

〔一般演題〕

食道癌手術後の \dot{V}_{O_2} , \dot{V}_{CO_2} , R の連続測定

橋本光三* 磨田裕* 山口修* 竹原哲彦*

大塚将秀* 奥津芳人* 沼田克雄**

はじめに

呼吸, 循環不全, 縫合不全などの術後合併症を減少させるために, 術後の適切な栄養管理が望まれている。十分な経口摂取ができず, 術前から低栄養状態に陥ることが多い食道癌患者では, より適切な栄養管理が必要であると思われる^{1,2)}。今回われわれは, 食道癌手術後に ICU に入室した患者 8 例に対して, 酸素摂取量 (\dot{V}_{O_2}), 炭酸ガス排出量 (\dot{V}_{CO_2}), ガス交換比 (R) の連続測定を行い, 食道癌手術後患者のエネルギー代謝量を求めて, その栄養管理について検討を加えた。

対象ならびに方法

1) 対象

対象となった症例を表 1 に示す。年齢 43~75 歳で平均 57±8 歳 (平均±標準偏差, 以下同様)。男 6 例, 女 2 例であった。身長 161±7 cm, 体重 50.6±11.3 kg, 体表面積 1.51±0.18 m² であつ

た。術前には重篤な呼吸, 循環, 腎機能障害, 糖尿病などの合併症は認めていない。手術は 7 例が食道全摘術, 1 例が食道切除術であった。麻酔は全例, 笑気, 酸素, エンフルレンで行われており, 手術時間 464±94 分, 麻酔時間 553±105 分であった。

2) 方法

術後 ICU に入室後, 全例にエングストローム社製 ERICA ベンチレータを装着して人工呼吸を行ったが, それからウィニングするまでを測定期間とした。測定時間は 4050±1061 分であった。 \dot{V}_{O_2} , \dot{V}_{CO_2} , R は Engström Metabolic Computer³⁾ を用いて 10 分ごとに測定し, エネルギー代謝量も以下に示すような式により同時に算出された。

$$\dot{V}_I = \sum_0^{60S} \dot{V}_{TI}$$

$$K = \frac{1 - F_{I O_2} - 0.0003}{1 - F_{E O_2} - F_{E CO_2}}$$

表 1 症例

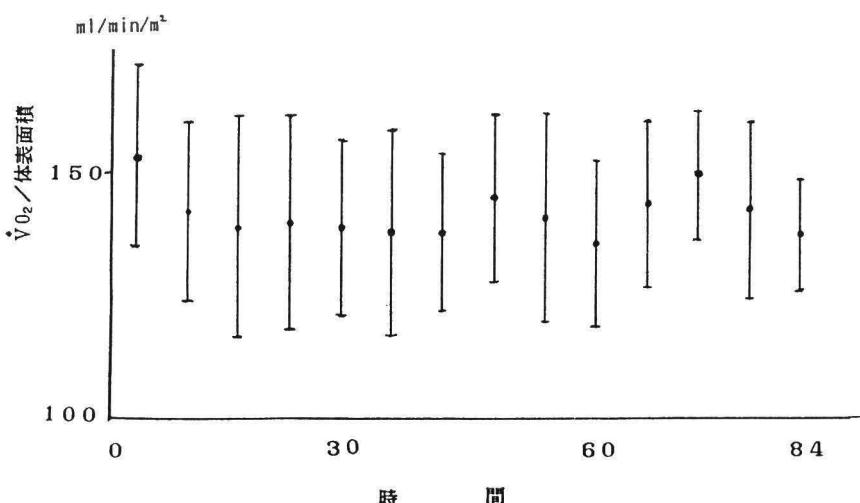
| 症例 | 年齢 (歳) | 性別 | 身長 (cm) | 体重 (kg) | 体表面積 (m ²) | 施行手術 |
|-----------|-----------|----|------------|---------------|---------------------------|-----------------|
| 1 | 75 | 男 | 162 | 47.0 | 1.48 | 食道切除, 頸部皮膚食道瘻 |
| 2 | 51 | 女 | 156 | 56.0 | 1.55 | 食道全摘, 胃再建 |
| 3 | 55 | 男 | 162 | 47.5 | 1.48 | 食道全摘, 噴門切除, 胃再建 |
| 4 | 55 | 男 | 176 | 77.0 | 1.93 | 食道全摘, 胃腔切除, 胃再建 |
| 5 | 57 | 男 | 162 | 48.0 | 1.49 | 食道全摘, 胃再建 |
| 6 | 43 | 女 | 153 | 44.0 | 1.38 | 食道全摘, 胃再建 |
| 7 | 58 | 男 | 155 | 35.5 | 1.27 | 食道全摘, 胃再建 |
| 8 | 58 | 男 | 162 | 49.5 | 1.51 | 食道全摘, 回結腸再建 |
| 平均 ±SD | 57 ±8 | | 161 ±7 | 50.6 ±11.3 | 1.51 ±0.18 | |

