

原 著

消化器癌手術患者における術後エネルギー消費量と エネルギー投与量に関する臨床的検討

東京女子医科大学 第二外科学教室 (主任: 浜野恭一教授)

ヨネ ヤマ コゾ ソウ
米 山 公 造

(受付 平成4年6月19日)

Clinical Evaluation of Postoperative Energy Expenditure and Energy Intake in Patients Undergone Operation for Digestive Cancer

Kozo YONEYAMA

Department of Surgery II (Director: Prof. Kyoichi HAMANO)
Tokyo Women's Medical College

Measurement of energy expenditure has been made by the use of a indirect calorimetry to investigate the energy expenditure and the relation between energy expenditure and energy intake after elective operation for the digestive tract.

The subjects for the measurement were 17 cases of colon cancer and 16 cases of gastric cancer on whom nutritional control was made by intravenous hyperalimentation (IVH) and elective operation was also performed. Measurements were made regarding energy expenditure, nitrogen balance and rapid turnover protein preoperatively, postoperative 1st, 3rd and 7th days.

As a result, it was found: 1) energy expenditure underwent a change at about 26~29 kcal/kg; 2) increases of the energy expenditure on the postoperative 1st day were 7.6% in the colon cancer cases and 26.2% in the gastric cancer cases without, however, significant difference between the two case groups, from which it was found that the increase of energy expenditure by operative load was small; 3) the fact that the amounts of energy utilization possible were 30 kcal/kg on the postoperative 1st day and about 45 kcal/kg on the postoperative 3rd day onward in the both case groups was induced from the assessment made by the use of the primary regression formula.

緒 言

消化器外科手術前後の栄養障害患者には、中心静脈栄養法 (intravenous hyperalimentation; IVH) や経腸栄養法 (enteral hyperalimentation; EH) などの強制栄養法を施行することが多い。これらの強制栄養法により、栄養障害患者の術後合併症の発生が低下したとの報告がみられる¹⁾²⁾。しかし一方で、エネルギー投与量の過剰あるいは不足は患者の術後回復過程に影響を及ぼすため、適切なエネルギー投与量の設定が必要であるとの意見が多い^{2)~8)}。問題は、さまざまな病態を呈する術後患者の正確なエネルギー消費量をどのようにし

て調べるかである。エネルギー消費量を推定する方法としては Harris-Benedict の式⁹⁾ (表1) が、従来より知られている。しかし、これより求めたエネルギー消費量は、実際に測定したエネルギー消費量よりも少ないという報告が多い^{10)~15)}。またさまざまな病態を呈する手術後においては、この式に補正を加えて算出する必要があるため客観性を欠き、間接熱量計を用いたエネルギー消費量の測定の方が簡単かつ正確であるといわれている^{10)~15)}。最近、ベッドサイドでの測定に便利な間接熱量計が開発されたため、エネルギー消費量の測定が比較的容易に行われるようになった。間接

表1 Harris-Benedict の式と Wier の簡便式

1. Harris-Benedict の式	
Male	: PREE=66+13.7BW+5H-6.8A
Female	: PREE=665+9.6BW+1.9H-4.7A
PREE	: predicted resting energy expenditure (予測エネルギー消費量) (kcal)
BW	: body weight (kg)
H	: height (cm)
A	: age (year)
2. Wier の簡便式	
REE	= (3.941 $\dot{V}O_2$ +1.106 $\dot{V}CO_2$) \times 1.44
REE	: resting energy expenditure (安静時エネルギー消費量) (kcal)
$\dot{V}O_2$: 酸素消費量 (l/day)
$\dot{V}CO_2$: 二酸化炭素産生量 (l/day)

熱量計は被験者呼気中の酸素と二酸化炭素を収集分析して、吸気中の酸素と二酸化炭素濃度との差から平均分時酸素消費量と平均分時二酸化炭素産生量を算出し、Wier の簡便式¹⁶⁾(表1) からエネルギー消費量を求めるものであるが、直接熱量測定法と良く相関することが知られている¹⁷⁾。

本邦でもこの間接熱量計を重症患者の栄養管理に用いた報告が散見される^{18)~21)}。しかし、待機手術の術後にこれを用いたという報告は少なく、さらに術後のエネルギー消費量とエネルギー投与量の関係を述べたものはない。そこで著者は、消化器癌手術で最も一般的な大腸癌、胃癌患者の術後に間接熱量計を使用し、術後のエネルギー消費量の変化やエネルギー消費量とエネルギー投与量の関係を検討したので報告する。

対象および方法

1. 対象

対象は1988年6月から、1989年10月までに当科で手術を施行した大腸癌症例17例および胃癌症例16例の計33例である(表2)。年齢は、大腸癌症例で41~72歳(平均 \pm SD: 58.29 \pm 7.35歳)、胃癌症例で34~79歳(58.38 \pm 13.56歳)に分布している。大腸癌症例の男女比は9:8、胃癌症例のそれは14:2で、胃癌症例に男性が多い。身長は大腸癌症例で158.56 \pm 8.01cm、胃癌症例で163.63 \pm 8.99cm、体重は大腸癌症例で54.69 \pm 10.19kg、胃癌症例で62.66 \pm 10.55kg。体表面積は大腸癌症例で1.54 \pm 0.16m²、胃癌症例で1.68 \pm 0.17m²である。

