岡山医誌（1992）104，885～895

間接熱量測定による消化器手術後のエネルギー代謝の検討

― 投与量・投与経路の比較 ―

岡山大学医学部第二外科学教室（指導：寺本　滋教授）

吉　實　　憲

（平成4年6月19日受稿）

Key words：間接熱量計，経腸栄養，経静脈栄養，代謝熱量

緒　　言

外科栄養法には経静脈栄養法（TPN）と経腸栄養法（EN）があり，適応は類似しているが病態に応じて使い分けられている．消化器手術後にはTPNが施行されることが多いがENは投与経路が生理的であり，腸管粘膜が保持され感染・免疫能に関し有利であることなどから再評価されつつある[8-20),32-42)]．TPNとENの栄養効果についてはほぼ同程度と考えられているが蛋白代謝やエネルギー面での研究はあまりなされていない．またエネルギー必要量は間接熱量計により病態に応じて測定されるようになったが投与熱量あるいは投与経路による検討は少ない．今回著者は消化器手術後の栄養投与においてTPNとENの異なった投与経路，および投与熱量の異なるENでエネルギー代謝，栄養指標について比較，検討したので報告する．

対象と方法

1．対象（表1）

岡山大学第二外科において消化器手術後2週間以上経口摂取が制限された症例中，肝，腎，呼吸器および内分泌疾患など，間接熱量測定に支障を来たす合併症のない24例を対象とした[1)]．EN下に著しい下痢をきたした症例や，TPN施行中にカテーテル熱が疑われた症例は除外した．

2．実　験　群

投与熱量および投与経路により次の3群に分けた．

I群　経腸栄養30Cal/kg/日（EN30）n＝8

II群　経腸栄養40Cal/kg/日（EN40）n＝8

III群　経静脈栄養30Cal/kg/日（TPN）n＝8

ENはエレンタールを使用し，TPNはこれとほぼ等しい組成のものを使用した．3群間に年齢，性別，体重の有意差は認められなかった．

3．投与方法および測定項目

図1にスケジュールを示す．ENは手術後一般状態が安定し，腸蠕動の回復が確認されてから注入を開始した．投与量は3～4日間かけて漸増し，維持量に到達させた．TPNもENと同様のスケジュールに従って投与した．

ENは術中に空腸へ8 Frのシリコンチューブを挿入して作成した空腸瘻より24時間かけて持続注入を行った．

間接熱量測定はDeltatrac Metabolic Monitor（Datex社，Finland）を用い，自発呼吸下にてCanopy modeで測定した．測定はエネルギー代謝の安定する早朝空腹時（通常午前6時）より開始した．測定値の安定した60分間の酸素消費量（$\dot{V}O_2$），二酸化炭素産生量（$\dot{V}CO_2$）の毎分値を平均し，Weirの式[21)]より安静時熱消費量（REE）を算出した．このspot値を1日のエネルギー消費量とした[31)]．基礎代謝熱量（BEE）はHarris Benedictの式[22)]より算出した．

この計測の終了後，図1に示す栄養評価項目の測定を行った．TSF，AMCの標準値は金[23)]の日本人の値を用い，％TSF，％AMCで表

表1 対 象

群	症例	疾患	手術	性	年齢	体重	身長
	NM	食道癌	食道全摘術	M	63	59	164
	AH	食道破裂	破裂修復術	M	57	68	164
	MA	胃癌	胃全摘術	F	58	45	154
	MO	胃癌	胃全摘術	M	55	41	163
I	YF	膵癌	膵頭・十二指腸切除術	M	65	50	155
	SE	胃癌	胃全摘術	M	79	52	159
	MN	胃癌	胃全摘術	M	58	52	168
	HS	胃癌	胃全摘術・胆嚢摘出術	F	67	44	150
					(62.8± 7.8)	(51.4± 8.8)	(159.6± 6.2)
	TH	食道癌	食道・空腸吻合術	F	53	33	145
	MU	食道癌	下部食道切除術	F	51	43	160
	AH	胃癌	胃亜全摘術	M	58	65	164
	AH	食道癌	食道全摘術	M	49	51	168
II	KF	膵癌	膵頭・十二指腸切除術	M	53	53	166
	TO	食道癌	食道・咽頭全摘術	F	65	40	145
	SI	胃癌	膵頭・十二指腸切除術	M	71	47	158
	YH	胃癌	胃切除術	F	50	46	142
					(56.3± 7.9)	(47.3± 9.5)	(156.0±10.5)
	SF	胃癌	胃全摘術	M	40	64	178
	HN	大腸ポリポーシス	大腸全摘術	M	44	47	158
	KH	大腸癌	大腸左半切除術	F	70	31	141
	KK	大腸癌	大腸右半切除術	F	72	55	142
III	YA	胃肉腫	胃全摘術	F	69	52	149
	NS	胃癌	胃全摘術	M	66	59	172
	AN	総胆管癌	膵頭・十二指腸切除術	F	52	53	154
	MH	胃癌	胃切除術	M	63	58	163
					(59.5±12.5)	(52.4±10.0)	(157.1±13.4)

( ) : mean±SD

した.

