

Effect van het invoeren van een geautomatiseerd voedingsprotocol bij beademde, ernstig zieke patiënten: een retrospectieve 'single center' studie.

Origineel artikel: *Clinical Nutrition ESPEN* 11 (2016) e47-e54 (gebruiken als referentie bij verwijzing naar dit artikel): Effects of implementation of a computerized nutritional protocol in mechanically ventilated critically ill patients: a single centre before and after study.

Eva Bousie, Dick van Blokland, Arthur R.H. van Zanten*
Afdeling Intensive Care, Ziekenhuis Gelderse Vallei, Willy Brandtlaan 10, 6716 Ede, Nederland.

*Correspondentie sturen aan: zantena@zgv.nl

Samenvatting

Introductie: Optimale voeding, gedefinieerd als een adequate inname van energie, macronutriënten -vooral eiwitten- en micronutriënten beïnvloedt het ziektebeloop van patiënten op de Intensive Care (IC). Zowel het toedienen van te weinig als te veel voeding ten opzichte van het doelvolume zijn geassocieerd met hogere morbiditeit en mortaliteit. Geautomatiseerde voedingsprotocollen kunnen helpen om voeding nauwkeuriger te doseren. In juli 2014 werd een geautomatiseerd voedingsprotocol geïmplementeerd op onze IC. Wij onderzochten vervolgens het effect van de implementatie van dit protocol op de nauwkeurigheid van de energie- en eiwitinname en het ziektebeloop.

Methoden: Het betrof een retrospectieve analyse van het voedingsbeleid bij volwassen beademde patiënten vóór en na de invoering van een geautomatiseerd voedingsprotocol om voeding te starten, waarbij het systeem elk uur feedback gaf over de toegediende hoeveelheid voeding. Primaire uitkomstmaat was de accuratesse van de totale energie-inname op dag 2-7, secundaire uitkomstmaten waren de accuratesse van de eiwitinname, klinische uitkomstmaten (opnameduur op de IC en in het ziekenhuis, mortaliteit op de IC en tijdens opname in het ziekenhuis, aantal dagen sondevoeding, beademingsduur, aantal patiënten met parenterale voeding), glucosehuishouding en elektrolytstoornissen.

Resultaten: In totaal werden 146 patiënten geïncludeerd (73 patiënten voor en 73 patiënten na implementatie van het geautomatiseerde voedingsprotocol). Voor de implementatie werden meer patiënten 'overvoed' (>110% van de berekende energiebehoefte) dan na de implementatie (van dag 2-7: 12% vs. 3%, $p=0,029$), zonder significante daling van de eiwitinname (dagelijkse gemiddelden van dag 2-7: 1,18 g/kg vs. 1,08 g/kg, $p=0,09$). Alleen op dag 6 werden meer patiënten 'adequaat' (80-110%) gevoed na implementatie van het geautomatiseerde voedingsbeleid (47% vs. 67%, $p=0,028$). Het aantal patiënten dat 'ondervoed' (<80%) werd verschilde niet. Het aantal patiënten met hypokaliëmie was na implementatie lager (59% vs 38%,

$p=0,013$). Elektrolytstoornissen (hypernatriëmie, hyponatriëmie en hypokaliëmie) kwamen minder vaak voor na implementatie. Er was geen significant verschil in klinische uitkomstmaten.

Conclusie: De implementatie van een geautomatiseerd voedingsprotocol om voeding te starten en per uur te monitoren verminderde op onze IC het aantal patiënten dat 'overvoed' werd, zonder de eiwitinname te verminderen of vaker te leiden tot 'ondervoeden', terwijl elektrolytstoornissen minder vaak voorkwamen. Klinische uitkomstmaten verschilden niet significant.

1. Introductie

Optimale voeding, gedefinieerd als een adequate inname van energie, macronutriënten -met name eiwitten- en micronutriënten, beïnvloedt het ziektebeloop van patiënten op de Intensive Care (IC). Zowel het toedienen van te weinig als te veel voeding ten opzichte van het doelvolume zijn geassocieerd met hogere morbiditeit en mortaliteit. Ondervoeden is bij ernstig zieke patiënten geassocieerd met meer complicaties, zoals verminderde wondgenezing, nieuwe infecties en een hogere mortaliteit (Barr, 2004; Villet, 2005; Heyland, 2011a; Blanchette, 2014).

Overvoeden is geassocieerd met toegenomen insulineresistentie en infecties (McClave, 2009). Overvoeden met meer dan 10% boven de met indirecte calorimetrie bepaalde behoefte, verhoogt de mortaliteit (odds ratio van 1.62 (95%CI 1.07 to 2.44; $P=0,022$) (Fraipont, 2013). Zowel over- als ondervoeden verlengt de opnameduur (LOS) op de IC, onder andere door een langere beademingsduur (McClave, 2009; Barr, 2004). De beste voedingsstrategie is om te streven naar een inname van 80 – 110% van de berekende energiebehoefte. Het toedienen van iets minder voeding (80-90%), waarbij een eiwitinname van minimaal 1,2 g eiwit/kg/dag wordt nagestreefd, is waarschijnlijk optimaal (McClave, 2009; Arabi, 2011; Rugeles, 2013; Weijs, 2014).

Om zowel over- als ondervoeden te voorkomen en tegelijk voldoende eiwitinname te garanderen, ontwikkelden wij een geautomatiseerd voedingsprotocol dat ieder uur feedback kon geven over de energie- en eiwitinname en de hoeveelheid calorieën uit andere bronnen zoals een glucose-infuus, propofol en citraat dat gebruikt wordt tijdens continue nierfunctievervangende therapie (trisodiumcitraat). Het is bewezen dat gebruik van geautomatiseerde voedingsproto-