表2 症例の背景因子

項目	大腸癌症例	胃癌症例
年齢(歳)	58.29 \pm 7.35	58.38 \pm 10.56
男女比	9:8	14:2
身長(cm)	158.56 \pm 8.01	163.63 \pm 8.99
体重(kg)	54.69 \pm 10.19*	62.66 \pm 10.55*
体表面積(m ²)	1.54 \pm 0.16*	1.68 \pm 0.17*
手術内訳	結腸切除術 9例 前方切除術 8例	胃切除術 16例
予測安静時エネルギー消費量(kcal/kg)	22.88 \pm 2.50	21.75 \pm 1.46

*大腸癌症例 vs. 胃癌症例 p<0.05

両症例間の背景因子を比較すると、体重、体表面積で胃癌症例が大腸癌症例を上まわっていた(p<0.05)。これは胃癌症例で男性が多いためと考えられ、両症例間の比較で体重、体表面積が関係するものはすべて、体重あたりあるいは体表面積あたりで検討した。

なお、これらの症例は代謝に影響を及ぼす術前術後の合併症(例えば糖尿病や敗血症)、呼吸器疾患の既往や合併はない。全例に待機手術を行い、R₂~R₃のリンパ節郭清を施行した。術式は大腸癌症例で結腸切除術8例、前方切除術9例、胃癌症例は全例幽門側胃切除術である。腹会陰陰式直腸切断術や胃全摘術、また他臓器を合併切除する術式は今回の検討から除外した。

2. 方法

対象全症例に対して、術前、術後第1病日、第3病日、第7病日に間接熱量計を用いて分時平均酸素消費量($\dot{V}O_2$: ml/min)、分時平均二酸化炭素産生量($\dot{V}CO_2$: ml/min)を測定し、安静時エネルギー消費量(resting energy expenditure; REE: kcal/kg)、非蛋白呼吸商(non-protein respiratory quotient; npRQ)を算出した。同時に窒素平衡、rapid turnover protein (transferrin, prealbumin, retinol binding protein)も測定した。

大腸癌症例、胃癌症例各々にこれらの測定を基にして、次のような項目を検討し、また両症例間の比較検討も行った。

(1) 体重あたりの平均エネルギー投与量と体重あたりの平均エネルギー消費量の推移

(2) 体重あたりの平均窒素投与量と体重あたりの平均窒素平衡の推移

(3) 平均非蛋白呼吸商の推移

(4) rapid turnover protein(transferrin, prealbumin, retinol binding protein) の平均変化率の推移 (栄養指標として測定した rapid turnover protein は術前値に個人差が大きく, 術前値と変化率を算出し, その平均値の推移を調べた.)

(5) 予測エネルギー消費量に対するエネルギー投与量(=エネルギー投与量/予測エネルギー消費量)と予測エネルギー消費量に対するエネルギー消費量(=測定エネルギー消費量/予測エネルギー消費量)との関係

(6) エネルギー充足度(=エネルギー投与量/エネルギー消費量)と非蛋白呼吸商との関係

3. 使用間接熱量計と測定方法

間接熱量測定には Sensor Medics 社製の energy expenditure unit 2900 を使用し, キャンピモードで測定した (図 1)。

間接熱量測定時刻は, 午後 2 時から 5 時までの間で, 少なくとも測定前 20 分間は安静仰臥とした。



図 1 間接熱量計測定の実際

被験者の頭部をキャンピー (風防) で覆い, その中の患者の呼気を一定圧で呼気分析器に採取し, 間接熱量を測定する。

測定時間は 1 分間安定した呼気の得られた測定点を 10 ポイント得られれば終了とした。なお, 術後第 1 病日では, 術後 12 時間以内は全身麻酔の影響で代謝が低下しているため, 測定は少なくとも 12 時間以上経過した時点から行った。

4. エネルギー投与量と窒素投与量の決定

術後, 各症例には IVH を施行しているが, 術後のエネルギー投与量および窒素投与量は, 当科の IVH プロトコル (表 3) に従い, 維持エネルギー投与量は 1,400~2,000kcal/day とした。なお, 今回の検討では脂肪乳剤の投与は行わず, エネルギー投与基質はグルコースとアミノ酸のみとした。

5. rapid turnover protein の測定方法

transferrin, prealbumin, retinol binding protein の測定は株式会社 SRL に依頼し, ペーリングネフェロメーターアナライザー (ヘキストジャパン社製) を使用して免疫比濁法で測定した。

6. 統計

統計処理は, 両症例間の比較に unpaired t-test を用い, 危険率 5% 以下で有意差ありと判定した。また 1 次回帰式を利用した相関関係では, 相関係数が危険率 5% 以下で相関関係ありとした。

結 果

1. 体重あたりの平均エネルギー投与量と体重あたりの平均エネルギー消費量の推移 (図 2)

平均エネルギー投与量 (kcal/kg) は, 大腸癌症例で術後第 1 病日 20.20±5.60, 第 3 病日 33.12±10.39, 第 7 病日 34.92±11.30 であった。胃癌症例では, 各々 16.13±3.82, 20.42±2.75, 27.62±5.96

表 3 本研究におけるエネルギーとアミノ酸投与のプロトコル

第 1 病日: S-1
第 2 病日: S-2
第 3 病日: S-2 あるいは S-3

処方	内容	水分量 (ml)	非蛋白 カロリー量 (kcal)	窒素含有量 (g)	NC 比
S-1		1,810	960	6.08	157.9
S-2		2,010	1,400	9.12	153.3
S-3		2,210	2,000	12.2	164.5