* 横浜市立大学医学部麻酔科学教室

** 東京大学医学部麻酔学教室

表 2 食道癌手術後人工呼吸中の $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, R, エネルギー代謝量, 投与カロリー量の測定結果

| 時間 | $\dot{V}O_2$ ml/min/m ² | $\dot{V}CO_2$ ml/min/m ² | R | エネルギー代謝量 kcal/day/m ² | 投与カロリー量 kcal/day/m ² |
|-----------|---------------------------------------|--|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| ~6 | 168 | 126 | 0.76 | 1060 | 318 |
| ~12 | 157 | 124 | 0.80 | 971 | 271 |
| ~18 | 152 | 119 | 0.79 | 962 | 324 |
| ~24 | 153 | 127 | 0.81 | 1001 | 391 |
| ~30 | 152 | 124 | 0.78 | 1035 | 453 |
| ~36 | 151 | 120 | 0.81 | 949 | 537 |
| ~42 | 150 | 123 | 0.81 | 965 | 591 |
| ~48 | 160 | 135 | 0.85 | 1003 | 648 |
| ~54 | 154 | 127 | 0.83 | 975 | 609 |
| ~60 | 148 | 129 | 0.86 | 993 | 671 |
| ~66 | 158 | 129 | 0.82 | 1025 | 736 |
| ~72 | 160 | 137 | 0.86 | 1029 | 768 |
| ~78 | 156 | 137 | 0.86 | 1025 | 756 |
| ~84 | 150 | 128 | 0.86 | 975 | 835 |
| 平均 ±SD | 155 ±5 | 128 ±5 | 0.82 ±0.03 | 998 ±32 | 565 ±179 |

図 1 食道癌手術後人工呼吸中の $\dot{V}O_2$ の変化 (平均±標準偏差)

$$\dot{V}O_2 = \frac{Patm}{760} [\dot{V}I(FI_{O_2} - K \cdot FEO_{2})]$$

$$\dot{V}CO_2 = \frac{Patm}{760} [\dot{V}I(K \cdot FECO_{2} - 0.0003)]$$

$$RQ = \frac{K \cdot FECO_{2} - 0.0003}{FI_{O_2} - K \cdot FEO_{2}}$$

$$\text{エネルギー代謝量} = 1.32 \dot{V}O_2 (1.23RQ + 3.81)$$

(EMC オペレーションマニュアルより)

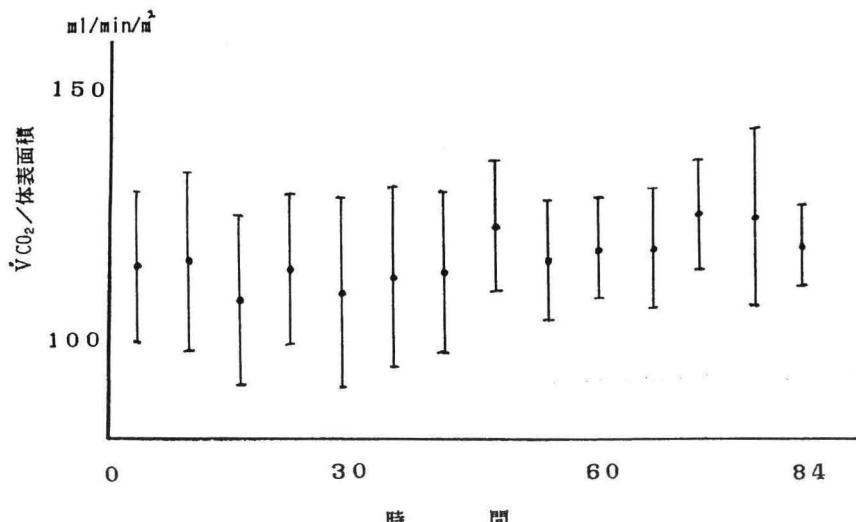
値は STPD に換算し、6 時間ごとの平均値として求めた。また実際に投与されたカロリー量は、その 6 時間に投与された輸液量から求めた。

結 果

結果を表 2 に示す。

1) $\dot{V}O_2$

図 1 は 6 時間ごとの平均 $\dot{V}O_2$ を体表面積で除

図 2 食道癌手術後人工呼吸中の $\dot{V}CO_2$ の変化 (平均士標準偏差)