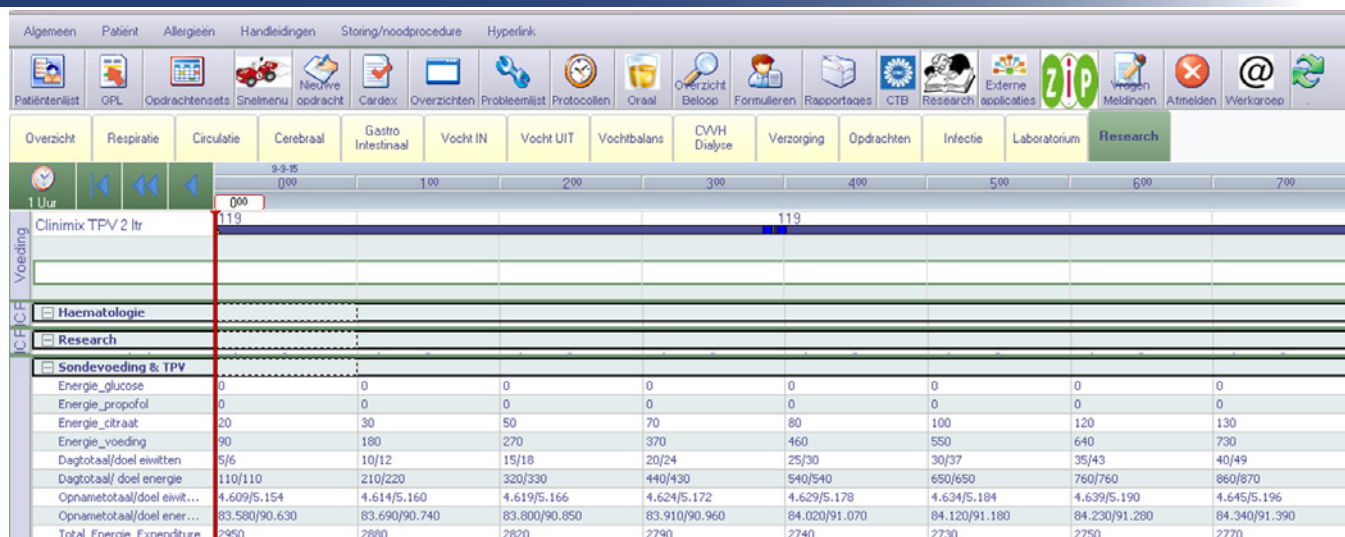


Fig. 1. Voorbeeld van de feedback per uur vanuit het PDMS-systeem. Voorbeeld van een patiënt die langdurig op de IC verbleef (man, 51 jaar, ernstige acute pancreatitis dag 37) met Totale Parenterale Voeding en nierfunctievervangende therapie met citraat, CVVH. Ieder uur wordt de actuele energie- en eiwit-inname berekend van alle bronnen en gerelateerd aan de voedingsdoelen (actuele inname/doelinname).

PDMS = Patient Data Management System; Energie_glucose = actuele cumulatieve energie-inname uit glucose tot de actuele tijd, gemeten vanaf 00.00 uur; Energie_propofol = actuele cumulatieve energie inname uit propofol (zie glucose); Energie_citraat = actuele cumulatieve energie inname uit trisodium citraat toediening (zie glucose); Energie_voeding = actuele cumulatieve inname van energie uit enterale en/of parenterale voeding (zie glucose); Dagtotal/doel eiwitten = actuele inname per uur/doelinname van eiwit in gram per dag; Dagtotal/doel energie = actuele inname per uur/doelinname van energie in kcal per dag; Opnametotaal/doel eiwitten = cumulatieve actuele inname/doelinname van eiwit in gram vanaf begin van de IC opname; Opnametotaal/doel energie = cumulatieve actuele inname/doel inname energie van in kcal vanaf begin van de IC opname; Total_Energy_expenditure = totale energie behoefte in kcal per dag (berekend vanuit de $VCO_2 \cdot 8,19$ uitgaande van $RQ = 0,86$).

collen leidt tot een voedingsinname die dichterbij het energiedoel ligt (Berger, 2006). In veel ziekenhuizen is de diëtist verantwoordelijk voor het voeden op maat. Maar diëtisten zijn niet altijd beschikbaar, waardoor de voedingstherapie soms te laat start niet altijd optimaal is. Daarnaast is het lastig de inname van calorieën uit propofol, glucose-infuus en trisodium-citraat frequent te bepalen en de toegevoerde voeding hierop af te stemmen.

In juli 2014 werd het voedingsprotocol met feedback per uur geïmplementeerd in het elektronische dossier van onze IC. We deden een retrospectieve studie naar het effect van de implementatie van dit protocol op de energie- en eiwitinname, elektrolytstoornissen, glucose-regulatie, werkbelasting en het ziektebeloop.

2. Methoden

2.1 Studiedesign

Deze studie was een retrospectieve analyse op een gemengde IC in een tertiair opleidingsziekenhuis (Ziekenhuis Gelderse Vallei, Ede, Nederland). Op 1 juli 2014 werd het geautomatiseerde voedingsprotocol geïmplementeerd. Twee weken voor en na de implementatie (17 juni -15 juli) werden als in- en uitloop-periode beschouwd en in die periode werden geen patiënten opgenomen in de studie.

2.2 Patiëntenpopulatie

Geïnccludeerd werden beademde, ernstig zieke volwassen patiënten (≥ 18 jaar en minimaal 72 uur beademing) die enteraal en/of parenteraal werden gevoed. Exclusiecriteria waren heropname op de IC tijdens dezelfde ziekenhuisopname, orale voedingsinname of orale inname gestart tijdens de eerste 7 dagen van de IC-opname. Patiënten die waren overgeplaatst naar andere ziekenhuizen werden ook uitgesloten van deelname. We besloten een gelijk aantal patiënten

vóór en na implementatie van het geautomatiseerde voedingsprotocol te includeren.

Voor en na implementatie werden gegevens van de patiënten verzameld over leeftijd bij opname op de IC, geslacht, primaire opnamediagnose/reden van IC-opname, APACHE-II en SOFA-scores bij opname, resultaten van bloedonderzoek bij opname, de aanwezigheid van sepsis, type opname (medisch, electieve en niet electieve chirurgie, co-morbiditeiten), Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) score van 2 of hoger, *Nutrition Risk in Critically Ill* (NUTRIC) score (Heyland, 2011b) en het percentage patiënten dat calorieën afkomstig van andere bronnen dan voeding (glucose-infuus (5% of meer), propofol en continue nierfunctievervangende therapie met trisodiumcitraat) kreeg.

2.3 Interventie

In beide periodes werd de energiebehoefte berekend met de FAO/WHO/UNU-formule (Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Energy and Protein Requirements, 1985), vóór de invoering door de diëtist, erna door het computerprogramma.

Hetzelfde gold voor de eiwitbehoefte, die werd berekend volgens de ASPEN-richtlijnen, waarbij gestreefd werd naar een minimale eiwitinname van 1,2g/kg/dag (McClave, 2009).

