88. Dit betekent dat het eiwittekort gecorrigeerd naar de eiwitbehoefte 5,47 gram per dag lager is.

Figuur 13. Bland & Altman-plot met de mate van overeenstemming tussen het verschil in eiwitinname en



minimale eiwitbehoefte (1,5 gram/ kg/ dag) per dag (y-as) en de minimale eiwitbehoefte per dag (x-as).

In de totale IC-opnameperiode was het gemiddelde verschil in eiwitinname en minimale eiwitbehoefte per dag, afgezet tegen de minimale eiwitbehoefte per dag, -21,65 gram. Dit betekent dat de patiënten gemiddeld 21,65 gram eiwit per dag te weinig toegediend kregen. Het gemiddelde verschil in eiwitinname en eiwitbehoefte per dag voor deze periode, zonder de afzetting tegen de minimale eiwitbehoefte per dag, was -27,35 gram. Gecorrigeerd naar de eiwitbehoefte was het eiwittekort 5,70 gram per dag lager.

4.5 Deelvraag 3: Toetsing statistisch significant verschil in verschil inname versus behoefte bij mannen en vrouwen

Met de Mann-Whitney-test is in het (cumulatieve) verschil in energie- en eiwitinname en het energie- en eiwitdoel tussen mannen en vrouwen een statistisch significant verschil ($p = 0.00$) gevonden in bijna alle jaren van de onderzoeksperiode. Alleen in 2015 was er geen statistisch significant verschil in het verschil in energie-inname en het energiedoel per dag tussen mannen en vrouwen. Cumulatief was dit verschil tussen mannen en vrouw wel statistisch significant. Zowel in de eerste opnameweek als de totale IC-opname is tevens een statistisch significant verschil ($p = 0.00$) gevonden.

5 Conclusie

In dit hoofdstuk wordt op basis van de onderzoeksresultaten antwoord gegeven op de deelvragen en de hoofdvraag.

Dit retrospectieve en observationele onderzoek heeft de energie- en eiwitinname van patiënten op de IC van het LUMC in de periode 2013-2015 onderzocht. Tevens zijn deze uitkomsten vergeleken met de energie- en eiwitbehoefte conform het IC-voedingsprotocol van het LUMC. Hierbij is ook onderzocht of er een statistisch significant verschil is tussen mannen en vrouwen.

Uit dit onderzoek is gebleken dat de gemiddelde energie-inname in de eerste opnameweek 5 kcal/ kg/ dag minder is dan de energiebehoefte van 25 kcal/ kg/ dag. Er is echter een grote variatie tussen patiënten, waarbij zowel een te lage energie-inname als een te hoge energie-inname ten opzichte van het energiedoel is geconstateerd. Slechts 30% van de onderzoekspopulatie haalt het energiedoel in de eerste opnameweek. Op opnamedag 6 is de gemiddelde energie-inname voor het eerst even hoog of hoger dan het energiedoel.

De gemiddelde energie-inname is met name in de eerste opnameweek lager dan het energiedoel. In de daaropvolgende weken is de energie-inname gelijk aan of hoger dan het energiedoel. Echter, het cumulatieve energietekort houdt aan tot en met opnameweek 4. In de opnameweken daarna is gemiddeld een positieve energiebalans geconstateerd. De gemiddelde energie-inname over de totale periode is lager dan het energiedoel. Dit komt doordat bijna de helft van de onderzoekspopulatie korter dan een week op de IC van het LUMC ligt en deze groep het gemiddelde naar beneden haalt.

In het cumulatieve verschil in de energie-inname en minimale energiebehoefte is tussen mannen en vrouwen in de eerste week van de IC-opname een statistisch significant verschil gevonden. Dit verschil is in 2015 gehalveerd ten opzichte van de voorgaande jaren van de onderzoeksperiode. Tevens is in de totale IC-opname een statistisch significant verschil gevonden.

De eiwitinname van de onderzoekspopulatie is in de eerste week van de IC-opname gemiddeld 0.5 gram/ kg/ dag minder dan het eiwitdoel. Slechts 20% van de onderzoekspopulatie heeft in de eerste opnameweek een eiwitinname die gelijk is aan het eiwitdoel. Na de eerste opnameweek blijft de eiwitinname ver onder de behoefte. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de meeste patiënten tijdens de totale IC-opname minder eiwit binnen hebben gekregen dan het eiwitdoel.

In het (cumulatieve) verschil tussen de eiwitinname en het eiwitdoel tussen mannen en vrouwen is een statistisch significant verschil gevonden. Dit verschil varieert in de onderzoeksperiode van 8-12% en is in 2014 het kleinst.

Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat de energie- en eiwitinname van patiënten niet overeenkomt met het energie- en eiwitdoel tijdens opname op de IC van het LUMC in de jaren 2013 tot en met 2015. De energie-inname behoeft in de eerste opnameweek vooral aandacht en de eiwitinname is voor de hele opnameduur een aandachtspunt.

6 Discussie

In dit hoofdstuk worden de discussiepunten uit het theoretisch kader en het praktijkonderzoek en de waarde van het onderzoek beschreven.

Het doel van dit onderzoek is het LUMC inzicht te geven in hoeverre de energie- en eiwitinname van patiënten tijdens opname op de IC van het LUMC in de periode 2013-2015 overeenkomt met het energie- en eiwitdoel. Deze bevindingen en de daar bijhorende aanbevelingen zullen een basis vormen voor de evaluatie van het huidige IC-voedingsprotocol van het LUMC (Bijlage 1).

6.1 De eerste dagen op de IC

Uit dit retrospectieve en observationele onderzoek is gebleken dat 54% van de onderzoekspopulatie het energiedoel niet haalt. Op opnamedag 6 is het energiedoel voor het eerst door de onderzoekspopulatie bereikt. In de grootschalige cohortstudie van Bendavid et al. uit 2016.⁵⁸ waarin de voedingsinname van 880 IC-afdelingen is bestudeerd, bleek tevens dat de energie-inname op de IC vanaf opnamedag 5-6 stabiliseerde. Dat het energiedoel pas aan het einde van de eerste opnameweek wordt behaald is te verklaren vanuit de praktijk. Ondanks dat de meeste internationale richtlijnen^{1 2 50} voorschrijven om enterale voedingsondersteuning binnen 24 uur te starten, is dit niet altijd haalbaar door onder andere gastro-intestinale klachten en onderbrekingen door operaties of radiologische procedures.⁵⁸ Indien op de IC van het LUMC met enterale voedingsondersteuning wordt gestart, zal dit volgens het protocollair bepaalde opbouwschema worden toegediend. Vanwege ernstige metabole stress en een verlaagde metabole activiteit in de eerste opnamedagen, is een hoge voedingsinname niet gewenst.^{7 8} Het opbouwschema is tevens erop gericht zoveel mogelijk maagretentie te voorkomen door de voedingstoediening op te bouwen met kleine hoeveelheden. In de praktijk duurt het vaak 1 à 2 dagen voordat de gewenste inname bereikt is met sondevoeding. Indien er contra-indicaties zijn voor een sonde via de maag en darm, kan het vanwege extra onderzoeken enkele dagen langer duren voordat de patiënt optimaal gevoed kan worden. Dit kan verklaren waarom in dit huidige onderzoek in de eerste 5 opnamedagen de energie- en eiwitinname van de onderzoekspopulatie lager is dan het energie- en eiwitdoel.

Uit de meest recente systematische review uit 2016⁵¹ op het gebied van vroeg versus laat voeden van IC-patiënten is verder gebleken dat er mogelijk onterecht voordelen aan vroeg (<24u) enterale voedingstoediening op de IC worden toegeschreven. Deze bevindingen kunnen in verband gebracht worden met de ongewenste hoge voedingsinname vanwege een verlaagde metabole activiteit door ernstige metabole stress in de eerste 24-48 uur.^{7 8} Tevens dient het refeedingsyndroom in acht genomen te worden en is het belangrijk niet te snel en niet teveel voeding toe te dienen in de eerste 24-48 uur aan patiënten met een hoog risico op refeedingsyndroom of die ernstig ondervoed zijn. De commissie van SCCM en ASPEN geeft aan dat wanneer > 80% van het energie- en eiwitdoel binnen 48-72 uur bereikt is middels enterale toediening, dit klinische voordelen kan opleveren in de eerste opnameweek. Dit is vergeleken met toediening van voeding volgens het energie- en eiwitdoel binnen 24 uur.¹ De genoemde evidence based conclusies suggereren dat binnen 24 uur volgens het energiedoel te voeden op de IC gevaren met zich mee kunnen brengen voor de patiënt. In het IC-voedingsprotocol van het LUMC staat voorgeschreven om in principe binnen 6 uur te beginnen met het toedienen van voeding. Deze aanbeveling zal aangepast moeten worden op basis van genoemde evidence based conclusies.

6.2 Energiebehoefte in de eerste fase van metabole stress

Het IC-voedingsprotocol van het LUMC gaat uit van een energiebehoefte van 25-30 kcal/ kg/ dag (gewicht bij of vóór IC-opname). De Europese IC-richtlijn²⁴ maakt onderscheid tussen de eb- en vloedfase (20 kcal/ kg/ dag) en de herstelfase (25 kcal/ kg/ dag) van metabole stress bij IC-patiënten. De richtlijn van SCCM en ASPEN¹ heeft een soortgelijke aanbeveling met betrekking tot de eerste fase van metabole stress. Voor patiënten met hoog risico op ondervoeding of die ernstig ondervoed zijn wordt ≤ 20 kcal/ kg/ dag aanbevolen. Deze patiënten verkeren door hun voedingstoestand in de ebfase van metabole stress. Door de verlaagde metabole activiteit en de complexiteit in de bepaling van het rustmetabolisme van deze IC-patiënten, lijkt er in de eerste IC-opnamedagen gevaar op overvoeden te bestaan. In 2013 en 2014 is middels gerandomiseerde vergelijkende onderzoeken^{59 60} aangetoond dat een energie-inname tot de helft minder dan de energiebehoefte (trofisch voeden) geen nadelig effect heeft op de patiënt. Bij patiënten met kans op refeedingsyndroom vergroot trofisch voeden zelfs de overlevingskans op de IC.⁶⁰ Aangezien de richtlijn van SCCM en ASPEN¹ in 2016 is geactualiseerd, is het aan te bevelen deze richtlijn te gebruiken voor patiënten met een hoog risico op ondervoeding of die ernstig ondervoed zijn.

