

# Orkunotkun og næring gjörgæslusjúklinga

## Ágrip

**Bjarki  
Kristinnsson**  
læknir<sup>1</sup>

**Kristinn  
Sigvaldason**  
svæfinga- og  
gjörgæslulæknir<sup>1</sup>

**Sigurbergur  
Kárason**  
svæfinga- og  
gjörgæslulæknir<sup>1</sup>

**Lykilord:** orkunotkun, óbein  
efnaskiptamæling, gjörgæsla,  
næringarmeðferð, Harris-  
Benedict-jafna.

**Tilgangur:** Við næringu gjörgæslusjúklinga er oftast stuðst við áætlaða orkuþörf. Rannsóknir benda þó til að orkunotkun sé minni en áður var talið. Markmið þessarar rannsóknar var að mæla raunverulega orkunotkun gjörgæslusjúklinga og bera saman við áætlaða orkunotkun og að kanna magn og samsetningu næringargjafar.

**Aðferðir:** Orkunotkun var mæld með óbeinni efnaskiptamælingu (indirect calorimetry) hjá sjúklingum sem þurftu öndunarvélameðferð >48 klukkustundir. Til samanburðar var orkunotkun áætluð með Harris-Benedict-jöfnu. Skráðar voru upplýsingar um alla næringargjöf sem sjúklingur fékk.

**Niðurstöður:** Meðalorkunotkun hjá 56 sjúklingum reyndist vera  $1820 \pm 419$  kcal/dag. Harris-Benedict-jafnan vanmat orkunotkun um 11,3% en með viðbættum streitustuðli var um 15,3% ofmat að ræða. Meðalnæringargjöf var  $1175 \pm 442$  kcal/dag eða um 67% af orkunotkun. Mestur munur var á orkunotkun og næringargjöf í fyrstu viku gjörgæslumeðferðar. Próteingjöf var að meðaltali 0,44 g/kg/dag.

**Ályktun:** Orkunotkun gjörgæslusjúklinga var minni en sú orkugjöf sem mælt er með samkvæmt næringarleiðbeiningum sérgreinafélaga en í samræmi við niðurstöður annarra nýlegra rannsókna. Næringargjöf var einungis 67% af mældri orkunotkun og próteininnihald næringar undir ráðlögðu magni. Ekki hefur verið sýnt fram á að það hafi áhrif á horfur sjúklinga. Þörf er á frekari rannsóknum á þessu sviði.

## Inngangur

Næringargjöf er mikilvægur þáttur í meðferð mikið slasaðra og alvarlega veikra sjúklinga á gjörgæsludeildum og getur haft áhrif á sjúkdómsþróun og horfur.<sup>1</sup> Gjóf næringar við slíkar aðstæður er þó ekki einfalt mál þar sem miklar breytingar verða á efnaskiptum líkamans sem miðlað er af streituhormónum og bólgubodæfnum<sup>2</sup> og fela meðal annars í sér auknið niðurbrot á próteinum líkamans, hækkaðan blóðsykur og aukna losun fitusýra út í blóðrás.

Áður var talið að streituvíðbragð í kjölfar veikinda eða áverka hefði í för með sér mikið aukna orkuþörf og því talið mikilvægt að hafa næringargjöf ríkulega auk þess sem álitnið var að með því mætti draga úr rýrnun vöðva. Nú er mönnum ljóst að orkunotkun sjúklinga eykst ekki eins mikið og áður var talið og ekki hefur tekist að stöðva niðurbrot vöðvapróteina með mikilli næringargjöf.<sup>3</sup> Hafa jafnvel verið leiddar líkur að því að of mikil næringargjöf geti hækkað dánarhlutfall gjörgæslusjúklinga.<sup>4</sup>

Alvarlega veikir sjúklingar í öndunarvél fá ýmist næringu í æð (parenteral nutrition) eða um meltingarveg með sondu (enteral nutrition). Fyrir tveimur til þremur áratugum var gjöf næringar í æð mikið notuð á gjörgæsludeildum í kjölfar framfara í framleiðslu tilbúinna næringarlausna. Í dag er talið að næringargjöf um meltingarveg sé ákjósanlegri og fáar frábendingar frá þeirri reglu, nema þá helst garna lömun (ileus).<sup>5</sup> Niðurstöður rannsókna benda til þess að gjöf næringar um meltingarveg hafi færri fylgikvilla en gjöf næringar í æð.<sup>6</sup> Hins vegar er erfiðara að tryggja fullnægjandi næringu gegnum meltingarveg vegna ýmissa vandamála sem fylgja þeirri leið næringargjafar.<sup>7</sup>

Samkvæmt næringarleiðbeiningum fyrir gjörgæslusjúklinga frá American College of Chest Physicians (ACCP)<sup>8</sup> er mælt með að mikið veikum sjúklingum séu gefnar 25 kcal/kg/dag og sjúklingum með sýklasótt (sepsis) gefið enn meira eða 27,5 kcal/kg/dag. Niðurstöður nýlegrar rannsóknar benda hins vegar til þess að hæfileg næringargjöf gæti verið á bilinu 33-66% af því sem ACCP hefur mælt með enda virðast þeir sjúklingar sem fá þann dagskammt hafa betri horfur en þeir sem fá minna eða meira.<sup>4</sup> Vegna þessara niðurstaðna hefur skapast töluverð umræða um það hver sé raunveruleg orkuþörf mikið veikra sjúklinga og hafa sumir mælt með því að draga úr orkugjöf.<sup>9</sup>

Flestar næringarleiðbeiningar í dag miða að því að gefa sjúklingi næringu sem samræmist orkunotkun hans. Orkunotkun gjörgæslusjúklings má mæla með óbeinni efnaskiptamælingu (indirect

<sup>1</sup>svæfinga- og gjörgæsludeild Landspítala Fossvogi

Fyrirspurnir og bréfaskipti:  
Bjarki Kristinnsson,  
Landspítala

[bjarkikr@gmail.com](mailto:bjarkikr@gmail.com)

**Tafla I.** Grunnupplýsingar um sjúklingahópinn. Legutími er sýndur með miðgildi ásamt hæsta og lægsta gildi. Aðrar tölur eru meðaltöl ásamt staðalfrávikum.