Vóór de invoering van het geautomatiseerde voedingsprotocol controleerden en berekenden diëtisten de actuele inname en gaven voor iedere IC-patiënt een voedingsadvies op maat. Artsen, verpleegkundigen, diëtisten en andere disciplines vervolgden de voedingsinname dagelijks tijdens de multidisciplinaire visites (MDO). Calorieëninname uit andere bronnen dan voeding, werd alleen meegenomen in de berekeningen wanneer grote hoeveelheden propofol en glucose werden toegediend. Energie uit citraat werd niet meegenomen. Na invoering van het protocol bleef de diëtist deel uit

maken van het MDO, maar de energie- en eiwitbehoefte werden berekend door het Patient Data Management System (PDMS: iMDsoft MetaVision®, Tel Aviv, Israel), waarbij de noodzakelijke informatie voor de berekening op ieder moment door de IC-verpleegkundige en arts (Fig 1, voorbeeld) kon worden ingevoerd en het advies kon worden geraadpleegd. Het programma gaf een voorstel voor de soort voeding, hoeveelheid eiwitsupplement en pompstand, waarbij de energie-inname uit propofol, glucose en citraat meeberekend werd. De actuele inname (zowel uit voeding als uit andere bronnen) is per uur af te lezen in het systeem. Na implementatie veranderde de rol van de diëtisten dusdanig dat ze alleen nog betrokken werden bij de evaluatie van het ingestelde voedingsbeleid per patiënt, protocolontwikkeling en andere voedingsgerelateerde aanbevelingen. Voor sommige patiënten herberekenden de diëtisten voor de zekerheid de aanbevelingen van het computerprogramma.

2.4 Uitkomstmaten

Primaire uitkomstmaat was de gemiddelde dagelijkse energie-inname (kcal/dag) op dag 2-7. Omdat de enterale voeding normaliter op dag 1 wordt opgestart en geleidelijk wordt opgebouwd tot volledig, namen we de inname op dag 1 mee als secundair eindpunt. Een dagelijkse, werkelijke inname van 80-110% van de berekende energiebehoefte beschouwden we als adequaat, <80% van de energie inname als 'ondervoeden' en >110% als 'overvoeden' (Fraipont, 2013). We noteerden voor alle patiënten die op de IC werden opgenomen de werkelijke en de berekende inname gedurende 7 dagen, waarbij de dag van ontslag van de IC niet werd meegenomen vanwege de overgang naar orale voeding (niet-geregistreerde inname) en het eventueel verwijderen van de sonde (Heyland, 2011a). De voedingsdoelen voor de eerste dag werden gecorrigeerd voor het opnametijdstip op de IC (waarbij het werkelijke aantal uren op de IC werd gebruikt om de opname per uur uit te rekenen, RED).

Het belangrijkste secundaire eindpunt was de eiwitinname. Voor de eiwitinname rapporteerden we de werkelijke eiwitinname in gram per kilo lichaamsgewicht op dag 2-7 van de IC opname. We berekenden een dagelijkse eiwitbehoefte van 1,5 g/kg/dag conform het protocol en beschouwden een inname van 1,2 g/kg/dag acceptabel. Het gewicht van patiënten met een BMI van ≥ 27 kg/m² werd terugerekend naar BMI 27 kg/m². Net als bij de energie-inname werd op dag één gecorrigeerd voor het aantal uren dat de patiënt op de IC was opgenomen en de dag van ontslag van de IC niet meegenomen. Andere secundaire eindpunten waren: opnameduur (LOS) op de IC (dagen), LOS in het ziekenhuis (dagen), beademingsduur (MV, dagen), aantal dagen sondevoeding (TF, dagen), aantal patiënten met aanvullende parenterale voeding (PN) en mortaliteit op de IC en tijdens opname in het ziekenhuis.

Aanvullend bekeken we of er sprake was van hypoglykemie (bloedglucose gehalte < 4 mmol/L), hyperglykemie (bloedglucoseconcentratie >10 mmol/L), elektrolytstoornissen: natriumplasmaconcentratie <135 of >145 mmol/L, kaliumplasmaconcentraties <3,5 of >4,7 mmol/L, fosfaatplasmaconcentraties van < 0,8 of >1,4 mmol/L, of magnesiumplasmaconcentraties van <7,7 of >1,1 mmol/L. Het aantal patiënten van wie de laboratoriumwaarde één keer of vaker op dag 2-7 tijdens de IC-opname afweek werd genoteerd evenals het aantal

afwijkende laboratoriumwaarden van het totale aantal afgenomen laboratoriumtests.

Ook werd bij een deel van de IC-verpleegkundigen en diëtisten de werkdruk en de tevredenheid nagegaan door met behulp van een visuele analoge score (VAS-score) te vragen naar de tijd die nodig was voor het voorschrijven, opstarten en monitoren van de voedingstherapie, vóór en na de implementatie van het protocol.

2.5 Statistische analyse

Beschrijvende gegevens worden gerapporteerd als gemiddelde (SD) of frequentie en percentage. Continue variabelen werden geanalyseerd met behulp van de T-test voor onafhankelijke resultaten. Variatie binnen de groepen werd getoetst met de Levene test voor de 'gelijkheid van verschillen'. Categorische waarden werden geanalyseerd met behulp van de '2-proporties Z-test'. Patiëntenkarakteristieken bij opname werden getest met behulp van chi-kwadraat-testen voor wat betreft frequenties. De MANCOVA-test (multivariate analyse van covariantie) werd gebruikt om te corrigeren voor eventuele verschillen in deze karakteristieken. IBM SPSS Statistics for Windows, versie 19.0 (IBM Corporation, vrijgegeven 2010 Armonk, New York, USA) werd gebruikt voor statistische analyse. Een p-waarde van <0,05 werd als significant beschouwd.

3. Resultaten

Vanaf 15 juli 2014, 2 weken na de implementatie van het protocol, includeerden wij 73 patiënten tot aan de sluitingsdatum van de database, begin april 2015. Eenzelfde aantal patiënten werd daarna in de groep vóór implementatie geïncludeerd, teruggeteld vanaf 17 juni 2014 tot aan september 2013. Voor alle geïncludeerde patiënten werden basisgegevens in het PDMS-systeem genoteerd (fig 1).