6.3 Eiwitbehoefte voor patiënten met BMI < 30 kg/m²

Uit de resultaten van dit huidige onderzoek blijkt dat 79% van de patiënten een lagere eiwitinname heeft dan het eiwitdoel (1,5 gram/ kg/ dag) in de eerste opnameweek. Deze uitkomst is tevens representatief voor de totale IC-opname in alle jaren. De richtlijn van SCCM en ASPEN¹ schrijft 1,2 gram/ kg/ dag voor aan IC-patiënten met BMI < 30 kg/m² en de richtlijn van ESPEN²¹ schrijft 1,3 gram/ kg/ dag voor. Weijs et al.⁶¹ stelt aan de hand van een cohortstudie uit 2012 dat optimale voedingsinname voor IC-patiënten gelijk is aan een energiebehoefte bepaald met indirecte calorimetrie en 1,2 gram eiwit/kg/ dag. Volgens Weijs en collega's is dit geassocieerd met een daling van 50% in mortaliteit in 28 dagen ten opzichte van IC-patiënten die niet voldeden aan deze voedingsinname. Wanneer alleen het energiedoel was behaald, was er geen verschil in mortaliteit gevonden vergeleken met patiënten die niet voldeden aan deze voedingsinname. In het huidige onderzoek heeft 27% van de patiënten tijdens de totale IC-opname een eiwitinname tussen de 1,2 en 1,5 gram. Indien de richtlijn voor eiwitbehoefte in het IC-voedingsprotocol van het LUMC verlaagd zou worden naar 1,2 gram, zou 57% van de patiënten in de onderzoeksperiode gedurende de totale IC-opname volgens de eiwitbehoefte gevoed zijn. Gezien de bevindingen uit wetenschappelijke literatuur en internationale richtlijnen, is het aan te bevelen voor de afdeling Diëtiek van de IC van het LUMC de formule voor de eiwitbehoefte voor patiënten met BMI < 30 kg/m² aan te passen naar 1,2 gram/ kg/ dag.

6.4 Berekenen van energie- en eiwitbehoefte bij BMI > 30 kg/m²

Voor de berekening van de eiwitbehoefte schrijft het IC-voedingsprotocol van het LUMC voor om bij BMI > 27 kg/m² met het gewicht dat past bij BMI 27 kg/m² te rekenen. In de praktijk blijkt dat het PDMS tevens voor de berekening van de energiebehoefte deze gewichtscorrectie toepast bij BMI > 27 kg/m². In het voedingsprotocol is dit echter niet specifiek bij de berekening van de energiebehoefte beschreven. Deze gewichtscorrectie is wel belangrijk, omdat het basaalmetabolisme van obese patiënten niet evenredig stijgt met de stijging van het BMI. De verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat obese patiënten verhoudingsgewijs meer vetmassa hebben dan patiënten met een lagere BMI. Doordat vetmassa minder energie verbruikt dan vetvrije massa, is er bij obese patiënten een grotere kans op overvoeding wanneer dezelfde formule wordt aangehouden als bij patiënten met een gezonde BMI.⁶² De commissie van SCCM en ASPEN¹ concludeert dat hypocalorische en eiwitrijke voedingsondersteuning verbetering in klinische uitkomsten oplevert voor obese IC-patiënten. Om deze reden heeft deze commissie specifieke formules voor het berekenen

van de energie- en eiwitbehoefte van patiënten met obesitas opgesteld. Met deze formules wordt uitgegaan van 50-70% van het basaalmetabolisme gemeten met indirecte calorimetrie. Recentelijk zijn deze formules gevalideerd in een retrospectieve cohortstudie uit 2016.⁶³ Hieruit is gebleken dat de formule voor obese IC-patiënten uit deze richtlijn 65% van het basaalmetabolisme berekent. Op basis van de besproken evidence based informatie, is het voor de afdeling Diëtetiek raadzaam de berekeningen van de energie- en eiwitbehoefte voor obese patiënten uit de richtlijn van SCCM en ASPEN¹ over te nemen.

6.5 Soort voeding

Gekeken naar de praktijk wordt op de IC van het LUMC in principe gevoed met Nutrison Protein Plus. In overleg met de afdeling Diëtetiek kan hiervan worden afgeweken.⁶⁴ In het huidige onderzoek was er geen beschikking over de gegevens met betrekking tot de soort sondevoeding die toegediend is. De samenstelling van verschillende sondevoedingen varieert en kan daarmee van invloed zijn op de energie- en eiwitinname per persoon. In de praktijk is gebleken dat in het verleden het gebruik van standaardvoeding op de IC van het LUMC tot grote verschillen heeft geleid in de energie-inname tussen mannen en vrouwen. Uit de resultaten van dit huidige onderzoek is gebleken dat er in de onderzoeksperiode een statistisch significant verschil van meer dan 10% was tussen het percentage mannen en vrouwen dat een te lage energie-inname had ten opzichte van het energiedoel. In 2015 was dit verschil gehalveerd ten opzichte van de voorgaande jaren. Dit is een mogelijke illustratie van de reeds genoemde verschillen in het verleden in de energie-inname tussen mannen en vrouwen. Het is daarom aan te bevelen in een vervolgonderzoek de dataset te stratificeren naar soort sondevoeding, zodat inzichtelijk gemaakt kan worden welk soort sondevoeding wel of niet bijdraagt aan het behalen van de energie- en eiwitbehoefte.

6.6 Kanttekeningen en kritische reflectie

Binnen dit onderzoek zijn een aantal beperkingen en sterke punten waargenomen. Om te bepalen in hoeverre IC-patiënten volgens het huidige IC-voedingsprotocol op basis van hun energie- en eiwitbehoefte gevoed zijn, is gebruik gemaakt van data die door verpleegkundigen is ingevoerd. De verpleegkundigen voeren de enterale, parenterale of orale voeding in het elektronisch systeem in. Vervolgens wordt dit automatisch berekend naar de totale toegediende of ingenomen hoeveelheid energie- en eiwit. Tevens wordt er een automatische berekening gemaakt van de hoeveelheid energie- en eiwit per kg (Indien BMI > 27 kg/m² wordt gewicht passend bij BMI 27 kg/m² gebruikt). Kwetsbaarheid treedt op bij het invoeren van de voedingsgegevens in het elektronisch dossier doordat de voedingsregistratie een menselijke handeling blijft. Dit zou een eventuele beperking in de validiteit van de onderzoeksdata met zich mee kunnen brengen.⁶⁵ Echter, om de validiteit van de onderzoeksdata zo hoog mogelijk te houden, zijn alle metingen zonder een geregistreerde energie- of eiwitinname geëxcludeerd. De energie- en eiwitinname zijn voor en na deze exclusie met elkaar vergeleken en hieruit bleek een zeer klein verschil te zijn tussen de waarden voor exclusie en na exclusie.

Het IC-voedingsprotocol van het LUMC is bedoeld voor IC-patiënten die enterale of parenterale voeding toegediend krijgen. Om deze reden zijn IC-patiënten die voeding per os binnen krijgen in het huidige onderzoek uitgesloten. In de praktijk is er tevens een kleine groep patiënten op de IC die sondevoeding of TPV als aanvullende voeding krijgt. Helaas is er geen zicht op de werkelijke grootte van de groep binnen de onderzoekspopulatie of de karakteristieken van deze patiënten. De dataset bevatte geen gegevens over voedingsinname per os, terwijl deze informatie wel in het PDMS staat. Uit de cohortstudie

van Bendavid et al.⁵⁸ blijkt 30-40% van de IC-patiënten in de eerste 4 dagen voeding per os binnen te krijgen. Naarmate patiënten langer op de IC liggen, neemt dit percentage af tot circa 10% bij een IC-opname vanaf 2 weken. De verklaring hiervoor is dat patiënten die langer op de IC liggen dusdanig ernstig ziek zijn, dat zij niet in staat zijn zelfstandig te eten. Aangezien deze cijfers uit een grootschalige cohortstudie afkomstig zijn, kan aangenomen worden dat de gemiddelde energie-inname van 23 kcal/kg/ dag in de totale IC-opname in de praktijk hoger is. In een vervolgonderzoek zou hier inzicht in verkregen kunnen worden wanneer gegevens over voedingsinname per os aan de dataset worden toegevoegd.

Wat dit onderzoek sterk maakt, zijn de omvang van het onderzoek, het percentage incomplete data en de borging van de reproduceerbaarheid van de data-analyse. De resultaten zijn gebaseerd op 14.947 metingen van 1.479 patiënten. De dusdanig grote onderzoekspopulatie heeft de betrouwbaarheid van het onderzoek vergroot.⁶⁵ Daarnaast bestond slechts 3% van de metingen uit incomplete data. De bijbehorende patiënt-ID's bevatten allen slechts één meting. Dit impliceert dat de gegevens van de geïnccludeerde patiëntenpopulatie en reeks metingen per patiënt vrijwel volledig waren. Tevens heeft de onderzoeker alle analyses geborgd in SPSS syntaxbestanden waarmee alle stappen van de data-analyse gereproduceerd kunnen worden. De resultaten van dit onderzoek zijn herhaaldelijk gereproduceerd met identieke uitkomsten wat de resultaten betrouwbaarder maken. .