測定時期は，術前安定期（以下術前），術後EN，TPN投与前(以下投与前)，維持量到達後3日目（以下投与後）の3回であった.

4．統計処理

数値は平均±標準偏差 (mean±SD) で表し，有意差検定は Student t-test で危険率5％以下を有意と判定した.

結 果

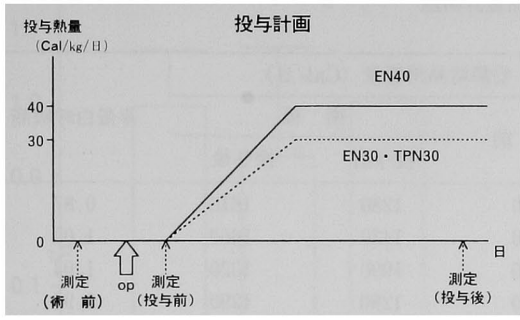
1．身体計測

各群の投与後の身体計測の結果を図2に示す.

％TSFは，EN30：88.3±30.5%，EN40：87.1±34.5%，TPN：80.8±38.2%であり，TPN群で低値を示したが有意差は認められなかった.％AMCは，EN30：90.2±8.4%，EN40：88.3±8.3%，TPN：93.1±10.8%であり，有意差は認められなかった.

2．代謝熱量（表2）

BEE(Cal/日)は，EN30：1156.8±133.5Cal，EN40：1148.8±149.1Cal，TPN：1201.3±196.5Calであり，3群間に有意差は認められなかった.1日投与熱量は，EN30：1541.3±263.5Cal，EN40：1890.0±381.7Cal，TPN：1575.0±300.9Calであった.当然のことであるがEN40は他の群より有意に高かった.



測定項目

BEE (basal energy expenditure)
REE (resting energy expenditure)
npRQ (nonprotein respiratory quotient)
TSF (triceps skinfold thickness)
AMC (arm muscle circumference)
Alb (albumin)
PA (prealbumin)
Tf (transferrin)
RBP (retinol binding protein)
BS
GOT
GPT
ALP

図1　実験方法

REE(Cal/日)は，術前のEN30, EN40, TPNの値はそれぞれ1222.5±154.8Cal, 1185.0±134.6Cal, 1243.8±213.5Calであった．投与前の値はそれぞれ1303.8±129.8Cal, 1285.0±250.5Cal, 1341.3±324.2Calであり，投与後の値はそれぞれ1415.0±209.7Cal, 1592.5±319.1Cal, 1303.8±293.9Calであった．術前，投与前は各群間に有意差はなく，投与後においてEN40はTPNより高値であった（$P<0.05$）．他の群間には有意差は認められなかった．

投与後の非蛋白呼吸商（npRQ）は，EN30, EN40, TPNはそれぞれ0.99±0.08, 0.92±0.15, 1.00±0.07であった．TPNが高値を示したが有意差はなく，いずれの群も糖質がエネルギー源となっていた（図3）．

% BEEの変動

% BEEはREE/BEEによって求められ，エネルギー代謝亢進の程度を示す．術前および投与前は各群間に有意差は認められなかったが投与後はEN40, EN30, TPNの順に高く，全ての群間に有意差がみられた（図4）．

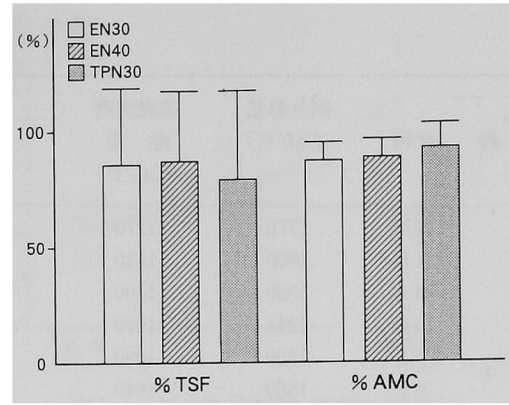


図2　投与後の身体計測

栄養投与前後での $\dot{V}O_2$ の変動

栄養投与前後の酸素消費量の比は，%で表すと，EN30, EN40, TPNはそれぞれ106.1±13.2%, 123.7±12.0%, 95.4±7.5%であった．EN40, EN30, TPNの順に高く，全ての群間に有意差が認められた．

栄養投与前後でのREEの変動

栄養投与前後のREEの比は，%で表すと，EN40, EN30, TPNはそれぞれ108.7±13.0%, 124.5±12.1%, 97.8±7.3%であった．EN40, EN30, TPNの順に高く，全ての群間に有意差が認められた．栄養投与前後での各群の $\dot{V}O_2$ とREEの変動はほぼ同じ傾向を示した（図5）．

1日投与熱量と投与後のREEの比（エネルギー充足度）は，%で表すと，EN30, EN40, TPNはそれぞれ107.6±10.2%, 120.7±16.6%, 122.4±16.1%であった．EN30はEN40, TPNのいずれと比較しても有意に低かったが100%以上であった．EN40, TPN間には有意差は認められなかった．