Lýðfræðilegir þættir	
Þyngd (kg)	83 ± 23
Hæð (cm)	173 ± 9
BMI (kg/m <sup>2</sup> )*	28 ± 7
Aldur (ár)	58 ± 18
APACHE II**	17 ± 6
Fjöldi karla/kvenna	28/28
Legutími (dagar)	14 (3-65)

\*BMI, Body Mass Index = líkamsþyngdarstuðull  
\*\*APACHEII = Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II.

calorimetry) þar sem framleiðsla líkamans á CO<sub>2</sub> og upptaka súrefnis er lögð til grundvallar<sup>10</sup> en óbein efnaskiptamæling er talin vera hinn gullni staðall við mat á orkunotkun sjúklinga.<sup>11</sup> Mælingar á orkunotkun tíðkast almennt ekki á gjörgæsludeildum heldur hefur hingað til verið notast við áætlun á orkunotkun miðað við líkamsþyngd eða hún reiknuð út samkvæmt ákveðnum forsendum. Til slíkra útreikninga hafa ýmsar jöfnur verið notaðar en algengast er að styðjast við Harris-Benedict-jöfnuna.<sup>11</sup> Rannsóknir hafa þó sýnt að misræmi milli áætlaðrar orkunotkunar og mældrar sé talsvert og því er mælt með óbeinni efnaskiptamælingu til að greina nákvæmar næringarþörf.<sup>11, 12</sup> Óbein efnaskiptamæling er almennt ekki notuð í daglegu starfi á gjörgæsludeildum vegna umfangs og kostnaðar og ekki hafa verið birtar rannsóknir á því hvort það hafi áhrif á horfur sjúklinga að fara nákvæmlega eftir slíkum mælingum.

Tilgangur þessarar rannsóknar var í fyrsta lagi að mæla raunverulega orkunotkun mikið veikra og slasaðra sjúklinga með óbeinni efnaskiptamælingu, í öðru lagi að bera saman mælda orkunotkun og áætlaða samkvæmt Harris-Benedict-jöfnunni og í þriðja lagi að kanna magn og samsetningu næringargjafar og samræmi við mælda orkunotkun.

**Tafla II.** Niðurstöður mælinga á orkunotkun og næringargjöf. Fjöldi mælinga er sýndur sem miðgildi ásamt hæsta og lægsta gildi. Aðrar niðurstöður sem meðaltal með staðalfrávikum.

	Fjöldi mælinga	Meðal-orkunotkun (kcal/dag)	Meðal-orkunotkun á kg (kcal/kg/dag)	RQ*	Næringargjöf (kcal/dag)
Meðaltöl allra sjúklinga	3(1-16)	1820 ± 419	22,9 ± 5,5	0,79 ± 0,12	1175 ± 442
Lægsta	1	1150	11,3	0,60	291
Hæsta	16	2860	40,0	1,10	2241

\*RQ= Respiratory quotient, öndunarstuðull

## Sjúklingar og aðferðir

Að fengnu leyfi Persónuverndar og Vísindasíðanefndar var hafin framskyggn rannsókn á gjörgæsludeildum Landspítala á árunum 2005-2007.

Rannsóknarhópurinn var sjúklingar, eldri en 18 ára, sem lögðust inn á gjörgæsludeild og þurftu á öndunarvélar meðferð að halda. Í rannsóknarhópinn voru valdir þeir sjúklingar sem talið var að þyrftu meðferð í öndunarvél lengur en 48 klukkustundir. Reynt var að mæla sjúklinga í helstu sjúkdómaflokkum þannig að úrtakið myndi endurspeglja gjörgæslusjúklinga almennt. Það var því ekki eingöngu skipulögð tilviljun sem réð vali sjúklinga til mælinga heldur var valið einnig háð ákvörðun mælanda. Mælingar voru eingöngu framkvæmdar af höfundum greinarinnar. Hver sjúklingur var mældur að minnsta kosti einu sinni í legunni og miðað var við að mæla í ≥30 mínútur en sú tímallengd var byggð á rannsókn sem sýndi að 30 mínútna mæling endurspeglaði nægjanlega sólarhringinn í heild.<sup>13</sup> Einungis voru framkvæmdar mælingar hjá sjúklingum þar sem ekki var um neinn loftleka að ræða utan öndunarfæra eða öndunarvélar og ekki voru framkvæmdar mælingar hjá sjúklingum þar sem styrkur súrefnis í innöndunarlofti var >60% þar sem það getur dregið úr áreiðanleika mælinga.<sup>14</sup>

Mælingarnar höfðu ekki í för með sér nein inngríp eða óþægindi fyrir sjúklinginn og höfðu ekki áhrif á meðferð hans. Safnað var upplýsingum um kyn, aldur, hæð, þyngd og stigun veikinda samkvæmt APACHE II stigunarkerfi<sup>15</sup> ásamt gögnum um næringargjöf, svo sem ávísað og gefið magn næringarlausna, gjöf annarra efna eða lyfja sem hafa næringargildi og fylgst var með blóðsykri og insúlíngjöf. Einnig var reiknuð út áætluð orkunotkun með Harris-Benedict-jöfnu bæði með og án streitustuðuls vegna veikinda. Í þessari athugun var notaður streitustuðull 1,3 í samræmi við aðrar rannsóknir.<sup>11</sup>

Samkvæmt næringarmarkmiðum gjörgæsludeilda Landspítala er byrjað að gefa næringu í meltingarveg eins fljótt og kostur er en þó ekki fyrr en ástand blóðrásar er stöðugt. Stefnt er að gjöf 15-25 kcal/kg/sólarhring á fyrstu 5-7 dögum eftir innlögn og ef það tekst ekki er hafin gjöf næringar í æð. Að jafnaði er ekki stuðst við jöfnur eins og Harris-Benedict til að áætla orkunotkun. Yfirleitt er byrjað með gjöf 20 kcal/klst og það síðan aukið um 20 kcal/klst á 12-24 klst fresti þar til markmiðum er náð en þó ekki meira en 100 kcal/klst. Til slævingar eða svæfingar á gjörgæsludeild er oft notað lyfið própófól en það er uppleyst í fitulausn og inniheldur því umtalsvert magn af hitaeiningum þegar það er gefið í dreypi allan

sólarhringinn. Einnig voru skráðar aðrar lausnir sem innihéldu næringu svo sem glúkósalausnir og LGG.