6.7 Overige implicaties voor vervolgonderzoek

Het IC-voedingsprotocol van het LUMC schrijft specifiek voor patiënten aan de Continue Venovenueuze Hemofiltratie (CCVH) die nierdialyse ondergaan een eiwitbehoefte van 1,5-2 gram/ kg/ dag voor. De reden hiervoor is dat er eiwitten via het filter verloren gaan.⁶⁴ De maximale eiwitbehoefte van 2 gram/ kg/ dag die in dit huidige onderzoek is gehanteerd, is op deze specifieke richtlijn gebaseerd. Echter, gedurende het onderzoek bleek het niet mogelijk te zijn deze specifieke groep patiënten in de dataset te identificeren. Hierdoor heeft dit onderzoek geen uitspraak kunnen doen over de eiwitinname van deze specifieke patiëntengroep. In de gevonden wetenschappelijke literatuur heeft geen enkel onderzoek een aparte analyse uitgevoerd op patiënten die nierdialyse ondergaan. Het is om deze reden niet mogelijk een inschatting te geven van de grootte van deze groep patiënten.

Dit onderzoek heeft een eiwitbehoefte van 1,5-2 gram/ kg/ dag conform het IC-voedingsprotocol gehanteerd. Echter, voor patiënten die geen nierdialyse ondergaan is de eiwitbehoefte conform het IC-voedingsprotocol 1,5 gram/ kg/ dag. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat in de eerste opnameweek 20% van de onderzoekspopulatie hun eiwitdoel van 1,5-2 gram/ kg/ dag heeft behaald. Indien patiënten aan de CCVH apart geanalyseerd zouden zijn, zou voor de overige patiënten een eiwitbehoefte van 1,5 gram/ kg/ dag gehanteerd kunnen worden. Het percentage dat hun eiwitdoel heeft bereikt zou bij de overige patiënten waarschijnlijk hoger zijn. De totale groep waar dit percentage over berekend wordt, is dan immers kleiner. Tevens zou er een hoger percentage van de onderzoekspopulatie een eiwitinname hebben, die boven het eiwitdoel uitkomt.

Voor een vervolgonderzoek is het raadzaam de dataset dusdanig in te richten, zodat het mogelijk is deze specifieke patiëntengroep te identificeren en apart te analyseren. Daarnaast is het aan te bevelen een apart literatuuronderzoek te verrichten dat specifiek gericht is op patiënten die nierdialyse ondergaan.

6.8 De waarde van dit onderzoek voor de diëtisten van het LUMC.

Dit huidige kwantitatieve onderzoek heeft de diëtisten van het LUMC inzicht gegeven in de energie- en eiwitinname van IC-patiënten in de periode van 2013-2015. Tevens heeft dit

onderzoek op basis van evidence based informatie verduidelijkt op welke punten aanpassingen nodig zijn in het IC-voedingsprotocol. De implementatie van de aanbevelingen, die in het volgende hoofdstuk samengevat zijn, kan ertoe bijdragen dat de IC-patiënten van het LUMC adequater gevoed worden wat betreft de energie- en eiwitinname. Om de voedingsondersteuning op de IC daadwerkelijk te verbeteren, is het tevens belangrijk te realiseren dat een actieve rol van de diëtist op de IC en de daadwerkelijke opvolging van het IC-voedingsprotocol van groot belang is.^{66 67}

7 Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan voor de diëtisten werkzaam op de IC van het LUMC. Tevens worden in dit hoofdstuk aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

Met de huidige wetenschappelijke inzichten worden de volgende aanbevelingen gedaan ter evaluatie van het IC-voedingsprotocol van het LUMC:

1. Voor de berekening van de energie- en eiwitbehoefte is het aan te bevelen de richtlijnen van SCCM en ASPEN uit 2016 op te volgen (Bijlage 4).
2. Het is aan te bevelen het voorschrift om “in principe binnen 6 uur na IC-opname te beginnen met het toedienen van voeding” uit het voedingsprotocol van het LUMC te schrappen. Voor de richtlijn van de start van voedingsondersteuning kan 24-48 uur na IC-opname aangehouden worden.
3. Het is aan te bevelen voor de richtlijnen in het voedingsprotocol te verwijzen naar de gebruikte wetenschappelijke bronnen, zodat voor de volgende evaluatie van het voedingsprotocol duidelijk is uit welke wetenschappelijke literatuur de richtlijnen afkomstig zijn.
4. Voor vervolgonderzoek is het aan te bevelen:
 - gegevens op te nemen van patiënten die voeding per os binnenkrijgen om een totaal beeld te krijgen van de voedingsinname.
 - de dataset te stratificeren naar soort sondevoeding, zodat inzichtelijk gemaakt kan worden welk soort sondevoeding wel of niet bijdraagt aan het behalen van de energie- en eiwitbehoefte.
 - de dataset dusdanig in te richten dat patiënten aan de CCVH te identificeren zijn en daarmee hun eiwitinname geanalyseerd kan worden ten opzichte van hun specifieke eiwitbehoefte. Hierbij is het tevens aan te bevelen een apart literatuuronderzoek te verrichten dat specifiek gericht is op patiënten die nierdialyse ondergaan.

8 Verklarende woordenlijst

Aminozuren	Bouwstenen van eiwitten
Aspiratie	Inademing van andere zaken dan lucht: braaksel, water, etc.
Bacteriële overgroei	Groot aantal bacteriën (meer dan normaal)
Basaalmetabolisme/ basaalstofwisseling	Het energieverbruik van personen in rust
Bias	Systematische fout
Contra-indicaties	Een reden of omstandigheid om een bepaalde behandeling of geneesmiddel niet toe te passen
Darmintegriteit	De natuurlijke beschermende werking van de darmen
Ebfase	De eerste 24-48 uur waarin het lichaam in metabole stress verkeert (zie ook: metabole stress)
Enterale voeding	Voeding via de sonde toegediend
Eiwitsynthese	Het aanmaken van eiwitten door het lichaam
Eiwitdoel	De eiwitbehoefte zoals bepaald in het IC-voedingsprotocol van het LUMC
Energiebalans	Het bereikte balans waarbij de energie-inname gelijk is aan de energiebehoefte
Energiedoel	De energiebehoefte zoals bepaald in het IC-voedingsprotocol van het LUMC
Gluconeogenese	Het opnieuw vormen van glucose in het lichaam
Herstelfase	Fase van metabole stress waarin het lichaam weer in staat is spiermassa op te bouwen
Hemodynamisch stabiel	Instabiele bloedwaarden onder of boven de normaalwaarden
Hypocalorisch	Laag in calorieën
Indirecte Calorimetrie	Het bepalen van het rustmetabolisme aan de hand van het zuurstofverbruik en koolstofdioxideproductie van een persoon
Intensivist	Een medisch specialist die zich verder gespecialiseerd heeft in het behandelen

	van patiënten op een intensive-careafdeling.
Katabolie/ katabole toestand	Toestand waarin het lichaam lichaamseiwitten afbreekt en niet in staat is spiermassa op te bouwen.
Maagontlediging	De verwerking van voedsel in de maag
Metabole activiteit	Het proces waarin voedingsstoffen in het lichaam worden omgezet in energie
Metabole stress	Gevolgen in de stofwisseling door stress in het lichaam
Mortaliteit	Aantal sterfgevallen
Morbiditeit	Geeft de mate van het voorkomen van een specifieke ziekte weer
Parenterale voeding	Voeding die via het infuus wordt toegediend
Per os	Voeding oraal toedienen
Refeedingsyndroom	De veranderingen in de stofwisseling nadat bij een ondervoede patiënt gestart wordt met voeden waarbij een levensgevaarlijke verschuiving van elektrolyten is ontstaan
Stikstofbalans	Een balans in het lichaam waarbij de stikstofinname via voeding gelijk is aan de stikstofuitscheiding
Stikstofsynthese	Het aanmaken van stikstof in het lichaam
Stress- of ziektefactor	Een factor waarmee het energieverbruik in rust wordt vermenigvuldigd voor het berekenen van het energieverbruik van patiënten met metabole stress
Stressrespons	De reactie van het lichaam op metabole stress
Thermogene effect	Het energieverbruik na voedingsinname
Trofisch voeden	Niet meteen geven volledige voeding
Voedingsalgoritme	Een reeks instructies voor de bepaling voedingstoediening
Voedingsprotocol	Een voorgeschreven richtlijn voor het toedienen van voeden
Vloedfase	Fase van metabole stress waarin het lichaam in katabole toestand verkeert en lichaamseiwitten afbouwt

9 Lijst met afkortingen

ASPEN	American Society for Parenteral and Enteral Nutrition
CCCPG	Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines
ESPEN	European Society for Clinical Nutrition and Metabolism
IC	Intensive Care
PDMS	Patiënten Datamanagement Systeem
SCCM	Society of Critical Care Medicine
TPV	Totaal Parenterale Voeding