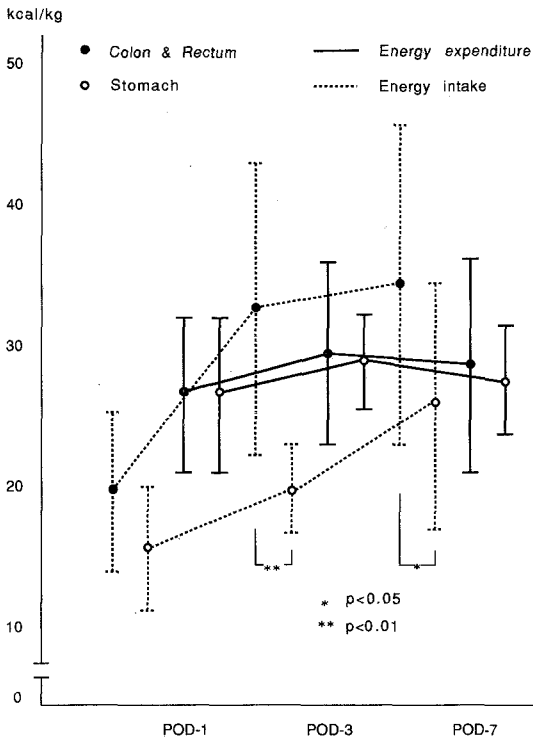


図2 エネルギー消費量とエネルギー投与量の推移
POD：術後経過日数

であった。平均エネルギー投与量は、大腸癌症例の術後第3, 7病日に胃癌症例のそれを上まわっていた (各々 $p<0.01$, $p<0.05$)。

しかし、平均エネルギー投与量に両症例間で差があったにもかかわらず、平均エネルギー消費量 (kcal/kg) は、大腸癌症例で、術後第1病日 27.01 ± 5.35 , 第3病日 29.92 ± 6.35 , 第7病日 29.24 ± 6.35 , 胃癌症例で、各々 26.06 ± 5.30 , 28.58 ± 3.14 , 28.17 ± 3.87 と、ほとんど変化を示さなかった。

2. 体重あたりの平均窒素投与量と体重あたりの平均窒素平衡の推移 (図3)

平均窒素投与量 (g/kg) の推移は、平均エネルギー投与量と同様で、大腸癌症例で術後第1病日 0.12 ± 0.03 , 第3病日 0.19 ± 0.03 , 第7病日 0.22 ± 0.06 , 胃癌症例で、各々 0.10 ± 0.03 , 0.14 ± 0.03 , 0.18 ± 0.04 と、大腸癌症例が術後第3, 7病日で胃癌症例を上まわっていた (各々 $p<0.01$, $p<$

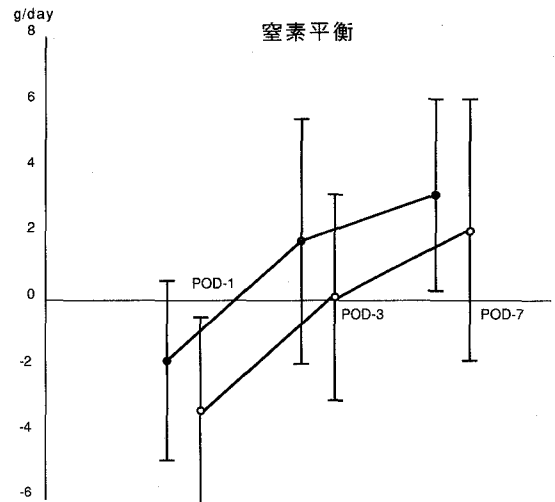
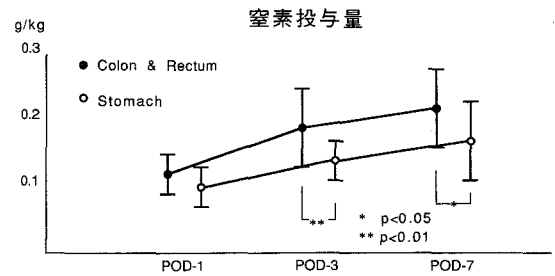


図3 窒素投与量と窒素平衡の推移
POD：術後経過日数

0.05)。

平均窒素平衡 (g/kg) の推移は、大腸癌症例で、術後第1病日 -1.85 ± 2.91 , 第3病日 1.83 ± 3.69 , 第7病日 3.20 ± 2.88 . 胃癌症例では各々 -3.29 ± 2.84 , 0.12 ± 3.13 , 2.14 ± 3.92 であった。両症例間で平均窒素投与量に差が認められたにもかかわらず、平均窒素平衡には差は認められず、いずれも第3病日で正に転じていた。

3. 平均非蛋白呼吸商の推移 (図4)

平均非蛋白呼吸商の推移は、大腸癌症例で術後第1病日 0.85 ± 0.10 , 第3病日 0.92 ± 0.15 , 第7病日 1.01 ± 0.11 . 胃癌症例で各々 0.88 ± 0.24 , 0.85 ± 0.11 , 0.86 ± 0.09 であった。平均非蛋白呼吸商には平均エネルギー投与量の差が反映され、術後第7病日で大腸癌症例が胃癌症例を上まわっていた ($p<0.01$)。