1日投与熱量と投与後のREEの差（エネルギーバランス）は，EN30, EN40, TPNはそれぞれ98.5±124.7Cal, 316.5±238.1Cal, 271.3±189.0Calであった．EN30はEN40, TPNのいずれと比較しても有意に低かったが正値であった．EN40, TPN間には有意差は認められなかった（図6）．

3．血漿蛋白

投与後のRTPは，RBPがEN30, EN40, TPNはそれぞれ1.60±0.96mg/dl, 1.84±0.77

表2 代謝熱量計測値

群	症例	投与熱量 (Cal/日)	基礎消費熱量 (Cal/日)	安静時熱消費量 (Cal/日) 術前	術後 投与前	術後 投与後	非蛋白呼吸商
I	NM	1770	1270	1360	1280	1610	0.87
	AH	1800	1410	1520	1430	1660	1.00
	MA	1350	1100	1090	1090	1320	1.04
	MO	1248	1070	1060	1290	1290	0.96
	YF	1500	1090	1190	1160	1190	1.03
	SE	1560	1040	1220	1420	1600	1.06
	MN	1560	1230	1240	1450	1530	0.90
	HS	1320	1040	1100	1310	1120	1.09
		(1513.5 ±202.5)	(1156.3 ±133.5)	(1222.5 ±154.8)	(1303.8 ±129.8)	(1415.0 ±209.7)	(0.994 ±0.078)
II	TH	1320	990	1150	1000	1280	1.16
	MU	1800	1120	1050	1280	1550	0.98
	AH	2600	1390	1470	1570	2050	0.72
	AH	2112	1280	1200	1540	2090	0.74
	KF	2120	1270	1240	1590	1570	0.83
	TO	1600	1000	1070	1190	1460	0.95
	SI	1880	1020	1210	1100	1510	1.03
	YH	1840	1120	1090	1010	1230	0.97
		(1909.0 ±382.3)	(1148.8 ±149.1)	(1185.0 ±134.6)	(1285.0 ±250.5)	(1592.5 ±319.1)	(0.923 ±0.150)
III	SF	1920	1570	1450	1800	1770	0.92
	HN	1410	1210	1430	1440	1480	0.95
	KH	930	880	830	780	760	1.09
	KK	1650	1090	1180	1030	1100	1.01
	YA	1590	1110	1080	1250	1240	1.03
	NS	1770	1290	1270	1450	1420	0.92
	AN	1590	1210	1270	1350	1330	1.02
	MH	1740	1250	1440	1630	1330	1.07
		(1575.0 ±300.9)	(1201.3 ±196.5)	(1243.8 ±213.5)	(1341.3 ±324.2)	(1303.8 ±293.9)	(1.001 ±0.065)

( ) ; mean±SD

mg/dl, 2.93±1.04mg/dlであった. TPN がEN30, EN40のいずれと比較しても有意に高かった. EN30, EN40間に有意差は認められなかった. PA はそれぞれ13.9±8.3mg/dl, 16.2±6.7mg/dl, 23.1±5.5mg/dlであった. RBP と同様に, TPN がEN30, EN40のいずれと比較しても有意に高く, EN30, EN40間には有意差は認められなかった. Tf はそれぞれ216±108mg/dl, 187±63mg/dl, 205±57mg/dlであった. EN30が高値を示したが有意差は認められなかった.

投与後の Alb は, EN30, EN40, TPN はそれぞれ3.22±0.68g/dl, 3.22±0.41g/dl, 3.36±0.53g/dlであった. TPN が高値を示したが有意差は認められなかった.

半減期が短かく蛋白栄養状態を鋭敏に反映する RTP では, RBP, PA において TPN が有意な高値を示した (図7).