Literatuurlijst

1. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (Sccm) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). 2016.
2. Academy of Nutrition and Dietetics. Critical Illness Evidence-Based Nutrition Practice Guideline. Chicago (IL): Academy of Nutrition and Dietetics; 2012.
3. Heyland DK, Cahill NE, Dhaliwal R, Sun X, Day AG, McClave SA. Impact of Enteral Feeding Protocols on Enteral Nutrition Delivery: Results of a Multicenter Observational Study. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2010;34(6):675-84.
4. Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee. 1.0 the Use of Enteral Nutrition Vs. Parenteral Nutrition. In: Clinical Practice Guideline for Nutrition Support in the Mechanically Ventilated, Critically Ill Adult Patient. Kingston: Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee; 2013.
5. Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines. 7.1 Combination Parenteral Nutrition and Enteral Nutrition. In: Clinical Practice Guideline for Nutrition Support in the Mechanically Ventilated, Critically Ill Adult Patient. Kingston: Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee; 2013.
6. Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee. 8.0 Parenteral Nutrition Vs. Standard Care. In: Clinical Practice Guideline for Nutrition Support in the Mechanically Ventilated, Critically Ill Adult Patient. Kingston: Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee; 2013.
7. Cuthbertson D. Post-Shock Metabolic Response (Arris-Gale Lecture to the Royal College of Surgeons of England) *Lancet.* 1942;239:433–37.
8. Reid C. Critical Care. In: Thomas B, editor. *Manual of Dietetic Practice.* 4 ed. Malden: Blackwell Publishing; 2007.
9. Singer P, Anbar R, Cohen J, Shapiro H, Shalita-Chesner M, Lev S, et al. The Tight Calorie Control Study (Ticacos): A Prospective, Randomized, Controlled Pilot Study of Nutritional Support in Critically Ill Patients. *Intensive Care Med.* 2011;37(4):601-9.
10. Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L, Evidence Analysis Working G. Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults: A Systematic Review. *J Am Diet Assoc.* 2006;106(6):881-903.
11. Choban P DR, Malone A, Worthington P, Compher C. A.S.P.E.N. Clinical Guidelines Nutrition Support of Hospitalized Adult Patients with Obesity. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2013;37(6):714-44.
12. Sungur G, Sahin H, Tasci S. The Effects of Implementing a Nutritional Support Algorithm in Critically Ill Medical Patients. *J Pak Med Assoc.* 2015;65(8):810-4.
13. Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee. 5.1 Strategies to Optimize Delivery and Minimize Risks of En Feeding Protocols. In: Clinical Practice Guideline for Nutrition Support in the Mechanically Ventilated, Critically Ill Adult Patient. Kingston: Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee; 2013.
14. Alberda C GL, Jones N, Jeejeebhoy K, Day AG, Dhaliwal R, Heyland DK. The Relationship between Nutritional Intake and Clinical Outcomes in Critically Ill Patients. *Intensive Care Med.* 2009;35(10):1728–37.
15. Cahill NE, Dhaliwal R, Day AG, Jiang X, Heyland DK. Nutrition Therapy in the Critical Care Setting: What Is "Best Achievable" Practice? An International Multicenter Observational Study. *Crit Care Med.* 2010;38(2):395-401.
16. Strack van Schijndel RJ, Weijs PJ, Koopmans RH, Sauerwein HP, Beishuizen A, Girbes AR. Optimal Nutrition During the Period of Mechanical Ventilation Decreases Mortality in Critically Ill, Long-Term Acute Female Patients: A Prospective Observational Cohort Study. *Crit Care.* 2009;13(4):R132.
17. van Haren FMP, Oudemans-van Straaten HM, Mathus-Vliegen EMH, Tepaske R, van der Hoeven JG. Voeding En Gezondheid – Enterale Voedingstherapie Bij Intensivacarepatiënten. *Ned Tijdschr Geneesk.* 2004;148(22).

18. Oudemans-van Straaten H. Nvic-Richtlijn: Maatregelen Ter Bevordering Van Maagontleding Bij Enterale Voeding. *Neth J Crit Care*. 2002;6:18-27.
19. Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO. Evidence-Based Richtlijnontwikkeling. Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO; 2007.
20. Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee. 3.1 Nutritional Prescription: Use of Indirect Calorimetry Vs. Predictive Equations. In: *Clinical Practice Guideline for Nutrition Support in the Mechanically Ventilated, Critically Ill Adult Patient*. . Kingston: Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee.; 2013.
21. Singer P, Berger MM, Van den Berghe G, Biolo G, Calder P, Forbes A, et al. *Espen Guidelines on Parenteral Nutrition: Intensive Care*. *Clin Nutr*. 2009;28(4):387-400.
22. Sundstrom M, Tjader I, Rooyackers O, Wernerman J. Indirect Calorimetry in Mechanically Ventilated Patients. A Systematic Comparison of Three Instruments. *Clin Nutr*. 2013;32(1):118-21.
23. Kee AL, Isenring E, Hickman I, Vivanti A. Resting Energy Expenditure of Morbidly Obese Patients Using Indirect Calorimetry: A Systematic Review. *Obes Rev*. 2012;13(9):753-65.
24. Kreymann KG, Berger MM, Deutz NE, Hiesmayr M, Jolliet P, Kazandjiev G, et al. *Espen Guidelines on Enteral Nutrition: Intensive Care*. *Clin Nutr*. 2006;25(2):210-23.
25. Cerra F, Benitez M, Blackburn G, et al. Applied Nutrition in Icu Patients: A Consensus Statement of the American College of Chest Physicians. *Chest*. 1997;111:769-78.
26. Harris J, Benedict F. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1918;4:370-73.
27. Swinamer D, Grace M, Hamilton S, Jones R, Roberts P, King E. Predictive Equation for Assessing Energy Expenditure in Mechanically Ventilated Critically Ill Patients. *Crit Care Med* 1990;18:657-61.
28. Ireton-Jones C, Turner W, Liepa G, Baxter C. Equations for Estimation of Energy Expenditures of Patients with Burns with Special Reference to Ventilatory Status. *J Burn Care Rehab*. 1992;13(330-333).
29. Ireton-Jones C. Comparison of the Metabolic Response to Burn Injury in Obese and Nonobese Patients. *J Burn Care Rehabil* 1997;18(1 Pt 1):82-85.
30. Frankenfield D. Energy Dynamics. In: Matarese L, Gottschlich Me, editors. *Contemporary Nutrition Support Practice: A Clinical Guide*. Philadelphia, PA: WB Saunders; 1998. p. 79-98.
31. Faisy C, Guerot E, Diehl J, Labrousse J, Fagon J. Assessment of Resting Energy Expenditure in Mechanically Ventilated Patients. *Clin Nutr*. 2003;28:241-49.
32. Frankenfield D, Smith J, Cooney R. Validation of Two Approaches to Predicting Resting Metabolic Rate in Critically Ill Patients. *J Parenter Enteral Nutr* 2004;28:259-64.
33. Frankenfield D. Validation of an Equation for Resting, Metabolic Rate in Older Obese Critically Ill Patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2011;35(2):264-69.
34. Reid C. Poor Agreement between Continuous Measurements of Energy Expenditure and Routinely Used Prediction Equations in Intensive Care Unit Patients. *Clin Nutr*. 2007;26(5):649-57.
35. Boullata J, Williams J, Cottrell F, Hudson L, Compher C. Accurate Determination of Energy Needs in Hospitalized Patients. *J Am Diet Assoc*. 2007;107(3):393-401.
36. Shizgal A, Roza H. The Harris Benedict Equation Reevaluated: Resting Energy Requirements and the Body Cell Mass. *Am J Clin Nutr*. 1984;40(1):168-82.
37. Frankenfield D, Hise M, Malone A, Russell M, Gradwell E, Compher C, et al. Prediction of Resting Metabolic Rate in Critically Ill Adult Patients: Results of a Systematic Review of the Evidence. *J Am Diet Assoc*. 2007;107(9):1552-61.
38. Costa N, Marinho A, Cançado L. Nutritional Requirements of the Critically Ill Patient. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012;24(3):270-77.
39. Kross EK, Sena M, Schmidt K, Stapleton RD. A Comparison of Predictive Equations of Energy Expenditure and Measured Energy Expenditure in Critically Ill Patients. *J Crit Care*. 2012;27(3):321 e5-12.

