広範囲小腸切除の大腸運動機能におよぼす影響

弘前大学医学部 大内外科教室

(主任 大内清太教授)

小野 慶一 渡辺 襄 鈴木 行三 土田 博
阿保 優 杉山 譲 野崎 修一 杉沢 利雄

INFLUENCE OF EXTENSIVE RESECTION OF THE SMALL INTESTINE ON THE MOVEMENT OF THE LARGE BOWEL

Keiichi ONO, Noboru WATANABE, Kozo SUZUKI, Hiroshi TSUCHIDA, Masaru ABO,
Yuzuru SUGIYAMA, Shuichi NOZAKI and Toshio SUGISAWA

Department of Surgery, Hirosaki University Faculty of Medicine, Hirosaki
(Director: Prof. K. Oh-Uti)

An electromyographic study of the influence of extensive resection of the small intestine on the movement of the large bowels was carried out. Thirty mongrel dogs weighing 4 to 8 kg were used for experiments.

After one-third resection of the upper, middle or lower small intestine, electrical activity of the ascending colon was markedly repressed, while that of the descending colon was not so influenced.

The action potentials of the ascending colon almost disappeared after two-thirds resection of the upper, middle or lower small intestine, but the descending colon was not influenced by these procedures.

From the results mentioned above, it is considered that the function of the remaining small intestine after extensive resection was partially compensated by the ascending colon.

外科臨床では、広範囲小腸切除を必要とする場合は稀ではなく、これに関する研究はこれまで数多くなされている。しかし切除後の遺残腸管、特に大腸の運動病態生理については近藤^{1,2)}、山本³⁾の報告のほか、あまりみあたらず、特に電気生理学的方面からの検討は全くなされていない。

そこでわれわれは広範囲小腸切除後の大腸運動機能の病態生理について電気生理学的に検討をくわえた。すな

わち小腸の上 1/3 切除、中 1/3 切除、下 1/3 切除および上 2/3 切除、中 2/3 切除、下 2/3 切除の 6 群の広範囲切除犬をつくり、1 ヶ月後の左側結腸および右側結腸の運動機能はいかなる状態にあるものか、筋電図学的観察を行なった。また消化管平滑筋の収縮蠕動を促進するといわれるセロトニンの血中および腸管組織内分布の変動を測定し、広範囲小腸切除との関係をあわせ検討した。その結果、2・3 の知見を得たのでここに報告する。

I. 実験材料および方法

実験動物は体重 10kg 前後の成犬 30 頭を用い、24 時間絶食後、ラボナール静脈麻酔下に正中切開にて開腹し、まず教室常用の径 300 μ の銀-塩化銀双極電極を極間距離 3mm で右側結腸、左側結腸に漿膜側より刺入、縫着固定して、それぞれの部位の活動電位を時定数 0.03 秒の増巾器を介してペンレコーダーにて記録観察した。

その後小腸の空腸起始部から回腸末端部までの長さを

計測し、上、中、下の 3 部に等分し (図 1~6)、切除予定の小腸間膜静脈よりセロトニン測定に必要な血液を 10ml 採血した後、上 1/3、中 1/3、下 1/3、上 2/3、中 2/3 および下 2/3 の夫々の部分を切除し、2 層にて端々吻合を行ない閉腹した。各群とも 5 頭ずつの切除犬をつくり、1 ヶ月後再開腹して右側結腸、左側結腸の漿膜側から初回と同様の方法で活動電位を導出し比較観察し

図 1. 小腸上部 1/3 切除

図 4. 小腸上部 2/3 切除

図 2. 小腸中部 1/3 切除

図 5. 小腸中部 2/3 切除

図 3. 小腸下部 1/3 切除

図 6. 小腸下部 2/3 切除

た。さらに門脈血を採血した後、イヌを屠殺し小腸および大腸組織内のセロトニンを測定した。セロトニンの測

定法は Ashcroft と Crawford (1964)⁴⁾ の方法にしたがい、Faurand fluorophotometer で測定した。

II. 実 験 成 績

小腸非切除犬の右側結腸および左側結腸の活動電位は、図7に示すごとく、右側結腸では数コの spike 放電が burst を形成して規則正しく出現し、左側結腸では振巾が小さく、放電数の少ない活動電位がみとめられた。