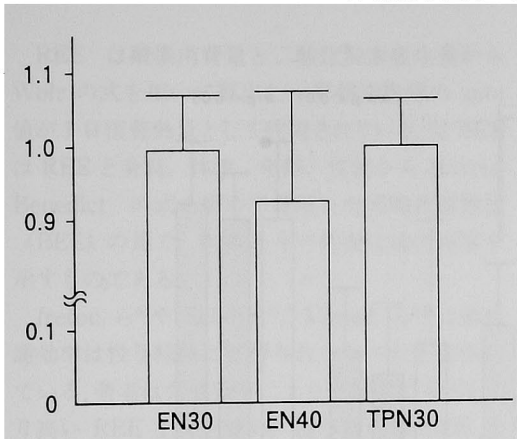


図3　投与後の非蛋白呼吸商

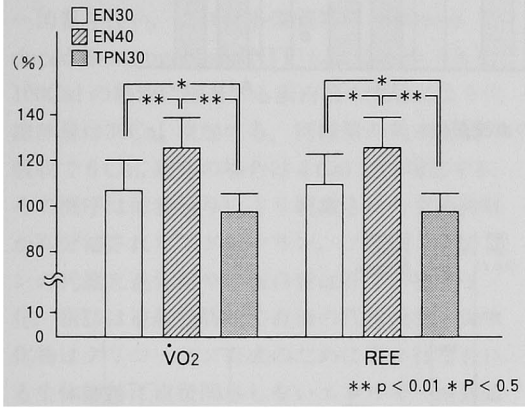


図5　酸素消費量・安静時熱消費量の投与前後比

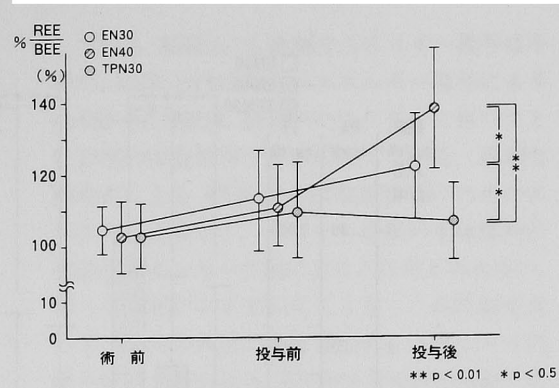


図4　安静時熱消費量・基礎熱消費量比

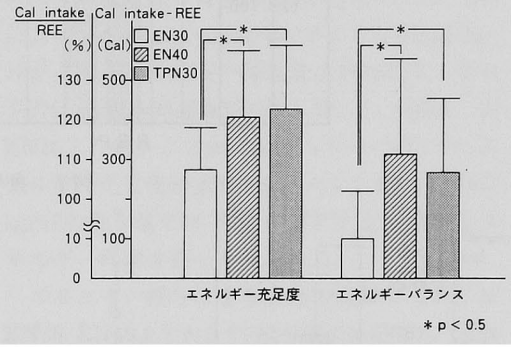


図6　投与熱量・投与後安静時熱消費量

4．血　　糖

投与後の血糖値は，EN30，EN40，TPN はそれぞれ，127.9±33.6mg/dl，118.5±14.0mg/dl，155.5±36.8mg/dlであった．TPN がEN40より有意に高かった．他の群間には有意差は認められなかった．

栄養投与前後での血糖の変動を△%で表わすと，EN30，EN40，TPN はそれぞれ，−6.2±19.1%，−6.2±13.7%，34.9±30.7%であった．TPN がEN30，EN40のいずれと比較しても有意に高かった．EN30，EN40間には有意差は認められなかった．

栄養投与前後の血糖上昇，投与後血糖値のいずれも TPN が高かった（図8）．

5．肝　機　能

投与後の肝機能は，GOT が，EN30，EN40，TPN はそれぞれ33.0±21.9IU/1，47.6±47.6IU/1，31.5±14.2IU/1であった．GPT はそれぞれ35.1±34.9IU/1，68.4±62.2IU/1，28.1±14.1IU/1であった．ALP はそれぞれ132.5±46.1IU/1，174.0±84.8IU/1，117.9±34.6IU/1であった．

これらの3項目の肝機能は EN40が高値を，TPN が低値を示したが，有意差は認められなかった（図9）．

考　　察

Winitz[24]や Kaminski[25]により始められた成分栄養による経腸栄養法（EN）は，経静脈栄養法（TPN）とともに非経口栄養法の両輪ともいえるものであるが，消化器手術後の栄養法としては TPN が頻用される傾向にある．EN は腸を介した消化，吸収の生理に準じた栄養法であり，Moore ら[19]は手術直後より開始した EN が術後感染症を減少させ，肝での蛋白合成を促進したと報告している．Magnusson ら[20]は EN 投与群では TPN 群よりインスリン分泌が良好で，