40. Woodman S. Estimating Nutritional Requirements. In: Thomas B, editor. Manual of Dietetic Practice. 4 ed. Malden: Blackwell Publishing; 2007.
41. Millward J. Dietary Energy. In: Thomas B, editor. Manual of Dietetic Practice. 4 ed. Malden: Blackwell Publishing; 2007.
42. Long CL. Energy Balance and Carbohydrate Metabolism in Infection and Sepsis. *Am J Clin Nutr.* 1977;30(8):1301-10.
43. Long CL, Schaffel N, Geiger JW, Schiller WR, Blakemore WS. Metabolic Response to Injury and Illness: Estimation of Energy and Protein Needs from Indirect Calorimetry and Nitrogen Balance. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1979;3(6):452-6.
44. Owen O, Holup J, D'Alessio D, et al. A Reappraisal of the Caloric Requirements of Men. *Am J Clin Nutr.* 1987;46(6):875-85.
45. Frankenfield DC, Coleman A, Alam S, Cooney RN. Analysis of Estimation Methods for Resting Metabolic Rate in Critically Ill Adults. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2009;33(1):27-36.
46. Fick A. Über Die Messung Des Blutquantums in Den Herzventrikeln. . *Verh Phys Med Ges Würzburg.* 1870;2:16-28.
47. Frankenfield DC, Ashcraft CM, Galvan DA. Longitudinal Prediction of Metabolic Rate in Critically Ill Patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2012;36(6):700-12.
48. Allingstrup MJ, Esmailzadeh N, Wilkens Knudsen A, Espersen K, Hartvig Jensen T, Wiis J, et al. Provision of Protein and Energy in Relation to Measured Requirements in Intensive Care Patients. *Clin Nutr.* 2012;31(4):462-8.
49. Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee. 4.2c Composition of Enteral Nutrition High Protein Vs. Low Protein. In: Clinical Practice Guideline for Nutrition Support in the Mechanically Ventilated, Critically Ill Adult Patient. Kingston: Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee; 2013.
50. Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee. 2.0 Early Vs. Delayed Nutrient Intake. In: Clinical Practice Guideline for Nutrition Support in the Mechanically Ventilated, Critically Ill Adult Patient. Kingston: Canadian Critical Care Clinical Practice Guidelines Committee; 2013.
51. Koretz RL, Lipman TO. The Presence and Effect of Bias in Trials of Early Enteral Nutrition in Critical Care. *Clin Nutr.* 2014;33(2):240-5.
52. Gungabissoon U, Hacquoil K, Bains C, Irizarry M, Dukes G, Williamson R, et al. Prevalence, Risk Factors, Clinical Consequences, and Treatment of Enteral Feed Intolerance During Critical Illness. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2015;39(4):441-8.
53. Doig GS, Simpson F, Sweetman EA, Finfer SR, Cooper DJ, Heighes PT, et al. Early Parenteral Nutrition in Critically Ill Patients with Short-Term Relative Contraindications to Early Enteral Nutrition: A Randomized Controlled Trial. *JAMA.* 2013;309(20):2130-8.
54. Casaer MP, Mesotten D, Hermans G, Wouters P, Schetz M, Meyfroidt G, et al. Early Versus Late Parenteral Nutrition in Critically Ill Adults. *N Engl J Med.* 2011;365(6):506-17.
55. Elke G, van Zanten AR, Lemieux M, McCall M, Jeejeebhoy KN, Kott M, et al. Enteral Versus Parenteral Nutrition in Critically Ill Patients: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Crit Care.* 2016;20(1):117.
56. Doig GS, Heighes PT, Simpson F, Sweetman EA, Davies AR. Early Enteral Nutrition, Provided within 24 H of Injury or Intensive Care Unit Admission, Significantly Reduces Mortality in Critically Ill Patients: A Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Intensive Care Med.* 2009;35(12):2018-27.
57. Bland JM AD. Statistical Method for Assessing Agreement between Two Methods of Clinical Measurement. *Lancet.* 1986;327:307-10.
58. Bendavid I, Singer P, Theilla M, Themessl-Huber M, Sulz I, Mouhieddine M, et al. Nutritionday Icu: A 7 Year Worldwide Prevalence Study of Nutrition Practice in Intensive Care. *Clin Nutr.* 2016.
59. Charles EJ, Petroze RT, Metzger R, Hranjec T, Rosenberger LH, Riccio LM, et al. Hypocaloric Compared with Eucaloric Nutritional Support and Its Effect on Infection Rates in a Surgical Intensive Care Unit: A Randomized Controlled Trial. *Am J Clin Nutr.* 2014;100(5):1337-43.

60. Doig GS, Simpson F, Heighes PT, Bellomo R, Chesher D, Caterson ID, et al. Restricted Versus Continued Standard Caloric Intake During the Management of Refeeding Syndrome in Critically Ill Adults: A Randomised, Parallel-Group, Multicentre, Single-Blind Controlled Trial. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2015;3(12):943-52.
61. Weijs PJ, Stapel SN, de Groot SD, Driessen RH, de Jong E, Girbes AR, et al. Optimal Protein and Energy Nutrition Decreases Mortality in Mechanically Ventilated, Critically Ill Patients: A Prospective Observational Cohort Study. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2012;36(1):60-8.
62. Forbes G. *Human Body Composition: Growth, Aging, Nutrition and Activity*. New York: Springer-Verlag; 1987.
63. Mogensen KM, Andrew BY, Corona JC, Robinson MK. Validation of the Society of Critical Care Medicine and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition Recommendations for Caloric Provision to Critically Ill Obese Patients: A Pilot Study. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2016;40(5):713-21.
64. LUMC. Voeding Op Intensive Care (Medisch Beleid Ic Volw. Versie 7). Leiden: LUMC; 2015. p. 1-7.
65. Verhoeven N. *Uitwerking Van De Methode. Wat Is Onderzoek?* 4 ed. Den Haag: Boom Lemma Uitgevers; 2011. p. 192-203.
66. Doig G, Simpson F, Finfer S, Delaney A, Davies A, Mitchell I, et al. Effect of Evidence-Based Feeding Guidelines on Mortality of Critically Ill Adults. *JAMA*. 2008;293:2731-41.
67. Soguel L, Revelly JP, Schaller MD, Longchamp C, Berger MM. Energy Deficit and Length of Hospital Stay Can Be Reduced by a Two-Step Quality Improvement of Nutrition Therapy: The Intensive Care Unit Dietitian Can Make the Difference. *Crit Care Med*. 2012;40(2):412-9.

Bijlage 1

IC-voedingsprotocol van LUMC

Voeding op Intensive Care (medisch beleid IC Volw.)

(Versie 7)

Algemene opmerkingen

- Deze richtlijn is van toepassing op IC patiënten die bij opname naar verwachting langer dan 48 uur op de IC zullen verblijven.
- In principe wordt er binnen 6 uur of uiterlijk binnen 24 uur na IC opname begonnen met bij voorkeur **enterale** voeding.
- Vroegtijdige **enterale** voeding heeft bij IC patiënten (met name bij de chirurgische IC populatie) een aantal gunstig effecten: houdt o.a. de barrièrefunctie van de darm intact, herstelt de immuniteit, geeft minder hypermetabolisme en orgaanfalen, geeft minder infectieuze complicaties en verkort de IC opnameduur.
- Voeding via de maag geniet de voorkeur boven voeding voorbij de pylorus, omdat de neurohumorale signalering hierbij in stand blijft en voeding trofische effecten heeft op het slijmvlies.
- Vroegtijdige enterale voeding wordt vaak belemmerd door een parese van maag. Stase van voeding kan leiden tot aspiratie en bacteriële overgroei. Maatregelen ter bevordering van de ontlediging van de maag zijn daarom een essentieel onderdeel van vroegtijdige enterale voedingstherapie.

Voedingsdoelen

1. Energiebehoefte

- Bepaling van de energiebehoefte van de IC-patiënt is niet eenvoudig. Deze is afhankelijk van de mate van inflammatoire respons, motorische activiteit, stress, sedatie, hormonen en zelfs van toediening en samenstelling van voeding door het zogenaamde thermogene effect.
- Het energieverbruik kan direct worden gemeten (met metabole monitor $EE = 1,44 \times (3,9 \times VO_2 + 1,1 \times VCO_2)$ kcal/24 uur) of met behulp van een eenvoudige formule worden berekend (zie beneden).
- Het toepassen van indirecte calorimetrie is niet bewezen beter dan gebruik van een standaard formule.
- In principe wordt er uitgegaan van een Energiebehoefte van **25-30 kcal/kg/dag** (gewicht bij of vóór IC-opname).

2. Eiwitbehoefte

- De eiwitbehoefte van IC-patiënten bedraagt **1,5 g/kg/dag** (gewicht van bij of vóór IC-opname)
- Patiënten aan de CVVH hebben een eiwitbehoefte van **1,5-2 g/kg/dag** omdat er eiwitten via het filter verloren gaan

NB: Bij een body mass index (BMI) > 27, wordt gerekend met het gewicht dat past bij een BMI van 27.

3. Glutamine

- Glutamine wordt niet meer standaard op de IC toegepast. Uit de recente [REDOX studie](#) bleek namelijk dat het standaard toepassen van glutamine bij IC-patiënten met MOF leidt tot een verhoogde mortaliteit.

4. Vezels

- Vezels hebben in principe een regulerend effect op de consistentie van de faeces, met daarnaast een versterkend effect op de mucosale afweer in het colon. Vezels stimuleren verder de intra-epitheliale lymfocyten, remmen overgroei van gramnegatieve bacteriën en zorgen voor een geleidelijke glucose resorptie en stabielere glucose spiegels.
- Bij een trage darmmotiliteit (al; dan niet in combinatie met caseïnerijke voeding) bestaat er echter risico op bezoarvorming.
- Door het ontbreken van wetenschappelijk bewijs voor het standaard toepassen van vezels en mogelijk toegenomen risico op bezoarvorming wordt op de IC/MC enterale voeding gebruikt **zonder** voedingsvezel.

5. Vitaminen en sporenelementen

- Ernstig zieke patiënten hebben door een hoog verlies of verbruik een toegenomen behoefte aan vitaminen en aan bepaalde sporenelementen. Zo verhogen de vitaminen C, E en A en de

sporenelementen selenium, zink, koper en mangaan de antioxidatie of afweer van de patiënt. Een strikt doseringsadvies voor deze bestanddelen kan momenteel niet met grote gerandomiseerde studies worden ondersteund.

- Tijdens CVVH vindt er extra verlies plaats van een aantal wateroplosbare vitamines A, C en gesuppleerd.