In totaal werden 146 van de 980 patiënten die in de periode vanaf 13 augustus tot en met 30 maart op de IC werden opgenomen in de studie geanalyseerd; 834 patiënten werden niet meegenomen (fig 2) in de analyse, de meesten omdat zij niet beademd hoefden te worden of slechts een beperkte periode werden beademd (n=722).

3.1 Patiëntkarakteristieken

Kenmerken van beide onderzoeksgroepen kwamen grotendeels overeen. Ze verschilden voor wat betreft het aantal patiënten opgenomen op de IC vanwege een gastro-intestinale diagnose (vóór: 15,1% vs. ná: 28,8%, p= 0,046), plasma albuminewaarde (vóór: 30g/L vs. ná: 26 g/L, p=0,010) en diabetes mellitus en leverziekten in de voorgeschiedenis. Voedingsgerelateerde parameters als gemiddelde BMI (27 kg/m²), aantal comorbiditeiten (gemiddeld 2 per patiënt), patiënten met een MUST-score van 2 of hoger en NUTRIC-scores waren niet significant verschillend (4,3 vs. 4,0, p=0,28) (Heyland, 2011b). Ook de inname van calorieën uit andere bronnen dan voeding was voor beide groepen gelijk (tabel 1).

3.2 Accuratesse van de energie-inname

Het aantal dagen dat sondevoeding werd gegeven vóór en na implementatie van het geautomatiseerde voedingsprotocol

(13,3 dagen vs. 14,1 dagen, $p=0,77$) en het aantal patiënten met (aanvullende) parenterale voeding (8,2% vs 9,6% $p=0,77$) verschilden niet. De gemiddelde inname van calorieën uit andere bronnen dan voeding gedurende de eerste 7 dagen van de IC-opname verschilden niet voor en na invoering van het protocol (glucose: 385 (SD 276) kcal vs. 367 (SD 340) kcal, $p=0,72$, propofol: 354 (SD 589) kcal vs. 239 (SD 360), $p=0,16$, trisodium citraat: 67 (SD 328) vs. 92 (SD 411), $p=0,70$). Tabel 2 geeft de gemiddelde energie-inname per dag gedurende de eerste 7 dagen na inclusie en de gemiddelde inname per dag van dag 2-7 weer. De gemiddelde dagelijkse energie-inname van dag 2-7 was voor implementatie van het protocol significant hoger dan na implementatie van het protocol (1601 kcal/dag vs. 1407 kcal/dag, $p=0,019$).

Figuur 3 toont de accuratesse van de energie-inname. Uitgaande van de totale energie-inname van dag 2-7 werden na invoering van het protocol minder patiënten 'overvoed' (>110%) dan voor implementatie (12% vs. 3%, $p=0,029$). Dit verschil werd ook op de individuele dagen gezien (behalve op dag 1 en 5). De eerste twee dagen werden beide groepen 'ondervoed' (<80%). Na implementatie werden alleen op dag 6 meer patiënten 'adequaat' (red 80-110%) gevoed (47% vs. 67%, $p=0,028$). Op de overige dagen (dag 1-5 en dag 7) en de gehele onderzoeksperiode (dag 2-7) waren er geen significante verschillen tussen de groepen wat betreft onder- en adequaat voeden.

3.3 Multivariate analyses van de karakteristieken bij de start van de studie

Tabel 1 Patiëntenkarakteristieken

	Before implementation		After implementation		P-value
	N = 73		N = 73		
	Mean (SD)	N (%)	Mean (SD)	N (%)	
Age (years)	66.1 (13.3)		65.7 (15.3)		0.88
Gender, male		43 (58.9%)		47 (64.6%)	0.50
BMI ^a (kg/m ²)	27.1 (6.1)		26.8 (5.8)		0.78
Primary admission diagnosis					
Cardiovascular		31 (42.5%)		26 (35.6%)	0.40
Gastro-intestinal		11 (15.1%)		21 (28.8%)	0.046*
Metabolic		1 (1.4%)		0 (0%)	0.32
Neurological		5 (6.9%)		7 (9.6%)	0.55
Renal		0 (0%)		1 (1.4%)	0.32
Respiratory		25 (34.2%)		18 (24.7%)	0.60
Baseline APACHE II-score ^b	22.5 (7.6)		20.6 (7.2)		0.13
Baseline SOFA-score ^c	3.8 (2.6)		4.1 (2.7)		0.42
Baseline blood tests ^f					
Haemoglobin (mmol/L)	7.7 (1.4)		7.4 (1.3)		0.27
Leukocytes (x10 ⁹ /L)	14.3 (9.0)		13.2 (8.0)		0.45
Platelets (x10 ⁹ /L)	249 (141)		268(174)		0.45
Creatinine (µmol/L)	110 (104)		104 (72)		0.68
Sodium (mmol/L)	139 (5.1)		138 (4.8)		0.14
Potassium (mmol/L)	4.0 (0.7)		3.9 (0.7)		0.50
Phosphate (mmol/L)	1.32 (0.55)		1.31 (0.63)		0.92
Albumin (g/L)	30 (7.8)		26 (7.2)		0.010*
Magnesium (mmol/L)	0.86 (0.90)		0.70 (0.17)		0.13
Bilirubin (µmol/L)	9.8 (7.1)		12.2 (7.9)		0.053
Glucose (mmol/L)	9.6 (3.9)		8.6 (3.1)		0.12
Sepsis, yes		34 (46.6%)		28 (38.4%)	0.32
Admission type					
Medical		45 (61.6%)		46 (63.0%)	0.87
Elective surgery		12 (16.4%)		11 (15.1%)	0.82
Non-elective surgery		16 (21.9%)		16 (21.9%)	1.00
Number of co-morbid conditions	1.7 (0.9)		2.0 (1.1)		0.23
Diabetes mellitus		18 (24.7%)		7 (9.6%)	0.016*
Hepatic		1 (1.4%)		9 (12.3%)	0.009*
Gastro-intestinal		13 (17.8%)		21 (28.8%)	0.12
Renal		6 (8.2%)		8 (11.0%)	0.58
Respiratory		32 (43.8%)		38 (52.1%)	0.40
Cardiovascular		36 (49.3%)		38 (52.1%)	0.74
Neurological		18 (24.7%)		21 (28.8%)	0.58
Nutritional risk score					
MUST-score ≥ 2 ^d		24 (33.3%)		24 (32.9%)	0.95
NUTRIC-score ^e	4.3 (1.5)		4.0 (1.8)		0.28
Patients with non-nutritional calories					
Glucose infusion ^g		66 (90.4%)		65 (89.0%)	0.79
Propofol ^g		51 (69.9%)		49 (67.1%)	0.72
Trisodium citrate ^g		5 (6.8%)		6 (8.2%)	0.76

* = $P < 0.05$.