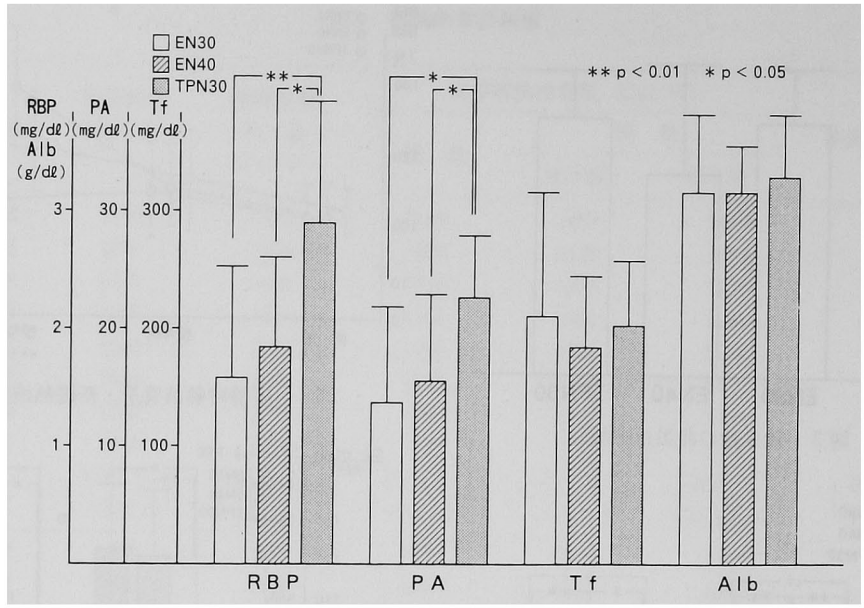


図7 投与後の血漿蛋白

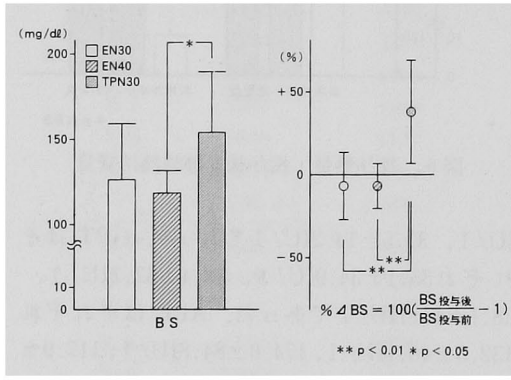


図8 投与後の血糖値・血糖増加率

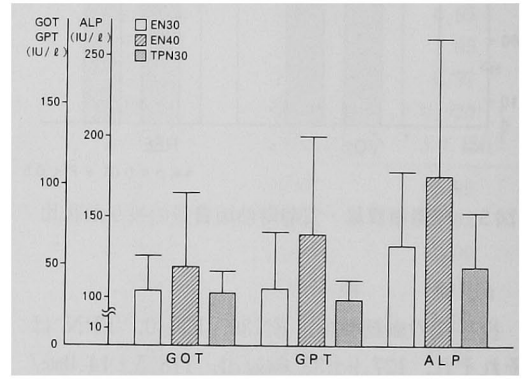


図9 投与後の肝機能

術後疼痛に対して投与した鎮痛剤の量が少なかったと報告している．望月ら[9]はEN投与により，TPNより迅速な術後の窒素バランス正転を認めたと報告している．またENはTPNで問題となる肝内胆汁うっ滞による肝障害が回避され，自己制御される水分摂取により術後の心肺合併症予防にも有効である[31-35]．

そこで著者はENとTPNをエネルギー代謝，栄養評価を基に比較，検討した．

さらに，術後非経口栄養におけるエネルギー過剰投与は二酸化炭素の産生増加による呼吸負荷，代謝性アシドーシスの発生，肝内脂肪蓄積等の副作用を招く危険が伴い，過不足のない適正なエネルギー投与が必要である．一般的には，侵襲下のエネルギー必要量は侵襲の大きさに応じて120～160% BEEを目安とし，予定腹部外科手術では約120% BEEのエネルギー投与が適当とされている[1-7),15),31)]．

そこで，ENで二種類のエネルギー量を投与し，投与経路と合わせ比較，検討した．

著者の対象群において約120% BEEは30Cal/kg/日，約160% BEEは40Cal/kg/日に各々相当していた．そこで，EN30Cal/kg/日，EN40Cal/kg/日，TPN30Cal/kg/日の3投与法を用いてENの投与熱量が安静時消費熱量（REE）に与える影響とTPNとの比較を検討してみた．

REE は酸素消費量と二酸化炭素産生量から Weir の式を用いて算出し，早朝空腹時の spot 値が1日消費熱量として代用されている．% BEE は REE と身長，体重，年齢，性別から Harris-Benedict の式を用いて算出した基礎代謝熱量（BEE）の比で，エネルギー代謝亢進の程度を示すものである．

Ireton ら[8]や Schutz[11]，Vernet ら[12]は熱代謝効率は投与経路に影響されなかったと報告している．著者は栄養投与により EN30で TPN より高い REE 上昇を認め，投与後の% BEE も高値を認めた．

各栄養素は投与された後に不可避的エネルギー消費を伴い，これは各栄養素の nutrient induced thermogenesis（NIT）によるものである．100Cal の熱源に相当する蛋白質の吸収により代謝熱量は30Cal 増加する．同様量の炭水化物の吸収で 6 Cal，脂肪の場合は 4 Cal だけ増加する．その機序は栄養投与により刺激された交感神経から分泌されたアドレナリン，ノルアドレナリンの代謝亢進作用や，蛋白質は肝での脱アミノ化，脂肪は遊離脂肪酸の直接の代謝刺激，炭水化物はグリコーゲン合成のために各々行なわれる生体維持に直接関与しないエネルギー消費で投与経路に関わらず起こるものであり，通常の EN，TPN では投与熱量の約10%に相当するとされている[1]．従って栄養投与後の REE のうち投与熱量の約10%分は差し引いて評価する必要がある．これによると，EN30は約109% BEE であったが TPN は約95% BEE と BEE を下まわっており，TPN の場合は生体維持に参加するエネルギー代謝は BEE を満たしていなかった．

最近間接熱量計が代謝熱量の測定に用いられるようになるにつれて多くみられるようになった重症患者の REE の報告は約110～130% BEE の範囲にある[2)-8)]．著者の測定した術後栄養投与前の REE もほぼこの範囲であったが，エネルギーの投与により EN40 は EN30より高い REE の上昇と高い% BEE を示した．切田ら[27]も投与熱量が REE を増大させる大きな因子であることを報告している．また切田ら[6]は重症患者において投与エネルギーが REE を少しでも越えると余剰分は必ずしも利用されていないと報告している．稲場ら[7]も過剰なエネルギー投与は不利で，REE とほぼ等しいエネルギー投与により npRQ を0.9前後，窒素バランスを正に保つことが合理的栄養管理であると述べている．過剰な糖負荷による REE 上昇は脂肪合成のためのエネルギー消費など，必ずしも術後の生体維持に有益なエネルギー代謝によるとは考えられない．従って REE を下まわることなくこれに最も近いような投与熱量が最も合理的なエネルギー代謝を招くと思われる．EN30は EN40と比較してエネルギーバランスは有意に 0 に近く，またエネルギー充足度も有意に100%に近かった．EN による栄養投与は40Cal/kg/日よりも30Cal/kg/日がより適正値に近い投与量と思われる．また TPN は投与熱量がEN30と等しく，REE が EN30より低いことからエネルギーバランス，エネルギー充足度が EN30より大きくなり，30Cal/kg/日の投与量では EN が TPN より良好なエネルギー代謝を招くと思われる．