- B1 (thiamine) 100 mg/dag
- B6 10- mg/dag
(pyridoxine) 20
- Foliumzuur 1 mg/dag
- Vitamine C 100 mg/dag

Enterale voeding

1. Algemeen

- Binnen 6 uur of uiterlijk binnen 24 uur na IC-opname starten met **enterale** voeding.
- Hemodynamisch instabiele patiënten eerst hemodynamisch stabiliseren.
- Op de IC/MC wordt er in principe gevoed met Nutrison Protein Plus 1 ml/kg/uur.
 - In overleg met afdeling afdeling Diëtetiek hiervan afgeweken worden.
 - Nutrison Concentrated wordt gezien de samenstelling (per ml te weinig eiwitten in vergelijking met Nutrison Protein Plus) op de IC/MC niet gebruikt.
- Streef naar :
 - Caloriebehoefte van 25-30 kcal/kg/dag
 - Eiwitbehoefte van 1,5 gram eiwit/kg/dag (aan de CVVH 1,5-2,0 gram eiwit/kg/dag)

Gewicht	Nutrison Protein Plus (1250 kcal / 63 gram eiwit per liter)
< 40 kg	Overleg
41-99 kg	1 ml/kg/uur (30 kcal en 1,5 gram eiwit/ kg/dag)
> 100 kg	Overleg

2. Relatieve contra-indicatie voor enterale voeding

- Verstoorde integriteit tractus digestivus door obstructie of perforatie
- Darmischemie of necrose
- Toxisch megacolon
- Gastro-intestinale bloeding
- Operatie of reïnterventie binnen 24 uur verwacht
- Contra-indicaties wegens specifieke chirurgische redenen

2. Bevorderen maagontlediging

- Reduceer of staak (indien mogelijk) motiliteit-remmende medicatie; Dopamine, α -adrenergica, opiaten, clonidine, spierverslappers.
- Verplegen in (half)zittende houding, mobilisatie.
- Medicamenteuze behandeling:
 - Metoclopramide 3 dd 10 mg i.v. (maximale dosis), gedurende maximaal 7 dagen.
 - Erytromycine 2 dd 100 mg i.v. (toevoegen na 48 uur indien geen effect op Metoclopramide)

3. Opbouwschema enterale voeding

([zie ook algoritme](#))

- Start met 20 ml/ uur via maagsonde, continu met pomp.
- Bepaal na 4-6 uur retentie d.m.v. actief hevelen met 50 ml spuit. ([BPPC-procedure 'Maagsonde, gebruik en verzorging'](#))
 - Retenties tot 50 ml teruggeven, gooi de rest weg in pospoeler of gele ton.
 - Licht de IC-arts in bij
 - Abnormaal vieze of bloederige maagretentie
 - Bij maagretentie > 500 ml
- Indien maagretentie > 200 ml:
 - Overleg met IC arts over starten met prokineticum: Metoclopramide 3 dd 10 mg i.v. (gedurende maximaal 7 dagen).
 - Ga door met 20 ml/ uur.
 - Bepaal 4-6 uur later opnieuw retentie.
- Indien maagretentie < 200 ml:
 - Uitbreiden met 20 ml/ uur tot maximaal volume volgens caloriebehoefte (zie boven).
 - Bepaal 4-6 uur later opnieuw retentie.
- Indien maag retentie > 250 ml:
 - Ga terug naar 20 ml/ uur.
 - bepaal 4-6 uur later opnieuw retentie.
- Indien retentie dan weer meer dan 250 ml:
 - Overleg met IC arts over toevoegen Erytromycine 2 dd 100 mg i.v. (na 48 uur indien geen effect op Metoclopramide) of plaatsen duodenumsonde of over gaan op TPV.

Parenterale voeding

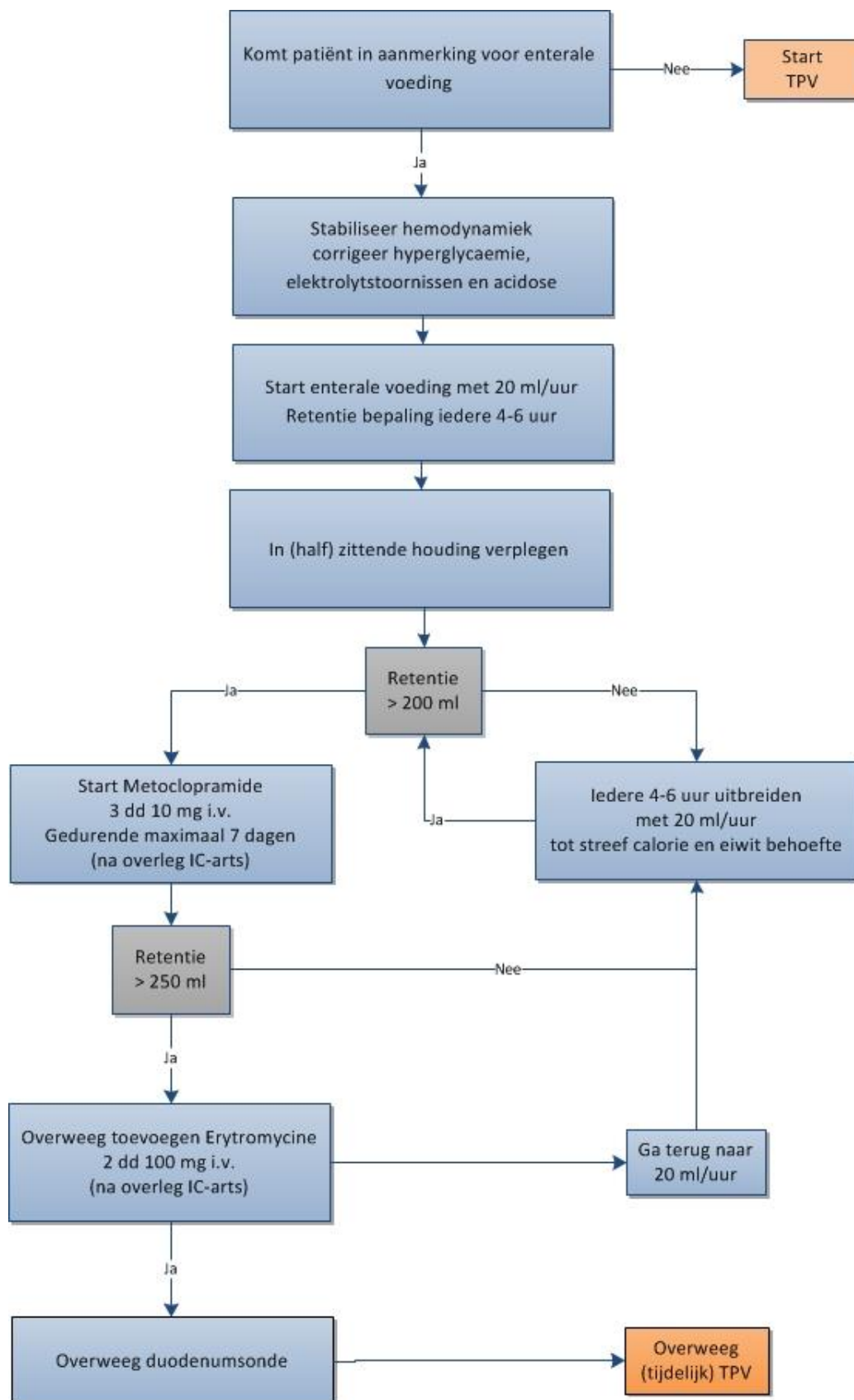
1. Indicatie voor StruktoKabiven

- Begin alleen met TPV wanneer verwacht wordt dat deze nodig is voor > 5 dagen.
- Bij (dreigende) ondervoeding en een niet functionerend maagdarmkanaal (te voorzien voor een periode > 5 dagen) kan direct gestart worden met TPV.
- Het is van belang om, bij patiënten die parenterale voeding krijgen, zo snel als mogelijk te starten met enterale voeding voor het behoud van de darmintegriteit.
- Dosering
 - < 40 kg overleg met diëtiste
 - 40-70 Kg: StruktoKabiven® 1600: 1 ml/kg/uur
 - 70-90 Kg: StruktoKabiven® 2100: 1 ml/kg/uur
 - > 90 kg overleg met diëtist over volume.

2. Indicatie voor Aminomix® (parenterale voeding zonder vet)

- Indicatie
 - Leverenzym stijging tijdens toediening StruktoKabiven
 - TPV kan leiden tot leverenzym-afwijkingen. Twee- tot viervoudige stijgingen van de leverenzymen tijdens TPV kunnen zonder problemen geaccepteerd worden.
 - Bij voortgaande stijging of bij het ontstaan van icterus moeten andere oorzaken dan TPV worden uitgesloten. Tegelijkertijd kan overgegaan worden op toediening van TPV zonder vet; *Aminomix*®.
 - Bij daling van leverenzymafwijkingen en/of bilirubine kan weer overgegaan worden op de standaard TPV.
 - Leverfalen
- Algemeen
 - Ontstaat er onder *Aminomix*® een voortgaande stijging van leverenzymen dan moet de TPV (tijdelijk) gestopt worden.
 - Bij patiënten die langdurig (>6 weken) *Aminomix*® krijgen moeten essentiële vetzuren worden gesuppleerd. Bijvoorbeeld 2 maal per week 100 ml *Intralipid*® 20%.
- Dosering:
 - Het gebruik van *Aminomix*®-1 (2000 ml) is geschikt voor patiënten van 65-85 kg.
 - Bij patiënten <65 kg en >85 kg overleggen met diëtiste over te gebruiken volumes.