図8は小腸の上1/3切除犬の1ヶ月後の右側結腸および左側結腸の活動電位で、右側結腸においては非切除犬のそれにくらべ同部の放電数の著明な減少がみられた。また左側結腸では振巾が小さく放電数の規則性が失なわれるようになった。

小腸の中1/3切除犬では右側結腸、左側結腸ともに規則性のある burst 形成がみとめられず、特に右側結腸では放電振巾が小さくなるように思われた。また左側結腸は上1/3切除犬と同様不規則な活動電位が出現するにすぎなかった(図9)。

小腸の下1/3切除犬でも前2者と同様、非切除犬にみられた放電活動の規則性は失なわれた(図10)。

つぎに小腸の上2/3を切除すると、右側結腸の活動電位は1/3切除の場合よりもさらに不活動となって抑制されるが、左側結腸では非切除と同様に規則正しい活動電

図 7. イヌの右側結腸 (C_A), 左側結腸 (C_D) の活動電位 (非切除犬)

図 8. 小腸の上 1/3 切除犬の右側結腸 (C_A), 左側結腸 (C_D) の活動電位

図 9. 小腸の中 1/3 切除犬の右側結腸 (C_A), 左側結腸 (C_D) の活動電位

図 10. 小腸の下 1/3 切除犬の右側結腸 (C_A), 左側結腸 (C_D) の活動電位

位がみられた (図 11).

中 2/3 を切除すると右側結腸にはほとんど放電活動が出現せず, これに反し左側結腸には振巾の大きい不規則な活動電位が出現するようになった (図 12).

また下 2/3 切除犬では中 2/3 切除の場合と同様, 右側結腸では活動電位が著しく抑制されほとんどみとめられ

なくなった. けれども左側結腸ではあまり著明な変化はなく, 広範囲小腸切除の影響はほとんどみとめられなかった (図 13).

つぎに, セロトニンを非切除, 1/3 切除, 2/3 切除犬の血中, 小腸ならびに大腸組織内で測定し比較すると, 表 1 のごとく, 小腸の切除量が増加するにしたがい, 大

図 11. 小腸の上 2/3 切除犬の右側結腸 (CA), 左側結腸 (CD) の活動電位

図 12. 小腸の中 2/3 切除犬の右側結腸 (CA), 左側結腸 (CD) の活動電位

図 13. 小腸の下 2/3 切除犬の右側結腸 (CA), 左側結腸 (CD) の活動電位

腸組織内セロトニンの量が減少する結果が得られた, しかし血中および小腸組織内セロトニンの量には有意の差はみとめられなかった.

表 1. 広範囲小腸切除後のセロトニンの変動

	非切除	1/3 切除	2/3 切除
血 中 (γ /ml)	0.43	0.42	0.49
小腸組織内 (γ /g)	4.17	5.88	4.32
大腸組織内 (γ /g)	8.37	4.05	2.73

III. 総括ならびに考 按

小腸と大腸は全く異なった運動をするといわれている⁵⁻⁹⁾. 小腸では振子運動, 浅蠕動波, 蠕動および分節運動の4つの運動型があるのに反し, 大腸では逆蠕動と緊張性収縮輪との協力によって小腸から送られた腸内容

から水分吸収が行なわれるといわれている. これら相異なる運動を営む2つの腸管のどちらか一方が広範囲に切除された場合, 生体防御反応の1つとして遺残腸管が他の腸管の機能を代償しうるものかどうか興味のあるとこ

ろである。すなわち Monari は短縮された小腸の代償的吸収が大腸が行なうと推論しているが、運動生理とくに電気生理の立場からこれを裏付ける報告はこれまであまりみられなかった。

われわれは外科临床上、やむを得ず広範囲に小腸を切除する症例に遭遇することは稀ではない。その際、術後遺残腸管特に大腸機能にかかる手術的侵襲がいかなる影響をもたらすものか、その病態生理についてはあまり立入った検討が加えられていない。最近、消化吸收の面からいわゆる医原性疾患としての吸収不良症候群がクローズアップされ、かかる立場から種々検討がなされるようになったが、やはり運動生理の立場からはくわしく検討がなされていないように思われる。