エネルギー投与による血糖の変動は TPN が EN30，EN40より大きく，投与後の血糖値も TPN が高かった．原田ら[13]は消化管ホルモン，血糖の推移において TPN より EN が良好であったと報告している．五関ら[32]は EN 症例の消化管ホルモンに術後早期より術前と同様な反応を認めた．肝はエネルギー代謝における最も重要な場であり，血中のインスリン濃度は門脈血中の糖濃度により決定されると言われている．EN により投与された糖分は TPN のごとく末梢血に希釈されることなく高濃度のまま門脈血中へ移行し，良好に維持された膵内分泌等を刺激し，TPN より安定した耐糖能を招いたと思われる．これはより高エネルギー量の EN40が TPN より低い血糖を示したことからも支持されると思われる．

Bower ら[16]は上部消化管手術症例20例の術後栄養を EN と TPN で比較したところ，術後7日目までの間 TPN の RBP が上昇に転じた以外他の RTP，Alb は全て減少傾向を脱することはできず，差はみられなかったと報告した．細田ら[28]は胃癌全摘手術症例26例の術後栄養を EN と TPN で比較し，Alb，RTP 全てに差はみられず，また広範囲リンパ節郭清に伴う乳糜

腹水発生例ではENが十分な栄養効果を示さなかったと報告した．またMuggia-Sullamら[17]は消化器手術症例19例の術後栄養をENとTPNで比較したところ，Alb，RTPに有意差はみられなかったが悪性疾患例においてはENの血漿蛋白がTPNより低かったと報告した．著者の実験対象群は24症例中22例が悪性疾患でその内20例が根治手術に伴う広範なリンパ節郭清を受けており，リンパ漏およびうっ滞，乳糜腹水，腸管壁の浮腫，循環障害，消化管切除に伴う糖質以外の成分の吸収率低下[29]等の影響によりEN群のRBP，PAの低値を来したと考えられる[30]．またMaiz[18]らはENラットにおいては肝蛋白量の維持が優先するために肝での蛋白合成が低下するとしたが，術後短期間ではこれが原因の1つかもしれない．

小島ら[29]は術後5～7日目においてEN群のGOT，GPTがTPNより有意な高値を示したことを報告している．著者は差を認めなかったものの，EN40のGOT，GPT，ALPが全て高い傾向を認めた．これは特に高エネルギー量のENの流入による肝・胆道系の酵素誘導のための一過性の上昇や，栄養投与ルートの変更に伴う門脈系微小循環の変化，ENによる腸肝循環の回復，高エネルギー量投与による肝への負荷等が原因と考えられる[29]．

TSF，AMCにおいて有意差を得るためにはさらに長期にわたる栄養投与が必要と思われる．

結　論

消化器手術後EN30Cal/kg/日，EN40Cal/kg/日，TPN30Cal/kg/日の栄養投与を行い，代謝熱量，栄養指標，血糖，肝機能を基に投与経路，投与量について比較，検討した．

1）30Cal/kg/日の投与量では，ENのREEはTPNより高く，投与熱量に近かった．NITによるエネルギー消費量を差し引いた代謝熱量はENはBEEを上まわっていたが，TPNはBEEを満たしてなかった．またENの血糖はTPNより低く維持され，ENの方が良好なエネルギー代謝を招くと思われた．

2）ENでのエネルギー投与においては，30Cal/kg/日のREEが40Cal/kg/日より低く，また30Cal/kg/日の方が良好なエネルギーバランスを示した．過剰な糖負荷によるREE上昇は必ずしも術後の生体維持に有益なエネルギー代謝によるとは限らず，30Cal/kg/日の方が適正な投与熱量に近いと思われた．

3）血漿蛋白は蛋白代謝の変化に鋭敏なRBP，PAでTPNが高く，術中のリンパ循環系への侵襲，腸管浮腫等の器械的侵襲がENの吸収に影響したと思われた．

4）肝機能，身体計測においては3群間で有意差はみられなかった．

消化器手術後の非経口栄養法においてエネルギー代謝からみるとEN30Cal/kg/日が最も良好と思われた．またリンパ系，腸管への過度な侵襲はENにおける蛋白代謝に支障を来たすと考えられた．

稿を終えるにあたり，御指導，御校閲を賜った恩師寺本　滋教授に感謝を捧げると共に，種々の助言と御尽力をいただいた曽田益弘博士に深謝します．

なお，本論文の要旨は，第6回日本静脈・経腸栄養研究会において発表した．

文　献

1）城戸良弘，森　武貞：臨床栄養における間接熱量測定法とその意義．医のあゆみ（1989）**149**，251—253.