Voedingsalgoritme



Literatuurverwijzing

1. E.M.H. Mathus-Vliegen. NVIC-richtlijn: Toedieningswegen en -wijzen van enterale voeding op de intensive Care. Neth J Crit Care 2004; 8: 91-101.
2. E.M.H. Mathus-Vliegen. NVIC-richtlijn: Vezels in de voeding van de IC patiënt. Neth J Crit Care 2005; 9: 117-126.
3. R, Tepaske: NVIC-richtlijn Eiwitbehoefte van IC-patiënten.
4. Oudemans-van Straaten HM. NVIC-richtlijn: Maatregelen ter bevordering van maagontlediging bij enterale voeding. Neth J Crit Care 2002; 6: 18-27.
5. Haren, F.M.P. *et.al.* Voeding en gezondheid - enterale voedingstherapie bij IC patiënten. Ned Tijdschr Geneesk. 2004; 148; 1086-91.
6. [Canadian Clinical Practice Guidelines for nutrition support in mechanically ventilated, critical ill adult patients 2013.](#)
7. [Y Gert van der Meer et. al. Should we stop prescribing metoclopramide as a prokinetic drug in critically ill patients? Critical Care 2014, 18:502](#)

Bijlage 2

Zoekstrategie literatuuronderzoek en evidence tabel gebruikte literatuur uit PubMed

Zoekstrategieën in de verschillende databanken

The Cochrane Library:

- Mesh-termen: (Critical care OR Critical illness OR Intensive Care Units) AND (Energy metabolism OR Protein-Energy Malnutrition OR Basal Metabolism)
 - Publication dates: 2006 – 2016
 - 32 resultaten -> Trials
 - 23 geexcludeerd : artikelen over zuigelingen, kinderen en adolescenten, onderzoeken niet in de intensive care setting en onderzoeken niet gericht op energie- en eiwitbehoefte of onderzoeken waarvan geen abstract aanwezig is.
 - 9 resultaten geanalyseerd
 - 2 geschikt

Pubmed:

1. ("Critical Care"[Mesh]) OR "Critical Care Outcomes"[Mesh] OR "Critical Illness"[Mesh] OR "Intensive Care Units"[Mesh]) AND ("Energy Metabolism"[Mesh] OR "Estimated Energy Requirement" [Mesh] OR "Protein-Energy Malnutrition"[Mesh] OR "Basal Metabolism"[Mesh]) AND (systematic review [ti] OR systematic literature review [ti]) NOT CHILD
 - Publication dates: 10 years
 - 2 resultaten
 - 2 geschikt
2. ("Critical Care"[Mesh]) OR "Critical Care Outcomes"[Mesh] OR "Critical Illness"[Mesh] OR "Intensive Care Units"[Mesh]) AND ("Energy Metabolism"[Mesh] OR "Estimated Energy Requirement" [Mesh] OR "Protein-Energy Malnutrition"[Mesh] OR "Basal Metabolism"[Mesh]) AND Randomized Controlled Trial [Publication Type] NOT CHILD
 - Publication dates: 10 years
 - 22 resultaten
 - 20 geexcludeerd : artikelen over zuigelingen, kinderen en adolescenten, onderzoeken niet in de intensive care setting, onderzoeken niet gericht op energie- en eiwitbehoefte of onderzoeken waarvan geen abstract of artikel aanwezig is of artikelen via Cochrane gevonden en beoordeeld.
 - 2 geanalyseerd
 - 2 geschikt (1 artikel is ook afkomstig uit zoekstrategie 1)
3. ("Critical Care"[Mesh]) OR "Critical Care Outcomes"[Mesh] OR "Critical Illness"[Mesh] OR "Intensive Care Units"[Mesh]) AND ("Energy Metabolism"[Mesh] OR "Estimated Energy Requirement" [Mesh] OR "Protein-Energy Malnutrition"[Mesh] OR "Basal Metabolism"[Mesh]) AND (meta-analysis [pt] OR meta-analysis [ti]) NOT CHILD
 - Publication dates: 10 years
 - 1 resultaten
 - 1 geschikt
4. ("Critical Care"[Mesh]) OR "Critical Care Outcomes"[Mesh] OR "Critical Illness"[Mesh] OR "Intensive Care Units"[Mesh]) AND ("Energy Metabolism"[Mesh] OR "Estimated Energy Requirement" [Mesh] OR "Protein-Energy Malnutrition"[Mesh] OR "Basal Metabolism"[Mesh]) AND Cohort Studies[Mesh] NOT CHILD
 - Publication dates: 10 years
 - 51 resultaten
 - 32 geexcludeerd : artikelen over zuigelingen, kinderen en adolescenten, onderzoeken niet in de intensive care setting, onderzoeken niet gericht op energie- en eiwitbehoefte of onderzoeken waarvan geen abstract of artikel

aanwezig is of niet in het Engels geschreven is of artikelen via Cochrane gevonden en beoordeeld.

- 19 geanalyseerd
- 11 geschikt
- 3 deels geschikt

Pubmed sneeuwbalmethode

- 15 geschikt
- 7 deels geschikt

TRIP Database

- P: Intensive Care
- I: Nutrition
- C: -
- O: Energy expenditure OR Protein requirements OR Mortality
 - 32 resultaten
 - 21 geexcludeerd : artikelen over zuigelingen, kinderen en adolescenten, onderzoeken niet in de intensive care setting, onderzoeken niet gericht op energie- en eiwitbehoefte of onderzoeken waarvan geen abstract of artikel aanwezig is of niet in het Engels geschreven is of artikelen al via Cochrane of Pubmed gevonden en beoordeeld of ouder dan 10 jaar.
 - 11 geanalyseerd
 - 5 geschikte artikelen
 - 3 deels geschikte artikelen

Geincludeerde onderzoekstypes

LEVELS OF EVIDENCE / BEWIJSNIVEAUS IN NEDERLANDSE CBO / EBRO RICHTLIJNEN

Niveau 1	gebaseerd op een systematische review (A1) of ten minste twee onafhankelijk van elkaar uitgevoerde onderzoeken van niveau A2	
Niveau 2	gebaseerd op ten minste twee onafhankelijk van elkaar uitgevoerde onderzoeken van niveau B	

CLASSIFICATIE VAN MEDISCHE PUBLICATIES (NEDERLANDS)

A1	systematische reviews (meta-analyse)	
A2	gerandomiseerd vergelijkend onderzoek	
B	gerandomiseerd vergelijkend onderzoek van matige kwaliteit of onvoldoende omvang	

Referenties

1. Lebowitz M, Heymann WR, Berth-Jones J, Coulson I. Treatment of skin disease - Comprehensive therapeutic strategies. Saunders - Elsevier, New York, Third edition 2010.

Classificatie level of evidence van gebruikte studies in PubMed

Titel	Auteurs	Jaar	Publicatie	Onderzoeksgroep	N =	Onderwerp/ doelstelling	Conclusie	Niet/wel geschikt	Classificatie
Resting energy expenditure of morbidly obese patients using indirect calorimetry: a systematic review.	Kee AL, Isenring E, Hickman I, Vivanti A.	2012	Obes Rev. 2012 Sep;13(9):753-65. doi: 10.1111/j.1467-789X.2012.01000	Patienten met morbide obesitas	20 studies uit PubMed, Cochrane Library en Embase	Identificeren van literatuurstudies die indirecte calorimetrie gebruikt hebben om de rustmetabolisme van patiënten met morbide obesitas te meten om hun minimale energiebehoeften te bepalen en de implicaties vast te stellen voor optimaal voeden van acuut zieke ziekenhuispatiënten.	Activiteit en letsel factoren van acuut zieke patiënten kan leiden tot significant grotere energiebehoefte voor deze groep patiënten.	Geschikt	A1: systematische review en meta-analyse
Prediction of resting metabolic rate in critically ill adult patients: results of a systematic review of the evidence	Frankenfield D, Hise M, Malone A, Russell M, Gradwell E, Compher C.	2007	J Am Diet Assoc. 2007 Sep;107(9):1552-61.	IC-patienten	7 vergelijkingen en de Fick methode	Systematisch onderzoeken van de validiteit van de vergelijkingen voor het berekenen van de rustmetabolisme in IC-populatie.	Bij niet-obese patiënten zijn de Penn State (2003), Ireton-Jones (1992), en Swinamer vergelijkingen potentieel nuttig, de vergelijking van Penn State heeft de hoogste nauwkeurigheid van de drie. De hoeveelheid datavalidatie van deze vergelijkingen zijn beperkt en bij sommige vergelijkingen inconsistent. Bij obese patiënten zijn de Ireton-Jones	Geschikt	A1: systematische review en meta-analyse

							(1992) en Penn State (1998) vergelijkingen de meest accurate..		
The tight calorie control study (TICACOS): a prospective, randomized, controlled pilot study of nutritional support in critically ill patients.	Singer P , Anbar R , Cohen J , Shapiro H , Shalita-Chesner M , Lev S , Grozovski E , Theilla M , Frishman S and Madar Z	2011	Intensive care medicine, 2011, 37(4), 601	Beademde IC-patienten	130	Vaststellen of voedingsondersteuning met herhaaldelijke metingen van rustmetabolisme de voedingstoestand van ernstig zieke patiënten verbetert.	Een interventie op actieve toezicht op en het verstrekken van voeding gebaseerd op de energiebehoefte gemeten middels herhaaldelijke indirecte calorie-metingen was in het algemeen haalbaar op de IC en kan worden geassocieerd met een lagere ziekenhuissterfte.	Geschikt	B: (Gerandomiseerd) vergelijkend onderzoek van matige kwaliteit of onvoldoende omvang
A randomised controlled comparison of early post-pyloric versus early gastric feeding to meet nutritional targets in ventilated intensive care patients	White H, Sosnowski K, Tran K, Reeves A, Jones M	2009	Critical care (London, England), 2009, 13(6), R187	Beademde IC-patienten	104	Vergelijken van resultaten van vroeg postpylorisch voeden met intragastrisch voeden bij beademde, ernstig zieke patiënten op de IC.	Vroeg postpylorisch voeden biedt geen voordelen boven vroeg intragastrisch voeden wat betreft voedingswaarde en complicaties.	Geschikt	A2: Gerandomiseerd vergelijkend onderzoek