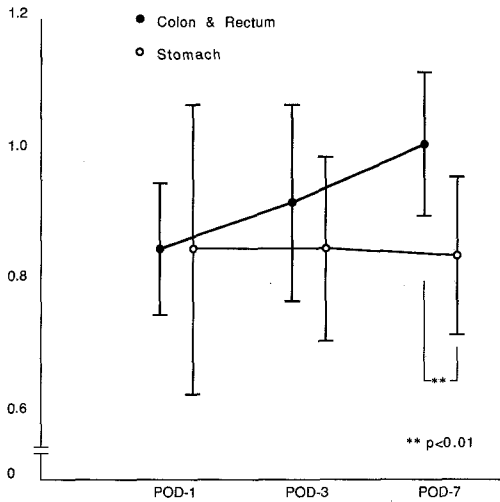


図4 非蛋白呼吸商 (npRQ) の推移
POD: 術後経過日数

4. rapid turnover protein の平均変化率の推移 (図5)

transferrin の変化率の推移は、大腸癌症例で第1病日 0.75 ± 0.11 , 第3病日 0.67 ± 0.10 , 第7病日 0.81 ± 0.11 , 胃癌症例で各々 0.81 ± 0.10 , 0.69 ± 0.08 , 0.83 ± 0.11 であった。prealbumin の変化率の推移は、大腸癌症例で第1病日 0.73 ± 0.14 , 第3病日 0.60 ± 0.19 , 第7病日 0.78 ± 0.18 , 胃癌症例で各々 0.79 ± 0.12 , 0.66 ± 0.17 , 0.94 ± 0.25 であった。retinol binding protein の変化率の推移は、大腸癌症例で第1病日 0.45 ± 0.14 , 第3病日 0.57 ± 0.23 , 第7病日 0.78 ± 0.29 , 胃癌症例で各々 0.56 ± 0.16 , 0.50 ± 0.18 , 0.74 ± 0.28 であった。これら3つの栄養指標についてそれぞれ両症例間で比較したが、統計学的に有意差はなかった。一方、transferrin と prealbumin は両症例間で同様の動きを示した。すなわち、第3病日までは低下し、第7病日には術前値へ回復していくパターンをとった。しかし、retinol binding protein では胃癌症例は他の2つの指標と同じパターンを示したが、大腸癌症例は術後第3病日に低下せず徐々に上昇した。

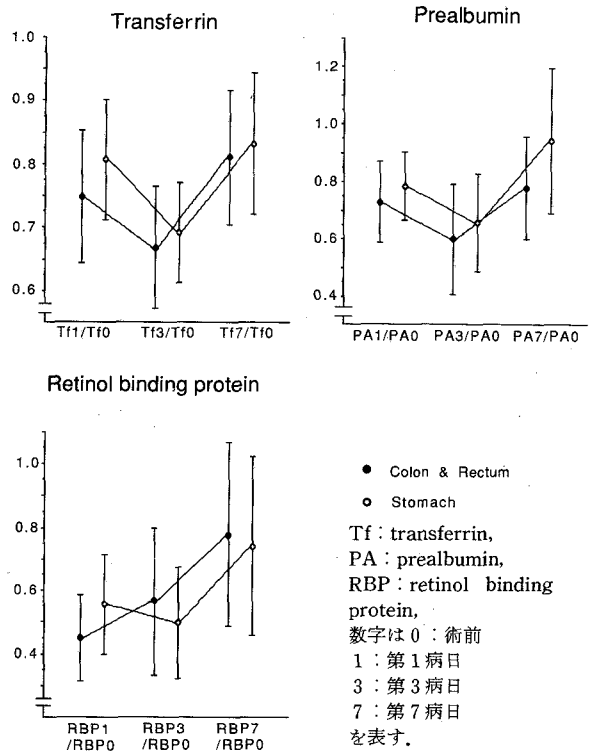


図5 rapid turnover protein の推移

5. 予測エネルギー消費量に対するエネルギー投与量と予測エネルギー消費量に対するエネルギー消費量との関係 (図6, 7)

予測エネルギー消費量に対するエネルギー投与量と予測エネルギー消費量に対する測定エネルギー消費量との関係については、それぞれの症例の各時期で有意な1次相関関係がみられた。それらの1次回帰直線と相関係数は次のようであった。