Hugtakið orkujafnvægi (energy balance) sem notað er til að lýsa mismun á næringarmarkmiðum og næringarinntöku er reiknað með eftirfarandi jöfnu:

Orkujafnvægi = næringargjöf (kcal/dag) – næringarmarkmið (kcal/dag)

Óbein efnaskiptamæling var framkvæmd með Deltatrac™ II MBM-200 (Datex-Engström, Division Instrumentarium Corp., Helsinki, Finland) efnaskiptamæli en áreiðanleiki og réttmæti tækisins hefur verið staðfest.<sup>16</sup> Efnaskiptamælirinn er tengdur við öndunarvél sjúklings og mælir hversu mikið súrefni sjúklingur notar og hversu mikið koldíoxíð hann myndar. Þessar mælingar eru síðan notaðar til að reikna bruna næringarefna (kolvetna, próteina, fitu) í líkamanum.<sup>10</sup> Út frá þessum forsendum hefur verið leidd út jafna sem liggur að baki óbeinni efnaskiptamælingu<sup>10</sup> og þannig fengin orkunotkun sjúklings í hvíld (*resting energy expenditure, REE*) í einingunni kcal/sólarhring. Einnig gefur mælingin svokallaðan öndunarstuðul (*respiratory quotient, RQ = VCO<sub>2</sub> / VO<sub>2</sub>*) en hann gefur hugmynd um hvaða næringarefni sjúklingur notar aðallega sem orkugjafa, það er prótein, fitu eða sykur.<sup>10</sup> Öndunarstuðull er yfirleitt á bilinu 0,7-1,0 en getur þó farið undir 0,7 við bruna ketóna og yfir 1,0 við brennslu fitusýra. Mælingar utan lífeðlisfræðilegs bils voru ekki notaðar þar sem slík gildi gætu bent til villu í mælingu, til dæmis vegna leka í slöngum eða of hárrar súrefnisþéttni í innöndunarlofti.<sup>17</sup> Í þessari rannsókn voru því einungis notaðar mælingar með RQ á bilinu 0,6-1,2.

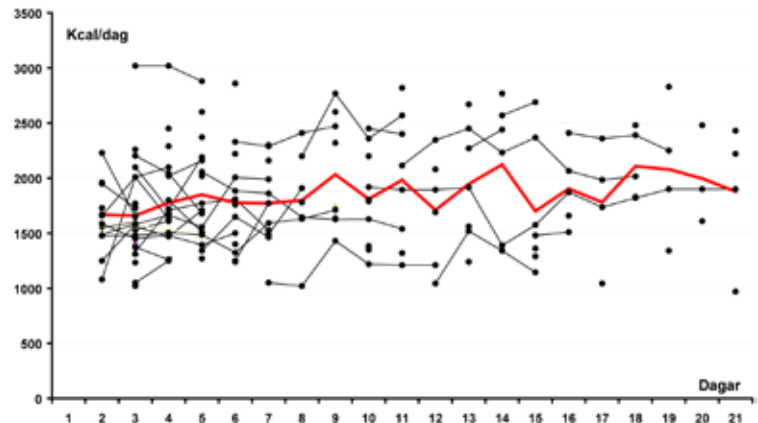
Kannað var samræmi milli mældrar orkunotkunar og áætlaðrar með jöfnunum.

Niðurstöður eru sýndar sem meðaltal ± staðalfrávik, miðgildi með lægsta (mín) og hæsta (max) gildi. Tölfræðileg marktækni var miðuð við  $p < 0,05$ .

## Niðurstöður

### Grunnupplýsingar um sjúklinga

Alls voru framkvæmdar 240 óbeinar efnaskiptamælingar hjá 59 sjúklingum. Mælingar utan RQ gildis voru felldar út og þá varð rannsóknarhópurinn 56 sjúklingar og 217 mælingar. Fjöldi kvenna og karla var sá sami. Grunnupplýsingar um sjúklingahópinn koma fram í töflu I. Í flestum tilfellum er um að ræða mikið veika sjúklinga (með hátt APACHE II gildi) sem lágu lengi á gjörgæsludeild.



**Mynd 1.** Myndin sýnir allar mælingar á orkunotkun fyrstu þrjár vikur meðferðar á gjörgæslu. Samhangandi línur sýna samfelldar mælingar hjá sama sjúklingi milli daga, punktar stakar mælingar. Sami sjúklingur getur átt stakan mælipunkt fyrir framan eða aftan hina samfelldu línu. Rauða línan sýnir meðaltal allra mælinga. Eins og sjá má er talsverður munur milli einstakra mælinga og nokkur breytileiki hjá hverjum sjúklingi.

### Orkunotkun

Fjöldi mælinga hjá hverjum sjúklingi var breytilegur (1-16) en miðgildi var þrjár mælingar. Í töflu II sést að meðalorkunotkun var  $1820 \pm 419$  kcal/dag, en þegar leiðrétt er fyrir þyngd er meðalorkunotkun  $22,9 \pm 5,5$  kcal/kg/dag. Á mynd 1 má sjá þær mælingar hjá sjúklingum sem gerðar fyrstu þrjár vikur gjörgæslulegu og hvernig meðaltal mælinga breytist með tíma. Karlar eru með meiri orkunotkun en konur að meðaltali en sá munur jafnast út þegar tekið er tillit til þyngdar.