Adequate Nutrition May Get You Home: Effect of Caloric/Protein Deficits on the Discharge Destination of Critically Ill Surgical Patients.	Yeh DD, Fuentes E, Quraishi SA, Cropano C, Kaafarani H, Lee J, King DR, DeMoya M, Fagenholz P, Butler K, Chang Y, Velmahos G.	2016	JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2016 Jan;40(1):37-44. doi: 10.1177/0148607115585142.	IC-patienten	213	Hypothese: verhoogde calorie- en eiwittekort wordt geassocieerd met een lagere kans op ontslag uit het ziekenhuis.	Bij chirurgische IC-patiënten wordt een inadequate macronutrientinname geassocieerd met langere ligduur. Adequate voeding kan tot betere klinische resultaten na kritieke ziekte leiden.	Geschiedt	A2: Individuele cohort studie
Longitudinal prediction of metabolic rate in critically ill patients.	Frankenfield DC, Ashcraft CM, Galvan DA.	2012	JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2012 Nov;36(6):700-12. doi: 10.1177/0148607112446702.	Beademde IC-patienten	13	Schattingfouten bij indirecte calorimetrie-metingen prospectief kwantificeren bij ernstig zieke patiënten door te vergelijken met de volgende 3 vergelijkingen: de Penn State vergelijking, de American College of Chest Physicians (ACCP) standaard (25 kcal/kg/dag) en de Penn State geëxtrapoleerd over 7 dagen.	Gemiddeld genomen voorspellen de Penn State-vergelijkingen de rustmetabolisme binnen 5% van de meetwaarde met indirecte calorimetrie.	Geschiedt	A2: Individuele cohort studie
A comparison of predictive equations of energy expenditure and measured energy	Kross EK, Sena M, Schmidt K, Stapleton RD.	2012	J Crit Care. 2012 Jun;27(3):321.e5-12. doi: 10.1016/j.jcrc.2011.07.084.	Beademde IC-patienten	927	Harris-Benedict, Owen, American College of Chest Physicians, en Mifflin vergelijkingen voor rustmetabolisme vergelijken met	Geen van deze vergelijkingen geeft een nauwkeurige schatting van de rustmetabolisme in de groep beademde IC-patienten, de	Geschiedt	A2: Individuele cohort studie

expenditure in critically ill patients.						rustmetabolisme berekend met indirecte calorimetrie.	meeste gaf een te lage energiebehoefte aan.		
Early ICU energy deficit is a risk factor for Staphylococcus aureus ventilator-associated pneumonia.	Faisy C, Candela Llerena M, Savalle M, Mainardi JL, Fagon JY.	2011	Chest. 2011 Nov;140(5):1254-60. doi: 10.1378/chest.11-1499.	Beademde IC-patienten	76	Bepalen van de impact van vroeg bepalen van de energiebalans bij patiënten op de IC op de ziekteverwekkers die verantwoordelijk zijn voor beademingspneumonie	Een vroege energietekort op de IC is een onafhankelijke determinant voor het krijgen van beademingspneumonie veroorzaakt door de bacterie Staphylococcus aureus bij patiënten die acute langdurige mechanische beademing krijgen.	Geschikt	A2: Individuele cohort studie
Identifying the factors that influence energy deficit in the adult intensive care unit: a mixed linear model analysis.	Wandrag L, Gordon F, O'Flynn J, Siddiqui B, Hickson M.	2011	J Hum Nutr Diet. 2011 Jun;24(3):215-22. doi: 10.1111/j.1365-277X.2010.01147.x.	IC-patienten	65	Het onderzoeken van significante factoren die energietekort op de IC beïnvloeden.	Drie factoren die effect hebben op energietekort bij IC-patienten: 1) het wel of niet binnen 24 uur voeden 2) Verdoving (heeft effect op maagcontractie) 3) combinatie van aspiratievolume, type beademing, wel of niet binnen 24 uur gevoed en verdoving	Geschikt	A2: Individuele cohort studie

Mechanical ventilation mode (volume × pressure) does not change the variables obtained by indirect calorimetry in critically ill patients.	Clapis FC, Auxiliadora-Martins M, Japur CC, Martins-Filho OA, Evora PR, Basile-Filho A.	2010	J Crit Care. 2010 Dec;25(4):659.e9-16. doi: 10.1016/j.jcrc.2009.11.010.	Beademde IC-patienten	20	Het analyseren van het verschil tussen de metingen van indirecte calorimetrie (IC) gebruikmakend van volumegecontroleerde en drukgeregelde beademingsapparatuur met 2 verschillende ventilatoren en het beschrijven van de gebruikte variabelen op de IC na goed gedefinieerde veranderingen in minuutvolume (Vm).	Ventilatoren en ventilator modus hebben geen invloed op de IC-metingen op zuurstof, koolstofdioxide en basaal metabolsime. De gevonden veranderingen hebben geen klinische effecten en zijn omkeerbaar onder voorbehoud dat toegenomen minuutvolume (Vm) niet langer duurt dan 45 min.	Geschiedt	A2: Individuele cohort studie
An easy way to estimate energy expenditure from hemodynamic data in septic patients.	Basile-Filho A, Auxiliadora Martins M, Marson F, Evora PR.	2008	Acta Cir Bras. 2008;23 Suppl 1:112-7; discussion 117.	Septische beademde IC-patienten	15	Het vergelijken van de basaalmetabolisme bij septische beademde patienten gemeten met indirecte calorimetrie en berekend met de Brandi en Liggett-formules met gebruik van zuurstofverbruik (VO2) gemeten met de Fick's methode.	De basaalmetabolsime kan bij septische beademde IC-patienten makkelijk berekend worden met de Brandi-formule met Vo2 gemeten met de Swan-Ganz catheter.	Geschiedt	C: Niet vergelijkend onderzoek
Accurate determination of energy needs in hospitalized patients.	Boullata J, Williams J, Cottrell F, Hudson L, Compher C.	2007	J Am Diet Assoc. 2007 Mar;107(3):393-401.	Alle patienten die middels indirecte calorimetrie zijn gemeten gedurende een periode van 1 jaar	395	Het vergelijken van 7 formules die de basaalmetabolisme voorspellen: Harris-Benedict, Mifflin-St Jeor, Ireton-Jones 1992, American College of Chest Physicians, Ireton-Jones obesity, Swinamer, Penn	Geen enkele formule voorspelde de basaalmetabolisme accuraat. Hiermee blijft indirecte calorimetrie de meest aanbevolen methode voor het bepalen van de basaalmetabolsime	Geschiedt	A2: Individuele cohort studie

						State University 2004.			
Resting energy expenditure during mechanical ventilation and its relationship with the type of lesion.	Raurich JM, Ibáñez J, Marsé P, Riera M, Homar X.	2007	JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2007 Jan-Feb;31(1):58-62.	Beademde IC-patienten	78	Onderzoeken of de type laesie (trauma, medisch of chirurgisch) rustmetabolisme beïnvloed bij beademde IC-patienten	Beademde IC-patienten met verschillende types laesies hebben vergelijkbaar gemeten rustmetabolisme	Geschied	B: patiënt-controleonderzoek
Severity of insulin resistance in critically ill medical patients.	Zauner A, Nimmerrichter P, Anderwald C, Bischof M, Schiefermeier M, Ratheiser K, et al.	2007	Metabolism. 2007 Jan;56(1):1-5.	IC-patienten	40	Onderzoeken van insulineresistentie bij IC-patienten	70% van de IC-patienten had een verlaagde insulinegevoeligheid. De mate van insulineresistentie kan geassocieerd worden met de ernst van de ziekte, BMI en basaalmetabolisme	Geschied	A2: Individuele cohort studie
Nutritional requirements of the critically ill patient.	Costa NA, Marinho AD, Cançado LR.	2012	Rev Bras Ter Intensiva. 2012 Sep;24(3):270-7.	IC-patienten	85	Het vergelijken van de basaalmetabolisme berekend met de HB-formule en gemeten met indirecte calorimetrie.	De HB-formule is inaccuraat en heeft de neiging de basaalmetabolisme te onderschatten. Er is een significant verschil gevonden tussen de HB-formule en de de gemeten energieverbruik.	Geschied	A2: Individuele cohort studie

Bijlage 3

Onderzoekspopulatie voor en na exclusie

Grootte van de onderzoekspopulatie

	2013	2014	2015	Totaal
Voor exclusie				
N totaal =	613	574	582	1769

Aantal mannen opgenomen op IC per jaar				
Mannen N=	377	352	358	1087
Geëxcludeerd obv exclusiecriteria	30	34	41	105
Mannen N na exclusie	347	318	317	982

Aantal vrouwen opgenomen op IC per jaar				
Vrouwen N=	236	222	224	682
Geëxcludeerd obv exclusiecriteria	41	31	22	94
Vrouwen N na exclusie	195	191	202	588

Na alle exclusies	2013	2014	2015	Totaal
N totaal =	542	509	519	1570

Bijlage 4

Richtlijnen van SCCM en ASPEN

Bepaling van de energiebehoefte:

- Indien hoog risico op ondervoeding/ ernstige ondervoeding: ≤ 20 kcal/ kg*/ dag
- Anders:
 - 25–30 kcal/ kg*/ dag = BMI 18,5–30 kg/m²
 - 11–14 kcal/ kg*/ dag = BMI 30–50 kg/m²
 - 22–25 kcal/ kg**/ dag = BMI > 50 kg/m²

* huidig lichaamsgewicht

** ideaal lichaamsgewicht = BMI 22,5 kg/m²

Bepaling van de eiwitbehoefte

- 1,2–2,0 gram/ kg*/ dag = BMI 18,5–30 kg/m²
- $\geq 2,0$ gram/ kg**/ dag = BMI 30–40 kg/m²
- $\geq 2,5$ gram/ kg**/ dag = BMI > 40 kg/m²

* huidig lichaamsgewicht

** ideaal lichaamsgewicht = BMI 22,5 kg/m²