大腸癌症例では、

$$\text{術前 } y = 0.333x + 0.812, r = 0.646, p < 0.01,$$

$$\text{第1病日 } y = 0.405x + 0.881, r = 0.661, p < 0.01,$$

$$\text{第3病日 } y = 0.359x + 0.816, r = 0.546, p < 0.05,$$

$$\text{第7病日 } y = 0.318x + 0.824, r = 0.595, p < 0.05$$

であった (図6)。

胃癌症例では、

$$\text{術前 } y = 0.274x + 0.856, r = 0.731, p < 0.01,$$

$$\text{第1病日 } y = 0.539x + 0.852, r = 0.562, p < 0.05,$$

$$\text{第3病日 } y = 0.413x + 0.901, r = 0.555, p < 0.05,$$

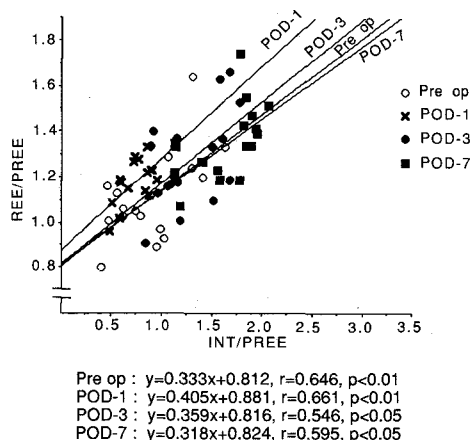


図6 大腸癌症例におけるエネルギー投与量とエネルギー消費量の関係

POD: 術後経過日数, PREE: 予測安静時エネルギー消費量, INT: エネルギー投与量, REE: 安静時エネルギー消費量

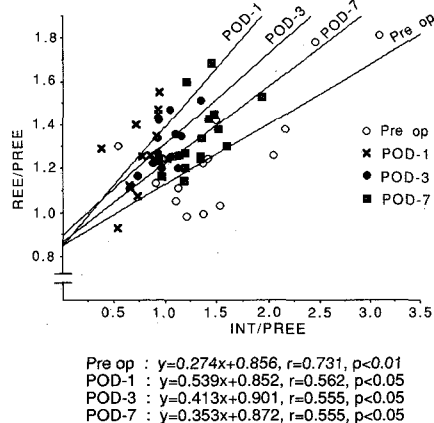


図7 胃癌症例におけるエネルギー投与量とエネルギー消費量の関係

POD: 術後経過日数, PREE: 予測安静時エネルギー消費量, INT: エネルギー投与量, REE: 安静時エネルギー消費量

第7病日 $y=0.353x+0.872, r=0.555, p<0.05$ であった(図7)。

各々の回帰直線の傾きはエネルギー投与量に対するエネルギー消費量の増加率であり, 大腸癌症例は術前33.3%, 術後第1病日40.5%, 第3病日35.9%, 第7病日31.8%であった。また胃癌症例は各々27.4%, 53.9%, 41.3%, 35.3%であった。

術前値よりの増加は大腸癌症例で術後第1病日7.2%, 第3病日2.6%, 第7病日-1.5%であった。胃癌症例では各々26.5%, 13.9%, 7.9%であった。

また, 回帰直線の傾きは両症例とも術後第1病日が最も大きく, 徐々に術前の傾きに近づいた。しかし, これらの傾きに関して, 大腸癌, 胃癌症例とも術後第1, 3, 7病日間に有意差はみられなかった。また, 両症例間の比較でも有意差は認

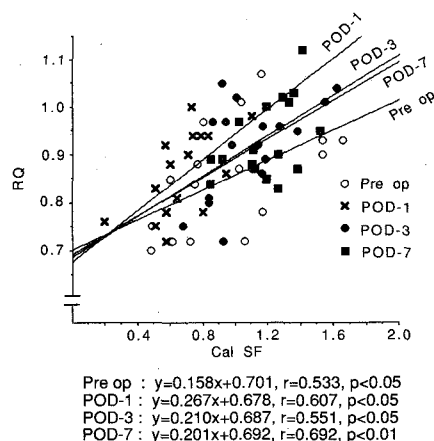


図8 大腸癌症例におけるエネルギー充足度と非蛋白呼吸商の関係

POD: 術後経過日数, Cal SF: エネルギー充足度, RQ: 非蛋白呼吸商

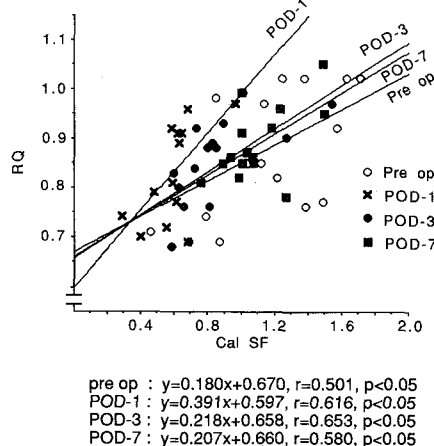


図9 胃癌症例におけるエネルギー充足度と非蛋白呼吸商の関係

POD: 術後経過日数, Cal SF: エネルギー充足度, RQ: 非蛋白呼吸商

められなかった。

6. エネルギー充足度と平均非蛋白呼吸商との関係 (図8, 9)