Fylgni orkunotkunar við líkamsþyngd án fituvefs (*lean body mass*) var í meðallagi ( $r = 0,6$ ) og var hærri en við líkamsþyngd ( $r = 0,49$ ) og líkamsþyngdarstuðul (BMI) ( $r = 0,35$ ).

Könnuð var orkunotkun mismunandi sjúklingahópa (tafla III). Hæst meðaltalsorkunotkun mældist hjá sjúklingum með brunaáverka ( $2176 \pm 219$ ) og hjá sjúklingum með fjöláverka ( $2084 \pm 539$ ). Sjúklingar sem lágu inni vegna hjarta- og æðasjúkdóma voru með lægstu orkunotkunina ( $1615 \pm 260$ ).

**Tafla III.** Undirhópar sjúklinga. Hér er sjúklingum skipt í hópa eftir sjúkdómsgreiningu og sýnd meðaltalsorkunotkun sjúklingahópanna (BAH = brátt andnaðarheilkenni).

	Fjöldi sjúklinga	Meðalorkunotkun (kcal/d)
Sýklasótt/BAH	45% (25)	1787 ± 416
Öndunarbilun	16% (9)	1686 ± 336
Hjarta- og æðasjúkdómar	13% (7)	1615 ± 260
Fjöláverkar	14% (8)	2084 ± 539
Bruni	5% (3)	2176 ± 219
Annað	7% (4)	1730 ± 505

**Tafla IV.** Magn og samsetning næringarmeðferðar ásamt orkujafnvægi. Ekki tekst að ná jákvæðu orkujafnvægi fyrstu þrjár vikur gjörgæslumeðferðar.

	1. vika	2. vika	3. vika
Heildarnæringargjöf (kcal/dag)	1002 ± 421	1571 ± 61,2	1618 ± 79
% úr sondunæringu	41%	65%	66%
% úr própófól	25%	8%	7%
% úr glúkósa lausnum	28%	17%	17%
% úr næringalaun gefin í æð	5%	9%	9%
% úr LGG	1,4%	1,4%	1,6%
Hlutfall sondunæringar	43%	66%	68%
Hlutfall næringar í æð	58%	34%	32%
Uppsafnað orkujafnvægi (kcal)	-5725	-7469	-8881

**Tafla V.** Meðaltalsmagn gefinna næringarefna á dag fyrstu þrjár vikur meðferðar og allt mælingartímabilið, en mælingar náðu fram á 65. dag. Ráðlagður dagskammtur af próteinum fyrir heilbrigðan einstakling er 0,8g/kg/dag, en próteinþörf sjúklings á gjörgæslu er líklega meiri.

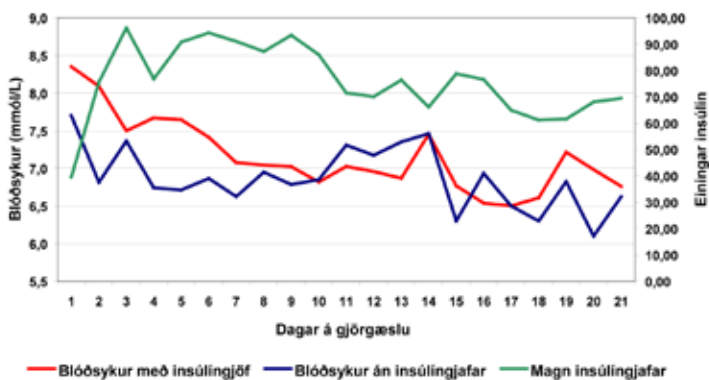
Meðalgjöf næringarefna	1. vika (g/dag)	2. vika (g/dag)	3. vika (g/dag)	Allt tímabilið (g/dag)	Allt tímabilið (g/kg/dag)
Prótein	25 ± 14	50 ± 2,0	52 ± 4,2	34 ± 17	0,44 ± 0,26
Fita	40 ± 14	61 ± 2,4	60 ± 3,0	46 ± 18	0,60 ± 0,28
Kolvetni	132 ± 59	205 ± 8,5	212 ± 11	154 ± 60	2,01 ± 0,97

#### Næringarmeðferð

Meðalnæringargjöf reyndist vera 67% af mældri orkunotkun ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,26$ ). Þegar skoðað er hversu stór hluti sjúklings fékk næringu í samræmi við orkunotkun sést að 10,7% fengu næringu sem var <40% af orkunotkun, 58,9% sjúklings fengu næringu sem var 40-80% af orkunotkun, 30,4% fengu næringu sem var 80-120% af orkunotkun, en enginn fékk næringu >120% af orkunotkun.

Reynt var að gefa öllum sjúklingunum næringu um magasondu en vegna vanstarfsemi meltingarvegar þurfti að notast við næringu gefna í miðbláedarlegg hjá 12 þeirra (21,4%).

#### Blóðsykur og insúlíngjöf



**Mynd 2.** Sýnt er meðaltal á blóðsykursgildum sjúklings sem fengu insúlíngjöf og þeirra sem ekki fengu insúlínmeðferð. Á mynd sést einnig meðalinsúlínmagn sem sjúklingar fengu. Viðmiðunarmörk blóðsykurs eru 4,4-6,1mmól/L.

Næringargjöf í sondu hófst yfirleitt á öðrum til þriðja sólarhring eftir innlögn á deildina eða að meðaltali 2,8 sólarhringum frá innlögn. Samræmið á milli magns sem lækni ávísaði af sondunæringu og þess sem sjúklingur raunverulega fékk var athugað. Raunveruleg göf var 84% af ávísuðu magni fyrstu tvær vikurnar (79% í fyrstu viku og 88% í annarri viku).