^a BMI, body mass index.

^b APACHE II, acute physiology and chronic health evaluation.

^c SOFA, sequential organ failure assessment.

^d MUST, malnutrition universal screening tool.

^e NUTRIC, nutrition risk in critically ill.

^f To convert to conventional units in mg/dL (g/dL for haemoglobin), divide by 0.6206 for haemoglobin, 8.4 for creatinine, 0.323 for phosphate, 0.411 for magnesium, 17.1 for bilirubin and 0.0555 for glucose.

^g Patients who received non-nutritional calories during the first 7 days of ICU admission.

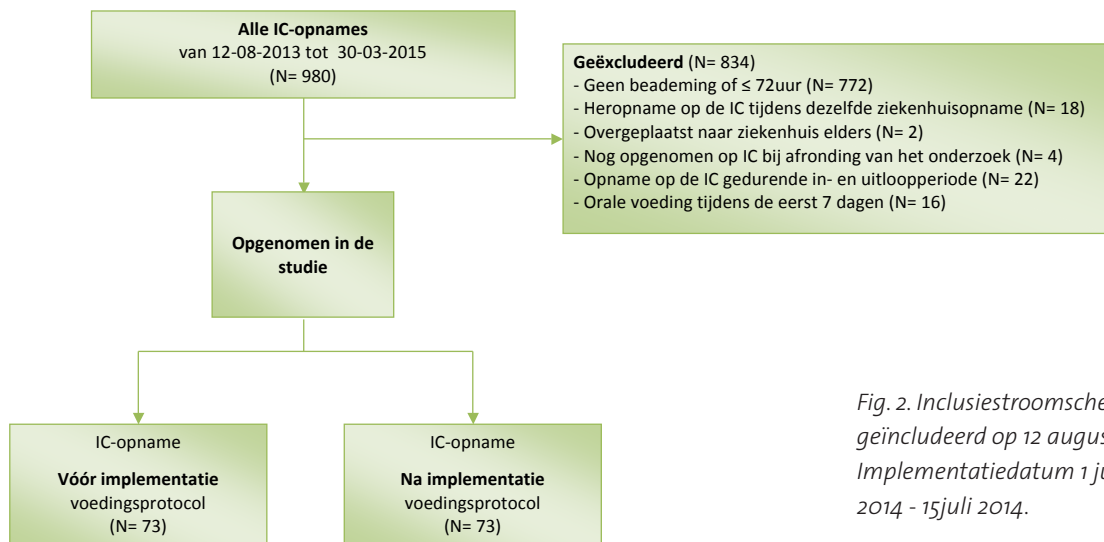


Fig. 2. Inclusiestroomschema. De eerste patiënt werd geïncludeerd op 12 augustus 2013, de laatste op 7 maart 2015. Implementatiedatum 1 juli 2014; in- en uitlooperperiode 17 juni 2014 - 15 juli 2014.

Het effect van de implementatie van het geautomatiseerde voedingsprotocol op de accuratesse van de voedingsinname was significant gedurende de eerste zeven dagen van de IC-opname ($p=0,028$), ook na correctie voor verschillen in karakteristieken bij de start van de studie.

3.4 Accuratesse van de eiwitinname

De gemiddelden van de eiwitinname per dag worden in tabel 3 weergegeven. Na de implementatie was er geen afname van de gemiddelde eiwitinname op dag 2-7, behalve op de dag van ontslag (1,18g/kg/dag vs. 1,08 g/kg/dag, $p=0,092$). Vanaf dag 4 lag de eiwitinname boven de acceptabele ondergrens van 1,2 g/kg/dg (1,33 g/kg/ vs. 1,27 g/kg, $p= 0,47$) toenemend tot dag 7 (1,45 g/kg vs. 1,40 g/kg, $p=0,52$).

3.5 Klinische uitkomstmaten

De secundaire uitkomstmaten zijn weergegeven in tabel 4. Er zijn geen significante verschillen in beademingsduur, duur van IC-opname, ziekenhuisopname, mortaliteit op de IC of gedurende de ziekenhuisopname.

3.6 Afwijkingen in laboratoriumwaarden

De afwijkingen in de laboratoriumwaarden zijn weergegeven in tabel 5. Het aantal patiënten met hypoglykemie of hyperglykemie verschilde niet voor en na implementatie van het protocol. Na imple-

mentatie kwam hypokaliëmie in de eerste week van de IC-opname minder vaak voor. Het aantal afwijkende laboratoriumwaarden als percentage van het totaal aantal afgenomen laboratoriumtests was lager voor hypokaliëmie, hypernatriëmie en hyponatriëmie. Echter, hypomagnesiëmie werd na implementatie vaker gezien.

3.7 Werkdruk IC-verpleegkundigen en diëtisten

We ondervroegen 15 verpleegkundigen. De gemiddelde tijd die nodig was om voeding te starten en te monitoren was 11,4 min (SD 8,9) voor en 11,3 min (SD 9,0, $p=0,96$) na implementatie van het protocol. De gemiddelde subjectieve score voor de benodigde tijd werd als ‘hetzelfde’ ervaren. De waardering voor het gehele voedingsbeleid op een schaal van 1-10, was 6,6 (SD 0,7) vóór en 8,2 (SD = 0,7) na invoering van het protocol ($p<0,001$). Diëtisten op de IC hadden per dag ongeveer 30 minuten minder nodig (gemiddelde van 120 vs. 90 min). Ze rapporteerden dit verschil als ‘iets minder’. De diëtisten waardeerden het nieuwe voedingsbeleid 1 punt hoger (7 vs. 6).