エネルギー充足度と平均非蛋白呼吸商との関係は、各時期で両症例とも有意な1次相関関係が認められ、それらの1次回帰直線と相関係数は次のようであった。

大腸癌症例では、

術前 $y = 0.158x + 0.701$, $r = 0.533$, $p < 0.05$,

第1病日 $y = 0.267x + 0.678$, $r = 0.607$, $p < 0.05$,

第3病日 $y = 0.210x + 0.687$, $r = 0.551$, $p < 0.05$,

第7病日 $y = 0.201x + 0.692$, $r = 0.692$, $p < 0.01$,

であった (図8)。

胃癌症例では、

術前 $y = 0.180x + 0.670$, $r = 0.501$, $p < 0.05$,

第1病日 $y = 0.391x + 0.597$, $r = 0.616$, $p < 0.05$,

第3病日 $y = 0.218x + 0.658$, $r = 0.653$, $p < 0.05$,

第7病日 $y = 0.207x + 0.660$, $r = 0.580$, $p < 0.05$

であった (図9)。

非蛋白呼吸商を1, すなわち燃焼しているエネルギー基質が100%ブドウ糖であるエネルギー充足度を上記の回帰直線より求めると、大腸癌症例で術前1.89, 術後第1病日1.21, 第3病日1.49, 第7病日1.53であり、胃癌症例で各々1.83, 1.03, 1.57, 1.64であった。エネルギー充足度はエネルギー投与量をエネルギー消費量で割ったものであり、各時期の平均エネルギー消費量は既知であるので、エネルギー充足度にエネルギー消費量を掛けるとエネルギー投与量が求められる。すなわち、大腸癌症例はエネルギー投与量が術前49kcal/kg, 術後第1病日33kcal/kg, 第3病日45kcal/kg, 第7病日45kcal/kgであるとき非蛋白呼吸商が1となる。胃癌症例は各々52kcal/kg, 28kcal/kg, 44kcal/kg, 46kcal/kgであるとき非蛋白呼吸商が1となる。

回帰直線の傾きは前項と同様に、両症例とも術後第1病日が最も大きく、徐々に術前の傾きに近づいた。しかし、各病日間に有意差はみられず、両症例間の比較でも有意差は認められなかった。

考 察

1. エネルギー消費量とエネルギー投与量の関係について

平均エネルギー消費量と平均エネルギー投与量の推移をみると、大腸癌、胃癌症例とも平均エネルギー投与量の変化にもかかわらず、平均エネルギー消費量は26~29kcal/kgとあまり変化がみられなかった。すなわち、大腸癌、胃癌症例の待機手術後に用いたエネルギー投与量の範囲 (15~35kcal/kg) では有意なエネルギー消費量の増加は起こらないと考えられた。

2. 窒素投与量と窒素平衡よりみた今回の手術侵襲の評価

窒素平衡は生体の異化、同化の状態を比較的に正確に反映しており、手術侵襲を表わす1つの指標であると言われている²²⁾²³⁾。また窒素投与量にも影響を受ける。今回の両症例では窒素投与量に差はみられたが、窒素平衡で有意差がみられず同様の推移を示し、しかも術後第3病日に両症例とも正転しているので手術侵襲に差はないものと考えられた。

3. 手術侵襲によるエネルギー消費量の増加について

手術侵襲によるエネルギー消費量の増加の程度については議論の多いところである。

1970年にKinneyら²⁴⁾は合併症の認められない待機手術患者 (主に虫垂炎、鼠径ヘルニア、胆石症患者など) でエネルギー消費量を測定し、術後エネルギー消費量の変化はHarris-Benedictの式より求めた予測値の10%以内の増加率で、統計学的に有意の増加ではなかったと述べている。しかしその後、Ruttenら²⁵⁾は軽度から中等度の異化状態において窒素平衡を正の状態に保つには、予測値の1.75倍から2.0倍のエネルギー消費量の増加があるため、それに見合ったエネルギー投与を行うことを勧めている。また、Gazzanigaら⁹⁾は45±3kcal/kgにエネルギー投与量を固定して間接熱量測定を実施した結果、エネルギー消費量は男性では予測値の1.75倍より大きく、窒素平衡も全体として負であり、女性では予測値の1.75倍で、窒素平衡も全体として正であったと述べるなど、

異化状態においてはかなりのエネルギー消費量の増加があると報告している。

一方、Long ら²⁰⁾は待機手術患者でのエネルギー消費量の増加率は、予測値と比較して24%前後であると述べ、Kinney らの10%以内よりやや多いと報告しているが、Rutten らのエネルギー消費量に見合ったエネルギー投与量では明らかに過剰投与であると指摘している。Mann ら¹⁰⁾もエネルギー消費量の予測値の1.75倍は実測値と比べ大きく、異化を防ぐには予測値の1.16倍程度のエネルギー投与で十分であるとしている。Brandi ら²⁷⁾も手術侵襲自体のエネルギー消費量の増加に及ぼす影響は、約7%と少ないことを報告している。本邦においても、切田ら¹⁸⁾や稲葉ら¹⁹⁾が術後重症患者におけるエネルギー消費量の増加は15~45%程度であると報告している。

このように、以前は手術侵襲によってエネルギー消費量は著明に増加するといわれていたが、最近のエネルギー消費量を測定した結果に基づく報告では、手術侵襲によるエネルギー消費量の増加は意外に少ないと考えられている。

著者の成績では、予測エネルギー消費量に対するエネルギー投与量と予測エネルギー消費量に対するエネルギー消費量との関係を表わす回帰直線より導いた回帰直線の傾きは、大腸癌症例で術前33.3%、術後第1病日40.5%、第3病日35.9%、第7病日31.8%であった。術前値と比較すると、それぞれ術後第1病日7.2%、第3病日2.6%、第7病日-1.5%の増加であった。胃癌症例は各々27.4%、53.9%、41.3%、35.3%で、術前値と比較すると、各々26.5%、13.9%、7.9%の増加であった。術前における回帰直線の傾きから求めたエネルギー消費量の増加率はエネルギー投与によって増加するエネルギー消費量の増加、すなわち *nutritional induced thermogenesis* を表わしている。従って、上記の大腸癌、胃癌症例の術後第1病日での増加分である7.2%、26.5%という値は、術後第1病日の手術侵襲によるエネルギー消費量の増加率といえることができる。胃癌症例では大腸癌症例に比べ手術侵襲によるエネルギー消費量の増加率が大きい。術後第1病日の増加率26.5%