Fyrsta sólarhring var orkugjöf aðallega með lausnum sem gefnar voru í æð, það er própófól (65%) og glúkósa (23%). Einungis lítill hluti kom úr sondunæringu (9%) fyrsta daginn. Þegar leið á dvöl sjúklings á deildinni jókst hlutur sondunæringar og hlutur næringarlausna í æð minnkaði (sjá töflu IV).

Tafla V sýnir samsetningu næringar, það er innihald próteina, fitu og kolvetna. Sjúklingar fengu að meðaltali 0,44 g/kg af próteinum á dag.

#### Sýkurstjórnun

Meðalblóðsykur sjúklingsanna var  $7,3 \pm 0,95$  mmól/L en 69,6% ( $n=39$ ) sjúklings fengu insúlín dreypi í æð (Actrapid®), sjá mynd 2. Þeir sjúklingar sem fengu insúlín voru með meðaltalsblóðsykur  $7,4 \pm 1,0$  mmól/l (max=9,9; mín=5,7) yfir alla leguna, en sjúklingar sem ekki voru meðhöndlaðir með insúlín dreypi voru með meðalsykur  $7,0 \pm 0,76$  mmól/L (max=8,7; mín=5,9).

#### Samanburður á orkunotkun og næringargjöf

Á gjörgæsludeildum er hefð fyrir því að trappa upp næringargjöf yfir einhvern tíma. Á mynd 3 má sjá hvernig næringargjöf þróast með tíma. Næringargjöf nálgast orkunotkun eftir því sem líður á gjörgæsluleguna, en nær henni aldrei alveg. Orkunotkunin er svipuð allan tímann. Eins og sjá má á myndinni er munurinn mestur fyrstu vikuna. Sjúklingar eru því í neikvæðu orkujafnvægi, það er fá minni orku en þeir nota. Eftir fyrstu vikuna er samanlagt orkujafnvægi að meðaltali -5725 kcal (sjá töflu IV).

Einnig er smávægilegur munur á þeirri næringu sem er lækni ávísar á sjúkling og þeirri sem hann fær.

Lélegt samræmi er á milli áætlaðrar og mældrar orkunotkunar eins og sést á mynd 4. Harris-Benedict-jafna vanmetur orkunotkun að meðaltali um 11,3% ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,64$ ). Hins vegar er um 15,3% ofmat að ræða þegar útkoma Harris-Benedict-jöfnunnar er margfölduð með streitustuðli 1,3.

#### Umræða

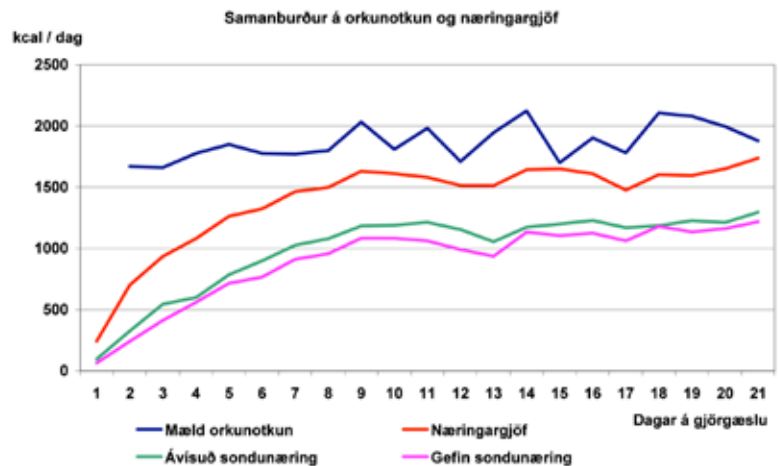
Samkvæmt niðurstöðum rannsóknarinnar er mæld orkunotkun gjörgæslusjúklings að meðal-



tali  $22,9 \pm 5,5$  kcal/kg/dag, sem er heldur lægra en næringarleiðbeiningar mæla með í dag, til dæmis ACCP sem ráðleggur 25 kcal/kg/dag.<sup>8</sup> Mæld orkunotkun er í samræmi við niðurstöður nýlegra rannsókna á gjörgæslusjúklingum þar sem notuð hefur verið óbein efnaskiptamæling til að ákvarða orkunotkun<sup>18,19</sup> en er umtalsvert lægri en eldri rannsóknir gefa til kynna.<sup>9,20</sup> Hugsanlega má skýra þetta að einhverju leyti með framförum í gjörgæslumeðferð, til dæmis betri lyfjum til að verkjastilla, róa og svæfa sjúklinga, betri öndunarvélar meðferð, framförum í hjúkrun og betri meðferð almennt sem dregur úr því efnaskiptaálagi sem fylgir veikindum.<sup>21</sup>

Talsverður munur var á mældri orkunotkun milli sjúklinga (1150-2860 kcal/dag) en einnig var munur hjá sama sjúklingi milli daga. Þetta bendir til að mikilvægt sé að framkvæma endurteknar óbeinar efnaskiptamælingar til að fá rétta mynd af orkunotkun sjúklingsins í stað þess að áætla orkunotkun eða mæla stöku sinnum. Meiri hætt er á að vannæringu eða ofnæringu sjúklings ef orkunotkun er áætluð með Harris-Benedict-jöfnu þar sem fylgni við mælingu var einungis í meðal-lagi ( $r=0,64$ ). Aðrar rannsóknir hafa bent á þennan mun.<sup>11</sup> Meðal- eða lág fylgni við líkamsþyngd án fituvefs (lean body mass), líkamsþyngdarstuðul (BMI) og líkamsþyngd styður einnig notkun mælinga. Með mælingu má sniða næringarmeðferðina að orkunotkun sjúklingsins og draga þannig úr hættu bæði á vannæringu og ofnæringu. Hins vegar skortir rannsóknir á því að hvort slíkar mælingar skili sér í betri horfum sjúklinga.