4. Discussie

Na invoering van een geautomatiseerd voedingsprotocol voor het opstarten en monitoren van vroege enterale voeding, waarbij het systeem elk uur feedback gaf over de toegediende hoeveelheid voeding, werd in ziekenhuis Gelderse Vallei minder vaak ‘overvoed’ (>110% van de berekende energiebehoefte) dan voor implementatie. Na implementatie van het protocol zagen we geen verschil in het aantal patiënten dat

	Before implementation		After implementation		P-value
	kcal/day (SD)	Percentage of target (SD)	kcal/day (SD)	Percentage of target (SD)	
Day 1	267 (305)		310 (295)		0.39
Day 2	1252 (560)	33.1% (28.8)	1174 (544)	37.2% (27.3)	0.40
Day 3	1550 (579)	70.5% (29.5)	1389 (638)	63.3% (27.6)	0.12
Day 4	1696 (563)	87.9% (32.7)	1518 (602)	75.1% (30.4)	0.083
Day 5	1729 (494)	93.7% (27.9)	1696 (488)	82.5% (30.0)	0.71
Day 6	1699 (522)	95.2% (25.4)	1690 (462)	91.2% (23.3)	0.92
Day 7	1841 (474)	94.6% (29.0)	1760 (342)	90.8% (22.9)	0.34
Total ^a	1518 (409)	100.2% (23.1)	1341 (470)	93.0% (16.6)	0.016*
		90.2% (18.7)		80.4% (20.2)	0.003*

Values are mean (SD); calories in kcal per day.

* = $P < 0.05$.

^a Total of first 7 days, the admission day and day of discharge were excluded.

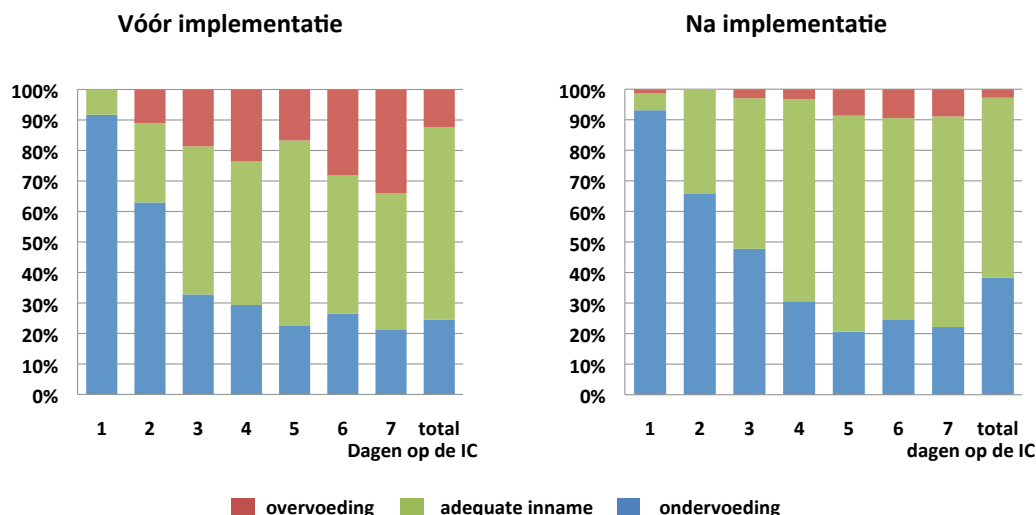
Tabel 2 Gemiddelde energie-inname per dag en percentage van de doelinname

De waarden zijn gemiddelden (SD); ^a energie in kcal per dag

* = $P < 0,05$

a totaal van de eerste zeven dagen, dag van opname en dag van ontslag niet meegenomen.

Fig. 3. Accuratesse van de energie-inname vóór en na implementatie van het protocol. Percentage patiënten dat 'ondervoed' werd (blauw; <80% van de berekende energiebehoefte), adequaat gevoed (groen; 80-110% van de berekende energiebehoefte) en 'overvoed' (>110% van de berekende energiebehoefte) gedurende de eerst 7 dagen op de IC en gedurende de totale IC-opname, dag van opname en dag van ontslag niet meegenomen.



'ondervoed' of 'adequaat' gevoed werd (resp. <80% en 80-110% van de berekende energiebehoefte, RED). De gemiddelde energie-inname was lager maar dit leidde niet tot een lagere eiwitinname. Na 72 uur was in beide groepen de dagelijkse eiwitinname boven de 1,2 g/kg.

Tussen de groepen waren enkele verschillen in karakteristieken bij opname. Correctie voor deze verschillen door middel van een multivariate analyse veranderde het effect van de implementatie van het voedingsprotocol op de accuratesse van de voedingsinname in de eerste 7 dagen van de IC-opname niet.

Barr et al. onderzochten in 2004 het effect van de invoering van een 'evidence based' voedingsprotocol op de voedingsinname en uitkomstmaten bij IC-patiënten. Zij onderzochten niet de accuratesse van de voedingsinname maar zagen, hoewel niet significant (72,9% vs. 66,9% van het doelvolumen, $p = 0,36$), ook een afname van de gemiddelde energie-inname op dag 4 na introductie van het voedingsprotocol. In tegenstelling tot onze bevindingen vonden zij wel een trend tot een kortere beademingsduur (17,9 d vs. 11,2 d, $p = 0,11$), zonder effect op de mortaliteit (27% vs. 30%, $p = 0,64$) (Barr, 2004).

Onze waarnemingen zijn in tegenspraak met de recente resultaten van Kiss et al. die een toegenomen voedingsinname (statistisch significante toename van energie- en eiwitinname) rapporteerden na de invoering van een voedingsalgoritme. Evenals wij vonden zij geen effecten op de klinische uitkomstmaten (Kiss, 2012).

Mackenzie et al. observeerden een groter aantal patiënten die met minimaal 80% van het doelvolumen werden gevoed na de implementatie van hun voedingsprotocol (20% vs. 80%, $p < 0,001$). Zij zagen ook een trend tot een kortere IC-opnameduur (8,8 vs. 7,5 d, $p = 0,19$), zonder effect op de mortaliteit (16,4% vs. 21,0%, $p = 0,66$) (Mackenzie, 2005).

Met betrekking tot onze secundaire uitkomstmaten vonden we, mogelijk door het beperkte aantal geïncludeerde patiënten en het hoge percentage patiënten dat tijdens beide periodes adequaat werd gevoed, geen significante trends wat betreft een kortere opnameduur en mortaliteit op de IC en in het ziekenhuis. Of dit komt door de afname van 'overvoeden' blijft speculatief.