2）米山公造，城谷典保，金　英宇，平泉泰自，滝口　進，亀岡信悟，馬淵原吾，浜野恭一：大腸癌患者における術後早期のエネルギー消費量の検討（第1報）．日本静脈・経腸栄養研究会誌（1989）**4**，172—174.

3）沖村英二，村上卓夫，本間喜一，城野憲史，丹黒　章，西川雅裕，林　弘人，鈴木　敞：食道癌術後患者における代謝動態および栄養管理．日本静脈・経腸栄養研究会誌（1989）**4**，176—179.

4）Elwyn DH：Nutritional requirements of adult surgical patients. Crit Care Med（1980）**8**，9—20.

5）島田孝男，溝田　弘，中谷哲也，三浦　仁，中本盛仁，畑山　聖，木下幸大，石井脩夫：ICU入室患者に

対する間接熱量測定の有用性．麻酔 (1988) **37**, 71.

6) 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膵臓を用いた栄養管理の意義―．JJPEN (1988) **10**, 17—32.

7) 稲葉英夫, 平澤博之, 佐藤二郎, 渡辺　敏, 橘川征夫：Indirect calorimetry による重症患者における代謝の研究．日外会誌 (1986) **87**, 1265—1273.

8) Ireton-Jones CS and Turner WW Jr : The use of respiratory quotient to determine the efficacy of nutrition support regimens. J Am Diet Assoc (1987) **87**, 180—183.

9) 望月英隆, 玉熊正悦, 渡辺千之, 森岡恭彦：消化器外科術後栄養管理における成分経腸栄養法の効果―他の栄養法との比較を中心に―．外科と代謝・栄 (1985) **19**, 118—124.

10) Heymsfield SB, Hill JO, Evert M, Casper K and DiGirolamo M : Energy expenditure during continuous intragastric infusion of fuel. Am J Clin Nutr (1987) **45**, 526—533.

11) Schutz Y : Nutrient-induced thermogenesis in enteral and parenteral nutrition. Beitr Infusionsther (1989) **25**, 227—240.

12) Vernet 0, Christin L, Schutz Y, Danforth E Jr and Jéquier E : Enteral versus parenteral nutrition : Comparison of energy metabolism in lean and moderately obese woman. Am J Clin Nutr (1986) **43**, 194—209.

13) 原田和則, 金光徹二, 村上明利, 本明宜彦, 加古博史, 有馬幸一, 水本誠一, 吉仲一郎, 平田稔彦, 前田将臣, 清原英雄, 大島茂樹, 三隅厚信：消化器外科における経腸栄養の有用性―臨床的, 実験的解析による TPN との比較―．Digestion & Absorption (1990) **13**, 137—140.

14) Blackburn GL, Moldawer LL, Usui S, Bothe A Jr, O'keefe JD and Bistrian BR : Branched chain amino acid administration and metabolism during starvation, injury, and infection. Surgery (1979) **86**, 307.

15) 岩佐正人：食道疾患患者（特に食道癌）に対する投与熱量の決定．JJPEN (1986) **8**, 433—436.

16) Bower RH, Talamini MA, Sax HC, Hamilton F and Fischer JE : Postoperative enteral vs parenteral nutrition. Arch Surg (1986) **121**, 1040—1045.

17) Muggia-Sullam M, Bower RH, Murphy RF, Joffe SN and Fischer JE : Postoperative enteral versus parenteral nutritional support in gastrointestinal surgery. Am J Surg (1985) **149**, 106—112.

18) Maiz A, Sobrado J, Moldawer LL, Blackburn GL and Bistrian BR : Protein dynamics during refeeding of protein-depleted rats : effects of increasing amino acid intake by TPN or enteral continuous feeding. J Nutr (1984) **114**, 75—88.

19) Moore FA, Moore EE and Jones TN : TEN vs TPN following major abdominal trauma reduced septic morbidity. J Trauma (1989) **29**, 916—923.

20) Magnusson J, Trenberg KG and Jeppsson B : Enteral versus parenteral glucose as the sole nutritional support after colorectal resection — A prospective randomized comparison. Scand J Gastroenterol (1989) **24**, 539—549.

21) Weir JB : New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. J Physiol (1949) **109**, 1—9.

22) Harris JA and Benedict FD : A biometric study of basal metabolism in man. Carnegie Institute of Washington Publication, Washington D.C. (1919) pp223—250.

23) 金　昌雄, 岡田　正, 井村賢治：身体計測．医のあゆみ (1982) **120**, 387—395.

24) Winitz M, Seeman DA and Graff J : Studies in metabolic nutrition employing chemically defined diets. Am J Clin Nutr (1970) **23**, 525—545.

25) Kaminski MV Jr : Enteral hyperalimentation. Surg Gynecol & Obstet (1976) **143**, 12—16.