という値は、Long らのいう待機手術の術後エネルギー消費量の増加率とほぼ同等であった。すなわち、これらの増加率はKinney や Long らのエネルギー消費量の増加率に近似すると考えられた。

また、術後のエネルギー消費量の増加に関しては、大腸癌、胃癌症例とも全ての回帰直線間で傾きに有意差が認められず、手術侵襲によるエネルギー消費量の増加率は、統計学的に有意なものではなかった。

4. エネルギー充足度と非蛋白呼吸商との関係からみたエネルギー投与量について

非蛋白呼吸商からみたエネルギー投与量の検討では、Feuer ら²⁸⁾や Hester ら²⁹⁾は非蛋白呼吸商が0.8~0.95の間にあるときは3種類のエネルギー基質が利用されており、栄養管理は適切であると報告している。稲葉ら¹⁹⁾は非蛋白呼吸商0.9前後を目標にエネルギー投与しており、切田ら¹⁸⁾は非蛋白呼吸商1.0前後でエネルギー消費量以上のエネルギー投与量が望ましいと述べるなど種々の見解がみられている。投与基質に脂肪を用いない条件下では、理論上は非蛋白呼吸商が1であるときに最も効率のよいエネルギー燃焼がおこるので、著者の検討では呼吸商の目標を1に設定した。

今回の症例についてエネルギー投与量を非蛋白呼吸商からみると、大腸癌症例では術後第7病日で平均値がほぼ1であり、症例によってはエネルギー投与量の過剰があることを示していた。また胃癌症例では術後非蛋白呼吸商は平均0.8台であり、エネルギーの追加投与が可能であることを示していた。また第7病日での差は術後7日間でのエネルギー投与量に差が生じたためと考えられた。非蛋白呼吸商はエネルギー投与量を比較的良好に反映し、大腸癌症例と胃癌症例のエネルギー投与量の違いをよく表わしており、エネルギー投与量の増減の判断の助けとなることが考えられた。

大腸癌症例では、求めた1次回帰直線より非蛋白呼吸商が1となるエネルギー投与量は術前49 kcal/kg、術後第1病日33kcal/kg、第3病日45 kcal/kg、第7病日45kcal/kgであり、胃癌症例では各々52kcal/kg、28kcal/kg、44kcal/kg、46

kcal/kgであった。両症例を比較すると、各時期とも近似した値であり、これらから術後第1病日は約30kcal/kg、第3、第7病日は約45kcal/kgがエネルギー投与量の目標になることが示された。術後第1病日に関する報告はないが、術後第3、7病日に関しては真島ら³⁰⁾がほぼ一致した値を提唱している。大腸癌、胃癌症例における中等度の手術侵襲では、各時期ともこの程度のエネルギー投与量なら有効に利用されると考えられた。

しかし、これらの数値は相関関係を認めた1次回帰直線より求めた理論上の値である。今回の検討に用いた回帰直線の相関係数は必ずしも高いものではなく、実際のエネルギー投与にあたっては上記の値を参考にしながら個々の症例で間接熱量測定を行い、非蛋白呼吸商が1を越えないように管理することが望ましいと思われた。また、今回の検討はグルコースとアミノ酸のみの投与という条件下のものであり、今後の課題として脂肪乳剤を併用しての検討が必要であると考えられた。

5. rapid turnover protein について

今回の症例について rapid turnover protein とエネルギー消費量との間には統計学的に有意な関係はみられなかった。しかし、教室の金³¹⁾はエネルギー投与量と prealbumin, retinol binding protein との間に有意な相関関係をみたと報告している。術後早期の retinol binding protein の平均変化率の推移は、エネルギー投与量を反映している可能性もあり、今後の検討課題であると考えられた。

結 論

1. 大腸癌、胃癌とも術後第7病日までの平均エネルギー消費量は、26~29kcal/kgと大きな変化を示さなかった。また臨床上用いられるエネルギー投与量ではエネルギー消費量への影響は少ないと考えられた。

2. 大腸癌、胃癌の待機手術侵襲では術後第1病日のエネルギー消費量の増加はそれぞれ7%、26%であったが、統計学的には術前と有意差はなく、これら手術の侵襲がエネルギー消費量に与える影響は少ないと考えられた。また、両症例間で窒素平衡にも有意差はなく、手術侵襲に差はないと考えられた。

3. 大腸癌、胃癌での術後栄養管理ではエネルギー投与量は、術後第1病日で30kcal/kg、術後第3、7病日で45kcal/kgが1つの目標になる。しかし、実際のエネルギー投与においては個々の症例に間接熱量を測定し、非蛋白呼吸商が1を越えないように管理することが望ましいと考えられた。

稿を終えるにあたり、ご校閲を賜りました浜野恭一教授、ならびに終始、ご指導、ご助言をいただいた城谷典保講師に深謝致します。またご協力いただいた、金 英字博士、加藤一彦、松本匡浩、呉 兆礼各先生をはじめとする東京女子医科大学第二外科学教室各位に深謝致します。