したものであるが, $148 \sim 168 \text{ ml/min/m}^2$ とほぼ一定で平均 $155 \pm 5 \text{ ml/min/m}^2$ であった。

2) $\dot{V}CO_2$

図 2 は 6 時間ごとの平均 $\dot{V}CO_2$ を体表面積で除したものであるが, $119 \sim 137 \text{ ml/min/m}^2$ とほぼ一定で平均 $128 \pm 5 \text{ ml/min/m}^2$ であった。

3) R

R も $0.76 \sim 0.86$ で平均 0.80 ± 0.13 とやや低値であったが安定していた。

4) エネルギー代謝量と投与カロリー量

図 3 にエネルギー代謝量と投与カロリー量を示した。ガス交換量から算出されたエネルギー代謝量は 1 日量であるが, それを体表面積で除した値は $949 \sim 1060 \text{ kcal/day/m}^2$ と安定していて, 平均 $998 \pm 32 \text{ kcal/day/m}^2$ であった。また, 6 時間ごとに実際に投与されたカロリー量を 1 日量として換算した値の平均値を体表面積で除したものは, $271 \sim 835 \text{ kcal/day/m}^2$ であって, 投与カロリー量は漸増傾向にあった。

考 察

術後患者の積極的な栄養管理が重要視されてきているが, $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, R の連続測定による術後の完全静脈栄養法⁴⁾の報告もなされており, 患者の栄養管理のために $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, R の連続測定を行うことは大いに意義のあることと思う。

われわれは, 食道癌手術後の患者に限って人工呼吸中の $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, R の連続測定を行った。術前のコントロールは測定していないので比較することはできないが, 一般に術後の患者では安静時代謝量は 10~25% 程度増加するとされている。われわれの測定期間中の $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, R はほぼ一定であって, エネルギー代謝量も平均 998 kcal/day/m^2 と安定していた。

一方, 術後のカロリー補給はブドウ糖が主で, 術後早期は 5~10% ブドウ糖液が投与され, いわゆる高カロリー輸液用製剤の投与は術後 3~4 日以降に開始される症例が多かった。測定期間中に脂肪乳剤の投与が行われた症例は 1 例のみであった。術後の耐糖能低下による高血糖を避けるため, 術後早期は低カロリー投与で始まり, 徐々に增量される傾向にあった。しかし実際に投与されたカロリー量は算出されたエネルギー代謝量を大きく下回り, その差は術直後約 700 kcal/day/m^2 であり, 以後漸減したが, ウイニング直前でも 140 kcal/day/m^2 であった。

栄養管理においては投与される栄養素の種類と量が重要で^{5)~7)}, 術後早期からブドウ糖, 蛋白質, 脂質の適切な量による十分なカロリーを投与することにより, 異化作用の軽減, さらには異化期の短縮を認めている報告がある¹⁾²⁾⁴⁾。われわれの症例では, アミノ酸の投与を受けていたものは 4 例

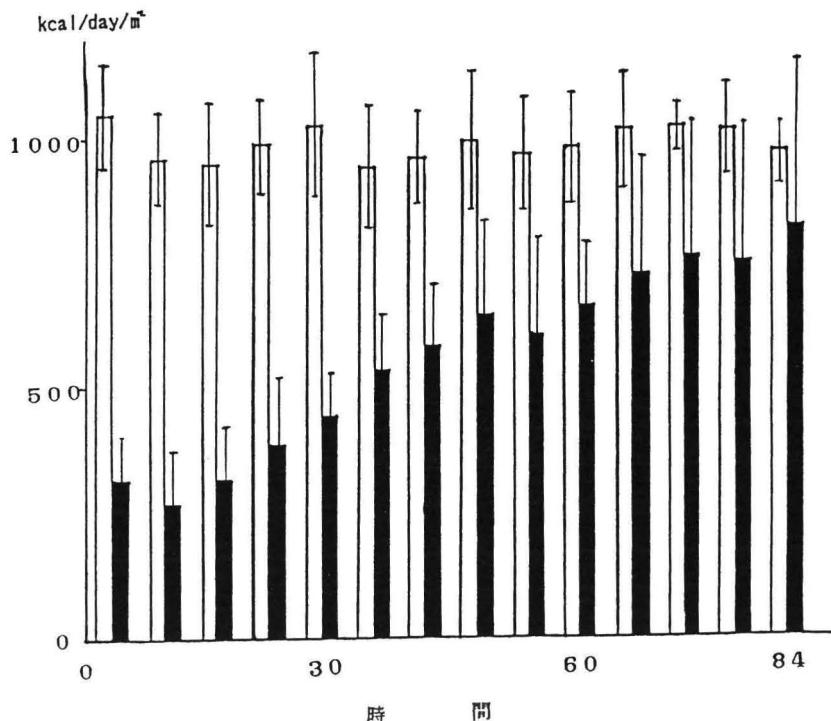


図3 食道癌術後患者のガス交換量より求めたエネルギー代謝量と投与カロリー量

□ エネルギー代謝量/体表面積
■ 投与カロリー量/体表面積

で、12~40 g/day であった。一般に考えられている必要量 1~2 g/kg/day と比べて少量であった。脂質については先に述べたように投与されたのは 1 例のみであった。