De vermindering van de energie-inname om 'overvoeding' te voor-

komen lijkt niet nadelig. Villet et al. zagen een toename in infecties bij een (ernstig) energietekort (gemiddelde energie inname 1090 kcal +/- 930 kcal, RED) gedurende de eerste 10 dagen op de IC (Villet, 2005). Echter, data uit observationele studies hebben laten zien dat mogelijk de eiwitinname nog belangrijker is dan de energie-inname om de vetvrije massa te sparen (Allingstrup, 2012; Fraipont, 2013). Onze waarnemingen komen overeen met deze bevindingen: we konden de eiwitinname behouden en tegelijk de energie-inname iets reduceren en zo overvoeden voorkomen.

Strack van Schijndel et al. verbeterden ook het vroeg en adequaat toedienen van voeding door de ondersteuning van een geautomatiseerd voedingsprogramma bij ernstig zieke patiënten aan de beademing (van Schijndel, 2007). Zij ontwikkelden een algoritme waarbij de optimale energie- en eiwitratio voor de patiënt de keuze van de soort enterale voeding bepaalde. Het algoritme gebruikte de ruststofwisseling en het lichaamsgewicht om één van de drie onderzochte voedingen te kiezen. Dit resulteerde in 93% ook in een adequate eiwitinname bij 203 patiënten met een normaal gewicht (BMI <18,5 en >30 werden niet meegenomen).

Onze studie volgde een andere strategie voor wat betreft eiwit. We gingen primair uit van de eiwitbehoefte, controleerden daarnaast de energie-inname uit voeding en andere bronnen en gebruikten eiwitpreparaten, om overvoeden te voorkomen. Deze methode kan ook nuttig zijn bij lage en hoge BMI-categorieën. Na het beëindigen van de studie voegden wij ook gegevens verkregen door indirecte calorimetrie en energiebehoeftegegevens vanuit de beademingsapparatuur (VCO₂*8,19) toe om de energiedoelen tijdens het IC-verblijf aan te passen.

De glucoseregulatie verschilde niet significant tussen de groepen. Wat betreft elektrolytstoornissen zagen we minder patiënten met hypokaliëmie en als afzonderlijke waarden minder hypernatriëmie, hyponatriëmie en hypokaliëmie. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat overvoeden geassocieerd is met het refeedingsyndroom (Mehanna, 2008). Het refeedingsyndroom kan hyperinsulinisme en daardoor hypokaliëmie en vochtretenties tot gevolg hebben. Aan de andere kant vonden we een toename van hypomagnesiëmie na implementatie. Dit weerspiegelt mogelijk een vermin-

derde inname ten gevolge van een lagere voedingsinname. Dit protocol verminderde de tijd die diëtisten per IC-patiënt nodig hadden aanmerkelijk doordat de berekeningen die nodig waren om voeding te kunnen starten nu door de computer werden gemaakt. Voor verpleegkundigen veranderde de benodigde tijd niet. Beide beroepsgroepen waardeerden de situatie na invoering van het protocol als significant verbeterd.

Sterke en zwakke kanten

Een sterk punt in onze studie is dat de energie- en eiwitinname in de groep 'vóór de implementatie' geblindeerd was. Voor de implementatie was voor artsen, diëtisten en verpleegkundigen niet zichtbaar hoeveel energie en eiwit per uur werd toegediend. Retrospectief hebben we deze gegevens kunnen genereren door hetzelfde computerprogramma te gebruiken als we gebruikten na de implementatie. Daarom zijn we ervan overtuigd dat de berekeningen goed zijn uitgevoerd en de verschillen voor en na de implementatie vooral komen door de invoering van het elektronische voedingsprotocol dat automatisch voorstelt met hoeveel voeding moet worden gestart en dat elk uur feedback gaf over de toegediende hoeveelheid voeding. Daarnaast is onze studie één van de weinige die systematisch de energie-inname berekende uit glucose-infusie, propofol en citraat, dat gebruikt wordt tijdens continue nierfunctievervangende therapie.

Enkele beperkingen van onze pragmatische retrospectieve observationele studie die vermeld kunnen worden: alle data werden uit elektronische medische dossiers gehaald. Dit kan de kwaliteit van de data beïnvloed hebben. Verder werden glucose- en elektrolytbepalingen afgenomen naar inzicht van de behandelend arts of IC-verpleegkundige en was er geen gestandaardiseerd laboratoriumprotocol om het voorkomen van afwijkende labwaarden te onderzoeken. Een andere beperking van het onderzoek is de beperkte grootte van de groep, omdat we een groep probeerden te selecteren die langere tijd op de IC verbleef om het effect van het voedingsprotocol op de voedingsinname te kunnen bestuderen. We vonden verschillende niet significante trends die mogelijk tot significante resultaten hadden kunnen leiden als we grotere aantallen patiënten hadden kunnen includeren.

5. Conclusie

De implementatie in ons PDMS van een geautomatiseerd, op internationale richtlijnen gebaseerd voedingsprotocol, dat automatisch voorstelt hoeveel enterale, parenterale of gecombineerde voeding

Tabel 3 Gemiddelde eiwitinname per dag

	Before implementation	After implementation	P-value
	Proteins (g/kg*day ⁻¹)	Proteins (g/kg*day ⁻¹)	
Day 1	0.15 (0.22)	0.17 (0.21)	0.47
Day 2	0.89 (0.45)	0.90 (0.52)	0.89
Day 3	1.19 (0.50)	1.07 (0.58)	0.19
Day 4	1.33 (0.42)	1.27 (0.51)	0.47
Day 5	1.38 (0.37)	1.40 (0.37)	0.80
Day 6	1.35 (0.46)	1.39 (0.36)	0.63
Day 7	1.45 (0.35)	1.40 (0.36)	0.52
Total	1.18 (0.32)	1.08 (0.37)	0.09

De waarden zijn gemiddelden (SD); eiwit in g/kg*dag⁻¹; gewicht is gecorrigeerd voor BMI >27 naar BMI 27; In het totaal werden dag van opname en dag van ontslag niet meegenomen. * = P < 0,05

en indien nodig hoeveel eiwit-supplement moet worden toegediend en dat vervolgens elk uur feedback geeft over de voortgang van de voedingsinname, waarbij inzichtelijk is hoeveel eiwit en hoeveel energie, zowel uit voeding als uit glucose-infusie, propofol en citraat, de patiënt krijgt toegediend, leidde tot een significante daling van het aantal ernstig zieke patiënten dat overvoed werd (>110% van de berekende energiebehoefte) terwijl de eiwitinname op peil bleef.

Er waren geen verschillen in klinische uitkomstmaten, hoewel minder elektrolytstoornissen gezien werden na implementatie van het protocol, mogelijk een gevolg van het refeedingsyndroom geïnduceerd door overvoeden. Er werden geen effecten op de glucosehuishouding gevonden.