Heildarnæringargjöf til sjúklinga reyndist samsvara aðeins 67% af mældri orkunotkun. Mestur var munurinn fyrstu viku gjörgæslulegu en minnkandi þegar leið á leguna. Næringarmeðferð á gjörgæsludeild Landspítala fylgir alþjóðlegum ráðleggingum sérgreinafélaga.<sup>5, 8, 22</sup> Þar er stefnt að gjöf næringar um meltingarveg sé þess nokkur kostur en til þess áætlaðir 4-5 dagar. Neikvætt orkujafnvægi sem við þetta skapast er þekkt vandamál þar sem meginleið næringar er um meltingarveg.<sup>4, 18, 19</sup> Ákjósanlegast væri að gefa strax mikla næringu um meltingarveg en vanstarfsemi hans kemur oftast í veg fyrir að það sé hægt og einnig er þá hættara við lungnabólgu vegna ásvelgingar.<sup>22</sup> Neikvæða orkujafnvægið er talið auka tíðni fylgikvilla<sup>18, 23</sup> en ekki hefur verið sýnt fram á að það hafi áhrif á horfur sjúklinga. Hafa verður í huga að veikustu sjúklingarnir hafa einnig mesta truflun á starfsemi meltingarvegar og fá af þeim sökum minni næringu. Hærrí tíðni fylgikvilla og hærrí dánartíðni má því í sumum tilfellum hugsanlega rekja til alvarlegri grunnjúkdóms.



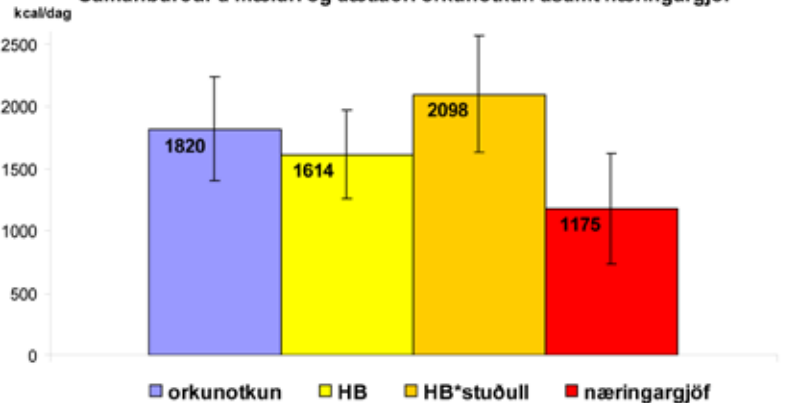
**Mynd 3.** Á myndinni sést hvernig næringargjöf nálgast orkunotkun eftir því sem dvöl sjúklings lengist á gjörgæslu. Fleiri sjúklingar og mælingar eru á bakvið fyrri hluta línunnar en þeim fækkar er á liður sem útskýrir væntanlega meiri breytileika á línunni.

Benda má á rannsókn frá 2004<sup>4</sup> sem sýnir að sjúklingum vegnar best ef þeir fá 33-66% af ACCP markmiðum en vegnar verr ef þeir fá meira eða minna. Erfitt er þó að túlka þessar niðurstöður þar sem nákvæmri blóðsykurstjórnun var ekki beitt og því mögulegt að hár blóðsykur hafi haft áhrif á horfur þeirra<sup>24</sup> sem fengu meira en 66% af ACCP markmiðum. Hugsanlegt er að minna nærðir sjúklingar hafi þar af leiðandi lægri blóðsykur og minni fylgikvilla og farnist því betur en þeim sem fá mikla næringu og hafi ef til vill háan blóðsykur. Mikil þörf er á frekari rannsóknum á samræmi milli orkunotkunar, næringargjafar og nákvæmrar blóðsykurstjórnunar.

Hugsanlega mætti bæta næringargjöf með því að gefa næringu í æð samhliða næringu í meltingarveg meðan verið er að ná næringarmarkmiðum en í nýlegri yfirlitsgrein er ekki mælt með slíku þar sem ekki hefur verið sýnt fram á að það hafi áhrif á sýkingartíðni eða horfur.<sup>22</sup> Varað er við auknum kostnaði og hugsanlega aukinni tíðni fylgikvilla.

Í samanburði við niðurstöður annarra rann-

**Samanburður á mældri og áætlaðri orkunotkun ásamt næringargjöf**



**Mynd 4.** Samanburður á mældri orkunotkun og áætlaðri orkunotkun samkvæmt Harris-Benedict-jöfnu með og án streitustuðuls. Hver næringargjöf raunverulega varð er einnig sýnt. Gefið upp sem meðaltal  $\pm 1$  staðalfrávik.

sókna<sup>22</sup> er í þessari rannsókn minni munur milli fyrirskipaðrar næringargjafar í sondu og raunverulegrar gjafar. Það bendir til þess að fyrir-mælum um næringu sé vel hlýtt og að sjúklingar hafi þolað magn næringar vel.

Þegar heildarnæringargjöf er ákvörðuð þarf að taka inn í útreikninga allar gefnar hitaeiningar. Athyglisvert er að í fyrstu viku næringarmedferðar koma 42,5% þeirrar næringar sem gefin er um meltingarveg en afgangur kemur úr lausnum sem gefnar eru í æð (glúkósa, própófol, Structokabiven). Þetta endurspeglar mikilvægi þess að taka tillit til allra þátta þegar metin er heildarnæringargjöf til sjúklings.