R は 0.76~0.86 で平均 0.80 とやや低値であった。患者の尿中窒素排出量などの測定は行っていないが、十分なカロリー投与がなされず、適切な栄養素も補給されなかつたことを考えると、体内の脂質、蛋白質がエネルギー源として消費されていたために低値を示したと思われる。

一般に術後の異化期は 1 週間前後とされているが、図4 の実線で示すように、今回の食道癌術後患者では激しい異化期の状態にある時に人工呼吸からウイニングがされていることになる。激しい異化期のウイニングの是非についてわれわれは明確に答えることはできないが、しかし、呼吸予備力の少ない患者においての栄養補給がかえってストレスになるという報告がある⁸⁾。激しい異化で体力の消耗している時期にブドウ糖中心の高カロリ

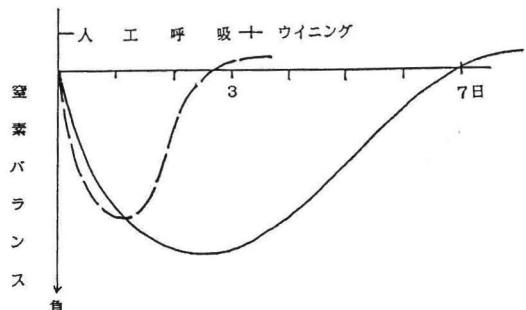


図4 食道癌手術後患者の窒素バランスとウイニングの時期（文献4）の図を参考にして作成）

--- 術後早期からの高カロリー投与で予想される窒素バランス
— 今症例にあてはまると思われる窒素バランス

一輸液が開始されて、ウイニングがされている今回の症例にとってもストレスになっていた可能性がある。図4 の破線で示すように、術後早期からの高カロリー投与と適切な栄養素の補給によって、異化の軽減、さらには異化期の短縮が可能であれば、同化期に入った状態でのウイニング、少なく

とも異化の軽減された状態でのウイニングを行うことができ、その方が患者にとってより望ましいことかも知れない。

術後早期からの高カロリー投与、栄養素の配合比など術後の栄養管理については議論の多いところであるが、今後さらに検討していきたい。

まとめ

- 1) 食道癌術後患者の人工呼吸中の $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, R の連続測定を行った。
- 2) $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, エネルギー代謝量をそれぞれ体表面積で除した値、そしてRはみなほぼ一定であった。
- 3) 投与されたカロリー量はエネルギー代謝量より少なく、投与する栄養素の種類とともに今後検討する必要である。

文 献

- 1) 木村孝哉: 侵襲下静脈栄養に関する臨床的研究. 日外会誌 80: 108-121, 1979
- 2) 安藤暢敏, 篠沢洋太郎, 大島 厚ほか: 食道癌術

中・術後の輸液・栄養. 臨床外科 41: 1129-1135, 1986

- 3) 河内正治, Sixten Bredbacka, Olof Norlander ほか, 人工呼吸療法下の代謝量測定. ICU と CCU 8: 905-911, 1984
- 4) 河内正治, 弓削孟文, 盛生倫夫 ほか: $\dot{V}O_2$ ・ $\dot{V}CO_2$ 連続測定による術後栄養管理. ICU と CCU 9: 1245-1252, 1985
- 5) 大柳治正, 松本邦彦, 光野孝雄ほか: 高カロリー輸液における糖質代謝. 臨床外科 28: 1647-1654, 1985
- 6) 武藤輝一, 岩淵 真, 小山 真ほか: 高カロリー輸液における蛋白, アミノ酸代謝. 臨床外科 28: 1657-1663, 1973
- 7) 山口栄一, 佐藤忠敏, 具 栄作ほか: 高カロリー輸液における脂質代謝. 臨床外科 28: 1665-1672, 1973
- 8) Askanazi J, Nordenstrom J, Rosenbaum SH, et al: Nutrition for the Patient with Respiratory Failure. Anesthesiology 54: 373-377, 1981