なお本稿の要旨の一部は第27回日本外科代謝栄養学会（1990年7月京都）にて発表した。

文 献

- 1) Heatley RV, Williams RHP, Lewis MH: Preoperative intravenous feeding—A controlled trial. *Postgrad Med J* 55: 541-545, 1979
- 2) Mullen JL, Buzby GP, Matthews DC et al: Reduction of operative morbidity and mortality by combined preoperative and postoperative nutritional support. *Ann Surg* 192: 604-613, 1980
- 3) Sheldon GF, Petersen SR, Sanders R: Hepatic dysfunction during hyperalimentation. *Arch Surg* 113: 504-508, 1978
- 4) Askanazi J, Rosenbaum SH, Hyman AI et al: Respiratory change induced by the large glucose loads of total parenteral nutrition. *JAMA* 243: 1444-1447, 1980
- 5) Askanazi J, Nordenstrom J, Rosenbaum SH et al: Nutrition for the patient with respiratory failure: Glucose vs. fat. *Anesthesiology* 54: 373-377, 1981
- 6) Askanazi J, Weissman C, Rosenbaum SH et al: Nutrition and the respiratory system. *Crit Care Med* 10: 163-171, 1982
- 7) Baker JP, Detsky AS, Stewart S et al: Randomized trial of total parenteral nutrition in critically ill patients: Metabolic effects of varying glucose-lipid ratios as the energy source. *Gastroenterology* 87: 53-59, 1984
- 8) Vo NM, Waycaster M, Acuff RV et al: Effects of postoperative carbohydrate overfeeding. *Am Surg* 11: 632-635, 1987
- 9) Harris JA, Benedict FG: A biometric study

- of basal metabolism in man. Carnegie Institute of Washington DC, publication number 297: 233-250, 1919
- 10) **Gazzaniga AB, Polachek JR, Wilson AF et al**: Indirect calorimetry as a guide to caloric replacement during total parenteral nutrition. *Am J Surg* 136: 128-133, 1978
 - 11) **Mann S, Westenskow DR, Houtchens BA**: Measured and predicted caloric expenditure in the acutely ill. *Crit Care Med* 13: 173-177, 1985
 - 12) **Weissman C, Kemper M, Damask MC et al**: Metabolic rate in the postoperative critical care patient. *Crit Care Med* 13: 280, 1985
 - 13) **van Lanschot JJB, Feenstra BWA, Vermeij CG et al**: Calculation versus measurement of total expenditure. *Crit Care Med* 14: 981-985, 1986
 - 14) **van Lanschot JJB, Feenstra BWA, Looijen R et al**: Total parenteral nutrition in critically ill surgical patients: Fixed vs tailored caloric replacement. *Intensive Care Med* 13: 46-51, 1987
 - 15) **Jequier E**: Measurement of energy expenditure in clinical nutritional assessment. *JPEN* 11: 86-89, 1987
 - 16) **Wier JB de V**: New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 109: 1-9, 1949
 - 17) **Head CA, McManus CB, Seitz S et al**: A simple and accurate indirect calorimetry system for assessment of resting energy expenditure. *JPEN* 8: 45-48, 1984
 - 18) **切田 学, 原口義座**: 腹部手術後の人工呼吸管理症例のエネルギー代謝と栄養管理—間接熱量測定と人工膝を用いた栄養管理の意義—. *J JPEN* 10: 17-32, 1988
 - 19) **稲葉英夫, 平澤博之, 佐藤二郎ほか**: Indirect Calorimetry による重症患者における代謝の研究. *日外会誌* 87: 1265-1274, 1986
 - 20) **八木 誠, 松尾吉庸, 根津理一郎ほか**: 重症感染症における Indirect Calorimetry. *外科と代謝・栄養* 19: 407-408, 1986
 - 21) **雨海照祥, 平井慶徳, 真田 裕ほか**: 先天性表皮水疱症例の栄養管理についての1考察—間接的カロリメトリーから—. *外科と代謝・栄養* 19: 409-410, 1986
 - 22) **木村信良**: 外科と代謝・栄養. *外科 Mook*, No. 3 (近藤芳夫編), pp63-73, 金原出版, 東京(1978)
 - 23) **岩佐正人, 岩佐幹恵, 小越章平**: 術前・術後管理における栄養療法の適応. *外科治療* 65: 273-279, 1991
 - 24) **Kinney JM, Duke JH Jr, Long CL et al**: Tissue fuel and weight loss after injury. *J Clin Pathol* 23: 65-72, 1970
 - 25) **Rutten P, Blackburn GL, Flatt JP et al**: Determination of optimal hyperalimentation infusion rate. *J Surg Res* 18: 477-483, 1975
 - 26) **Long CL, Schffel N, Geiger JW et al**: Metabolic response to injury and illness: Estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN* 3: 452-456, 1979
 - 27) **Brandi LS, Oleggini M, Lachi S et al**: Energy metabolism of surgical patients in the early postoperative period: A reappraisal. *Crit Care Med* 16: 18-22, 1988
 - 28) **Feuer I, Mullen JL**: Bedside measurement of resting energy expenditure and respiratory quotient via indirect calorimetry. *Nutr Clin Pract* 1: 43-49, 1986
 - 29) **Hester DD, Lawson KM**: Suggested guidelines for use by dietitians in the interpretation of indirect calorimetry data. *J Am Diet Assoc* 89: 100-101, 1989
 - 30) **真島吉也, 足立英雄, 早乙女勇ほか**: 高カロリー輸液下の適正アミノ酸と投与カロリーに関する検討. *術後代謝研究会誌* 11: 417-421, 1977
 - 31) **金 英宇**: 消化器癌患者に対する術前短期の IVH の意義. *東女医大誌* 61: 562-571, 1991