Ráðlagður dagskammtur próteina (RDA) er 0,8g/kg/dag fyrir heilbrigðan einstakling, bæði karla og konur.<sup>25</sup> Rannsóknir hafa hins vegar sýnt að mikið veikir og slasaðir sjúklingar á gjörgæslu eru í miklum niðurbrotsfasa og með því að auka inntöku próteina má stuðla að aukinni nýmyndun próteina og þar með hagstæðara niturjafnvægi.<sup>26</sup> Á grundvelli þessara rannsókna telja flestir að próteinþörf gjörgæslusjúklinga sé aukin og ætti gjöfin að vera allt að 1,2-1,5 g/kg/dag (20, 26). Á gjörgæsludeildum Landspítala var próteingjöf 0,44 g/kg/dag sem er umtalsvert minna en æskilegt er talið. Ástæða þessa er tvíþætt. Í fyrsta lagi leiðir neikvætt orkujafnvægi fyrstu daga gjörgæslulegunnar til minni gjafar á próteinum eins og öðrum næringarefnum. Í öðru lagi er próteininnihald staðlaðra næringarlausna hlutfallslega of lítið þannig að gefa þyrfti mikið magn lausnar til að ná markmiðum og gæti þannig leitt til ofnæringar.<sup>19</sup> Sennilega er því þörf á betri næringarlausnum sem innihalda meira magn próteina en ekki hafa þó verið framkvæmdar rannsóknir á því hvort það hafi áhrif á sýkingartíðni eða horfur sjúklunga. Ein leið til að auka próteingjöf er að gefa próteinlausn í æð samhliða sondunæringu á meðan næringarmarkmið hafa ekki náðst. Rannsóknir hafa sýnt að gjöf aminosýrunnar glútamín með annarri næringu geti hugsanlega bætt horfur sjúklunga.<sup>27</sup>

Helsti veikleiki þessarar rannsóknar er val sjúklunga til mælinga. Þar var ekki um fullkomið tilviljunarkennt úrtak ræða heldur var ætlunin að fá yfirlit um almennt ástand orkuþarfar og næringargjafar á deildinni. Einnig réð álag á gjörgæslu hversu oft var hægt að framkvæma mælingar á hverjum sjúklingi.

Orkunotkun gjörgæslusjúklinga er minni en búast mætti við að teknu tilliti til streituálags vegna alvarlegra veikinda eða áverka. Breytileiki er mikill milli einstaklinga og hjá sama einstaklingi og því mikilvægt að mæla orkunotkun fremur

en að áætla hana til þess að næringarmedferð verði markviss. Ef nýjustu ráðleggingum um næringarmedferð er fylgt næst einungis 67% af orkunotkun og gæti það verið óæskilegt en óvíst er um áhrif þess á horfur. Hugsanlega má auka hlutfall próteina í næringargjöf og mikilvægt er að huga að blóðsýkurstjórnun meðan á næringargjöf stendur. Þörf er á frekari rannsóknum á þessu sviði.

## Pakkir

Pakkir fær Elín Helga Jóhannesdóttir Sanco, skrifstofustjóri á svæfinga- og gjörgæsludeild Landspítala, fyrir hjálp við öflun gagna. Ennfremur færum við Vísindasjóði Landspítala þakkir fyrir veittan styrk við framkvæmd rannsóknarinnar.

## Heimildir

- Artinian V, Krayem H, DiGiorgio B. Effects of early enteral feeding on the outcome of critically ill mechanically ventilated medical patients. *Chest* 2006; 129: 960-7.
- Biolo G, Grimble G, Preiser JC, et al. Position paper of the ESICM Working Group on Nutrition and Metabolism. Metabolic basis of nutrition in intensive care unit patients: ten critical questions. *Intensive Care Med* 2002;28: 1512-20.
- Baudouin SV, Evans TW. Nutritional support in critical care. *Clin Chest Med* 2003; 24: 633-44.
- Krishnan JA, Parce PB, Martinez A, Diette GB, Brower RG. Caloric intake in medical ICU patients: consistency of care with guidelines and relationship to clinical outcomes. *Chest* 2003; 124: 297-305.
- Kreymann KG, Berger MM, Deutz NE, et al. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Intensive care. *Clin Nutr* 2006; 25: 210-23.
- Gramlich L, Kichian K, Pinilla J, Rodych NJ, Dhaliwal R, Heyland DK. Does enteral nutrition compared to parenteral nutrition result in better outcomes in critically ill adult patients? A systematic review of the literature. *Nutrition* 2004; 20: 843-8.
- Reid C. Frequency of under- and overfeeding in mechanically ventilated ICU patients: causes and possible consequences. *J Hum Nutr Diet* 2006; 19: 13-22.
- Cerra FB, Benitez MR, Blackburn GL, et al. Applied nutrition in ICU patients. A consensus statement of the American College of Chest Physicians. *Chest* 1997; 111: 769-78.
- Jeejeebhoy KN. Permissive underfeeding of the critically ill patient. *Nutr Clin Pract* 2004; 19: 477-80.
- Fung EB. Estimating energy expenditure in critically ill adults and children. *AACN Clin Issues* 2000; 11: 480-97.
- Reid CL. Poor agreement between continuous measurements of energy expenditure and routinely used prediction equations in intensive care unit patients. *Clin Nutr* 2007; 26: 649-57.
- Cheng CH, Chen CH, Wong Y, Lee BJ, Kan MN, Huang YC. Measured versus estimated energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. *Clin Nutr* 2002; 21: 165-72.
- Smyrniotis NA, Curley FJ, Shaker KG. Accuracy of 30-minute indirect calorimetry studies in predicting 24-hour energy expenditure in mechanically ventilated, critically ill patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1997; 21: 168-74.
- Kan MN, Chang HH, Sheu WF, Cheng CH, Lee BJ, Huang YC. Estimation of energy requirements for mechanically ventilated, critically ill patients using nutritional status. *Crit Care* 2003; 7: R108-15.
- Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985; 13: 818-29.
- da Rocha EE, Alves VG, da Fonseca RB. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2006; 9: 247-56.