Aangezien overvoeden geassocieerd is met een toename in mortaliteit bij ernstig zieke patiënten, kan een geautomatiseerd voedingsprotocol dat automatisch voorstelt met hoeveel voeding moet worden gestart en dat ieder uur feedback geeft over de voortgang van de voedingsinname helpen om overvoeden te voorkomen zonder de eiwitinname nadelig te beïnvloeden.

Financiële belangen

Eva Bousie en Dick Blokland verklaren geen financiële belangen te hebben. Dr. van Zanten ontving honoraria van Abbott, Baxter, Danone-Nutricia, Fresenius Kabi, Nestle en Novartis voor adviesraadvergaderingen, lezingen en reiskosten.

Bijdrages van de auteurs

Dr. van Zanten heeft volledige toegang tot alle data van de studie en neemt de verantwoordelijkheid voor de juistheid van de data en de data-analyse. Studie concept en opzet: Bousie, Van Zanten.

Dataverzameling: Bousie, Van Blokland, Van Zanten. Statistische analyse en interpretatie data: Bousie, Van Zanten. Opstellen manuscript: Bousie, Van Zanten. Kritisch tegenlezen manuscript: Bousie, Van Blokland, Van Zanten. Administratieve, technische en materiële ondersteuning: Bousie, Van Blokland. Studie supervisie: Bousie, Van Zanten.

Dankbetuigingen

We zijn de patiënten die deelnamen aan deze studie, het personeel

Tabel 4 Secundaire uitkomstmaten

	Before implementation		After implementation		P-value
	N = 73		N = 73		
	Mean (SD)	N (%)	Mean (SD)	N (%)	
LOS ICU ^{a,b}	15.4 (12.4)		15.1 (19.1)		0.89
Hospital LOS ^{a,b}	31.2 (29.1)		28.0 (24.5)		0.47
Duration of TF ^{b,c}	13.3 (10.3)		14.1 (18.3)		0.77
Duration of MV ^{b,d}	9.5 (6.7)		10.4 (8.6)		0.56
Patients with PN ^e		6 (8.2%)		7 (9.6%)	0.77
ICU mortality		10 (13.7%)		6 (8.2%)	0.29
Hospital mortality		13 (17.8%)		8 (11.0%)	0.24

* = P < 0,05.

^a LOS, length of stay, opnameduur.

^b LOS ICU (opnameduur IC), LOS Hospital (ziekenhuisopnameduur), duration of tube feeding (duur van sondevoeding) en mechanical ventilation (beademingsduur) in dagen.

^c TF, tube feeding (sondevoeding).

^d MV, mechanische ventilatie (beademing).

^e PN, parental nutrition (parenterale voeding).

	Before implementation		After implementation		P-value
	N = 73		N = 73		
	N (%) ^a	N/total (%) ^b	N (%) ^a	N/total (%) ^b	
Hypernatraemia	41 (56.2%)	118/404 (29.2%)	30 (41.9%)	71/374 (19.0%)	0.068 <0.001*
Hyponatraemia	10 (13.7%)	30/404 (7.4%)	14 (19.2%)	11/374 (2.9%)	0.37 0.005*
Hyperkalaemia	20 (27.4%)	24/404 (5.9%)	13 (17.8%)	18/375 (4.8%)	0.16 0.48
Hypokalaemia	43 (58.9%)	58/404 (14.4%)	28 (38.4%)	34/375 (9.1%)	0.013* 0.022*
Hyperphosphatemia	23 (32.4%)	33/296 (11.1%)	22 (31.4%)	34/267 (12.7%)	0.86 0.56
Hypophosphataemia	53 (74.6%)	87/296 (29.4%)	46 (65.7%)	70/267 (26.2%)	0.21 0.40
Hypermagnesaemia	13 (18.3%)	21/260 (8.1%)	7 (10%)	12/254 (4.7%)	0.15 0.12
Hypomagnesaemia	22 (31%)	29/260 (11.2%)	30 (42.9%)	48/254 (18.9%)	0.17 0.014*
Hyperglycaemia	28 (38.4%)	39/402 (9.7%)	18 (25.4%)	28/368 (7.6%)	0.075 0.30
Hypoglycaemia	9 (12.3%)	10/402 (2.5%)	5 (7%)	5/368 (1.4%)	0.26 0.26

Tabel 5 Afwijkingen in elektrolyten- en glucosewaarden

Waarden zijn in N (%) of N/ totaal (%).

*= $P < 0,05$.

^a de frequenties en percentages van de elektrolytenstoornissen zijn het aantal patiënten met ff1 afwijkende waarde gedurende de eerste 7 dagen op de IC (de opnamedag uitgesloten).

^b de frequenties en percentages van de elektrolytenstoornissen zijn het aantal afwijkende waarden gedurende de eerste 7 dagen op de IC (de opnamedag uitgesloten) gedeeld door het totale aantal bepalingen.

van de IC, in het bijzonder de voedingsondersteunende diensten (Pien Lelie en Mirjam Holverda), het secretariaat van de IC (Elisabeth Bijsterbosch) en de IC-verpleegkundigen erkentelijk voor hun bijdragen aan deze studie. We danken Olga Souverein voor de statistische ondersteuning.

PN parenteral nutrition, parenterale voeding
SOFA sequential organ failure assessment
UNU United Nations University
WHO World Health Organization

Dit artikel is vertaald door Monique van Kemenade en Mariël Klos.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.clnesp.2015.12.004> 2405-4577/© 2016 European Society for Clinical Nutrition and Metabolism. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

Referenties

In verband met de ruimte in het blad, kunt u de volledige referenties op de website www.voeding-visie.nl terugvinden.

Lijst van afkortingen

APACHE II	acute physiology and chronic health evaluation II
BMI	body mass index
CI	confidence interval, betrouwbaarheidsinterval
DM	diabetes mellitus
FAO	Food and Agriculture Organization
ICU	intensive care unit, Intensive care
IQR	interquartile range, interkwartiel range
LOS	length of stay, opnameduur
MANCOVA	multivariate analysis of covariance, multivariate covariantieanalyse
MUST	malnutrition universal screening tool
MV	mechanical ventilation, beademing
NUTRIC	nutrition risk in critically ill
OR	odds ratio
PDMS	patient database management system