26) 森 昌造：食道癌術後の栄養管理．JJPEN (1990) **12**, 1316—1323.
27) 切田 学, 原口義座, 水内 厚, 星野正己, 酒井基広, 若林利重：間接熱量測定の経験．外科と代謝・栄 (1987) **21**, 163—164.
28) 細田信道, 西 正晴, 広実伸郎, 渡辺 直, 日置紘士郎, 山本政勝：胃全摘術後早期からの経腸栄養—TPNとの比較．JJPEN (1987) **9**, 115—120.
29) 小島善詞, 西 正晴, 細田信道, 平松義文, 日置紘士郎, 山本政勝：食道癌術後栄養管理における TPN と EN の比較．JJPEN (1987) **9**, 107—113.
30) 佐藤 博, 小越章平：臨床外科栄養．医学書院, 東京 (1979) pp 4 —16.
31) 平田隆彦, 島田康弘, 西村匡司, 信永玲子, 吉矢生人：投与エネルギー量の指標としての間接的熱量測定．外科と代謝・栄 (1984) **18**, 112—116.
32) 五関謹秀, 下重勝雄, 延澤 進, 山崎 繁, 滝口 透, 吉野邦英, 遠藤光夫：食道癌の術後栄養管理—術後早期よりの経腸栄養の有用性について．日外会誌 (1988) **89**, 1363—1366.
33) Fletcher JP and Little JM : A comparison of parenteral nutrition and early postoperative enteral feeding on the nitrogen balance after major surgery. Surgery (1986) **100**, 21—24.
34) Ellis LM, Copeland EM III and Souba WW : Perioperative nutritional support. Surg Clin North Am (1991) **71**, 493—507.
35) 五関謹秀, 山崎 繁, 伊藤金一, 滝口 透, 吉野邦英, 遠藤光夫：術後早期からの経腸栄養による食道癌栄養管理の有用性．日外会誌 (1990) **91**, 1656.
36) 南部卓三, 近持信男, 小山茂樹, 北村裕展, 藤山佳秀, 中木高夫, 中條 忍, 中川雅夫, 馬場忠雄, 細田四郎：各種疾患における中心静脈栄養と経腸栄養—栄養効果および合併症・副作用の解析．JJPEN (1986) **8**, 847—852.
37) 寺澤孝幸, 西平哲郎：担癌患者に対する栄養管理における Pit fall．JJPEN (1990) **12**, 155—160.
38) 碓井貞二, 坂本昭雄, 磯野可一：経腸栄養と経静脈栄養．外科 (1987) **49**, 1140—1144.
39) Cerra FB, Shronts EP, Raup S and Konstantinides N : Enteral nutrition in hypermetabolic surgical patients. Crit Care Med (1989) **17**, 619—622.
40) 平泉泰自, 城谷典保, 金 英宇, 浜野恭一：胃癌手術症例における術後早期よりの経腸栄養法—IVH との比較．東女医大誌 (1989) **59**, 409—415.
41) Nacht CA, Schutz Y, Vernet O, Christin L and Jéquier E : Continuous versus single bolus enteral nutrition — Comparison of energy metabolism in humans. Am Phisiol Society (1986) E **251**, E524—E529.
42) 田近貞克, 吉田真佐人, 真保 俊, 斎藤寿一, 田沢賢次, 伊藤 博, 藤巻雅夫：胃全摘及び食道再建術後の栄養管理．新薬と臨 (1982) **31**, 841—847.

The effect of nutritional intake on energy metabolism in postoperative patients after gastrointestinal surgery

Ken YOSHIZANE

Second Department of Surgery,

Okayama University Medical School,

Okayama 700, Japan

(Director : Prof. S. Teramoto)

Many studies have shown that enteral nutrition (EN) has nutritional effects comparable to total parenteral nutrition (TPN). However, the energy metabolism of the two different nutritional methods remains undefined. The two nutritional methods were compared by measuring the resting energy expenditure (REE) and nutritional assessment in postoperative patients after gastrointestinal surgery. The effects of different amounts of EN were also evaluated. Patients were divided into three groups : Patients who were fed by EN of 30 Cal/kg/day (Group I, EN 30 : n=8), patients who were fed by EN of 40 Cal/kg/day (Group II, EN 40 : n=8), and patients who were fed by TPN of 30 Cal /kg/day (Group III, TPN : n=8). REE was measured by the Datex indirect calorimetry and nutritional assessment included the measurements of triceps skinfold thickness (TSF), arm muscle circumference (AMC), albumin and rapid turnover proteins. %REE/BEE of EN30, EN 40 and TPN was 122.5 ± 14.3%, 138.2 ± 16.8% and 107.6 ± 10.5% respectively. The RQ for the three groups was about 1.0, which means the energy source of all regimens is carbohydrate. The TPN group showed a significantly higher RQ than the EN groups, but there was no difference in albumin or transferrin. There was no difference in nutritional effect between EN 30 and EN 40. No difference was found in anthropometric effects among the three groups.

These findings suggest that 30 Cal/kg/day would be preferable to 40 Cal/kg/day in energy supply of enteral nutrition and that the energy expenditure of EN is higher than that of TPN under 30 Cal/kg/day nutrition. There is no difference among the three methods in terms of nutritional effects.