17. Branson R. The measurement of energy expenditure: instrumentation, practical considerations, and clinical application. *Respir Care* 1990; 35: 640-56; discussion 56-59.
18. Villet S, Chiolero RL, Bollmann MD, et al. Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr* 2005; 24: 502-9.
19. O'Leary-Kelley CM, Puntillo KA, Barr J, Stotts N, Douglas MK. Nutritional adequacy in patients receiving mechanical ventilation who are fed enterally. *Am J Crit Care* 2005; 14: 222-31.
20. Plank LD, Hill GL. Energy balance in critical illness. *Proc Nutr Soc* 2003; 62: 545-52.
21. Chiolero R, Revelly JP, Tappy L. Energy metabolism in sepsis and injury. *Nutrition* 1997; 13(9 Suppl):455-51S.
22. Heyland DK, Dhaliwal R, Drover JW, Gramlich L, Dodek P. Canadian clinical practice guidelines for nutrition support in mechanically ventilated, critically ill adult patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2003; 27: 355-73.
23. Rubinson L, Diette GB, Song X, Brower RG, Krishnan JA. Low caloric intake is associated with nosocomial bloodstream infections in patients in the medical intensive care unit. *Crit Care Med* 2004; 32: 350-7.
24. van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, et al. Intensive insulin therapy in the critically ill patients. *N Engl J Med* 2001; 345: 1359-67.
25. Board. NAOsIoMFaN. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients) 2005.
26. Hoffer LJ. Protein and energy provision in critical illness. *Am J Clin Nutr* 2003; 78: 906-11.
27. Griffiths RD, Jones C, Palmer TE. Six-month outcome of critically ill patients given glutamine-supplemented parenteral nutrition. *Nutrition* 1997; 13: 295-302.

## Viðauki

### a) Jafna notuð við útreikning á orkunotkun sjúklings (Resting energy expenditure; REE):<sup>1</sup>

$$\text{Hvildarorkunotkun (REE)} = 5,50 \times \text{VO}_2 + 1,76 \text{VCO}_2 + 1,99 \text{U}_\text{N}$$

Par sem  $\text{VO}_2$  er súrefnisnotkun (ml/mín),  $\text{VCO}_2$  koldíoxíðframléiðsla (ml/mín) og  $\text{U}_\text{N}$  er niturútskilnaður í þvagi á sólarhring. Stærðirnar  $\text{VO}_2$  og  $\text{VCO}_2$  fást með mælingum á inn- og útöndunarlofti en  $\text{U}_\text{N}$  með niturmælingu í þvagi. Þáttur niturs er fremur lítil í jöfnunni og gefur í mesta lagi 4% skekkju ef niturútskilnaður er áætlaður og var það gert í þessari rannsókn í samræmi við athuganir annarra.

### b) Öndunarstuðull (Respiratory quotient; RQ) fæst með eftirfarandi jöfnu:<sup>1</sup>

$$\text{RQ} = \text{VCO}_2 / \text{VO}_2$$

### c) Harris-Benedict-jafnan:

Ýmsar jöfnur hafa verið notaðar til að áætla orkunotkun eintaklinga en algengast er að styðjast við Harris-Benedict-jöfnuna sem var leidd út frá mælingum á heilbrigðum einstaklingum árið 1919 og tekur mið af hæð (H), þyngd (P), kyni og aldri (A):<sup>2</sup>

1. **Orkunotkun karla** =  $66,45 + 13,75P + 5,00H - 6,78A$
2. **Orkunotkun kvenna** =  $655,1 + 9,56P + 1,85H - 4,68A$

Pegar jafnan hefur verið notuð á gjörgæsludeildum til að ákvarða orkunotkun sjúklinga hefur hún oft verið uppfærð með því að margfalda útkomu hennar með ákveðnum streitustuðli. Með þessum stuðli má taka inn í útreikningana efnaskiptahækkun sem er talin verða í veikum og slösuðum sjúklingum. Ýmsir streitustuðlar hafa verið notaðir en í þessari rannsókn var notaður stuðull 1,3 (30% aukning á efnaskiptahraða).<sup>3</sup>

1. Fung EB. Estimating energy expenditure in critically ill adults and children. *AACN Clin Issues* 2000; 11: 480-97.
2. Harris J, Benedict F. A biometric study of basal metabolism in man. 1919; 297.
3. Reid CL. Poor agreement between continuous measurements of energy expenditure and routinely used prediction equations in intensive care unit patients. *Clin Nutr* 2007; 26: 649-57.

## Energy expenditure and nutritional support in intensive care patients

**Study objectives:** Nutritional support of ICU patients is usually guided by estimations of their caloric needs. However, recent studies have shown that energy expenditure (EE) of critically ill patients is not as high as previously thought. The goal of this study was to measure EE in ICU patients, compare it with estimated EE and evaluate nutritional support.

**Methods:** Energy expenditure was measured with indirect calorimetry in a broad group of ICU patients requiring mechanical ventilation >48hours. In comparison EE was estimated with the Harris-Benedict equation. Nutritional support during ICU stay was registered.

**Results:** Mean measured EE of 56 patients was 1820

± 419 kcal/day or 22 kcal/kg/day. The Harris-Benedict equation underestimated EE by 11%, but adding a stress factor resulted in 15% overestimation. Mean nutritional support was  $1175 \pm 442$  kcal/day or 67% of EE. The energy deficit was greatest during the first week of ICU stay. Mean protein administration was 0,44 g/kg/day. **Conclusion:** Measured EE of ICU patients was less than nutritional support recommended by international guidelines. These results are in accordance with recent studies. Nutritional support was only 67% of measured energy expenditure and protein content less than recommended. Further studies are needed as it has not been shown how this might influence outcome.

Kristinsson B, Sigvaldason K, Karason S.

**Energy expenditure and nutritional support in intensive care patients.** *Iscl Med J* 2009; 95: 491-7

**Key words:** energy expenditure, indirect calorimetry, Intensive care unit, nutrition, Harris-Benedict equation.

**Correspondence:** Bjarki Kristinsson, [bjarkikr@gmail.com](mailto:bjarkikr@gmail.com)