ところで小腸のどの程度の範囲を切除した場合に広範囲小腸切除といえるか、その定義についてはいまだ定説を得ておらず、従来よりいろいろ議論のあるところである。しかし一般的にいて切除許容限界を $1/2 \sim 2/3$ とするものが多く、近藤^{1,2)} は小腸の切除部位に着目し、消化吸收機能の面から小腸切除の限界を上部から $2/3$ 、下部から $3/4$ であるとし、上部からもまた下部からも $1/2$ 以上の切除をもって広範囲切除とよぶべきであるとしている。

われわれの実験もかかる見解を考慮にいれて、前述のごとく6通りの切除群をつくった。その結果、 $1/3$ 切除犬では上・中・下の3群のいずれにおいても右側結腸の放電活動が非切除犬のそれにくらべて著明に抑制され、また左側結腸においても放電群の規則性は失われ、右側結腸ほどではないが一応の抑制効果がみとめられた。この事実は大腸とくに右側結腸での内容輸送の抑制化によって水分の有効な吸収を実現しようとする生体防御反応の1つとも考えられる。すなわち小腸広範囲切除後における大腸の機能的代償作用の1つとも考えられる。

$2/3$ 切除犬では、上、中、下いずれの場合においても右側結腸の放電活動は $1/3$ 切除犬の場合よりもさらに著明に抑制されるようになる。このことは小腸の切除量が多いほど右側結腸の運動が抑制され腸内容の輸送を遅延させるという大腸の代償機序の一端を裏書きしているも

のと思われる。また $2/3$ 切除犬では左側結腸の活動電位のパターンにはあまり影響はみとめられなかった。とくに $2/3$ 切除群では正常放電活動とあまり変らないパターンを示していた。

小腸の $2/3$ 切除は近藤^{1,2)}、山本³⁾ らものべているように、いわゆる広範囲小腸切除の範疇に入るものと考えられる。そしてこの際における右側結腸放電活動の著明な抑制化傾向については、同部が発生学的に小腸と同じ中腸という起源を有し、血管支配、神経支配もひとしくする点などから考えて、機能代償の一種の表現と推定し得よう。けれども左側結腸の抑制化傾向はあまり著明でないという事実については、いかにこれを説明すべきか問題のあるところである。近藤はイヌを用いての実験でかかる小腸の広範囲切除後においては、大腸でまず機能的代償がおこなわれ、その後形態的代償があらわれるとのべている。山本も同様、遺残腸管の代償作用をみとめている。

これらの事実を考えあわせ、われわれの実験で得た大腸活動電位の抑制化傾向はかかる機能的代償の1つのあらわれとも考えられ興味深い。

セロトニンは1933年 Vialli と Erspamer が胃腸管粘膜の抽出物より分離して Enteramin と命名して以来、各方面からの研究がなされ、tryptophan 誘導体である5-hydroxytryptamine であることが判った。セロトニンはいろいろの薬理作用があるといわれ^{10,11)}、循環系、消化器系、呼吸器系、神経系に対するはたらきが最近知られるようになった。とくに平滑筋に対しては胃腸管などの収縮蠕動を促進し、臨床的に痙攣、下痢、嘔吐などの症状を招来する。

最近、ダンピング症候群におけるセロトニンの意義が注目されつつある¹²⁾。

われわれの実験では、小腸を広範囲に切除すると血中および小腸組織内のセロトニンは変化がみとめられないが、大腸組織内セロトニンは減少し、小腸の切除量が増すに従い、セロトニンの減少が著しくなった。このことは右側結腸の運動抑制になんらかの関連を有することが推測され興味深い知見と考えられる。

IV. むすび

広範囲小腸切除の大腸運動機能におよぼす影響を解明する目的で、30頭の成犬の小腸を上、中、下の3つの切除部位にわけ、上 $1/3$ ・中 $1/3$ ・下 $1/3$ および上 $2/3$ 中 $2/3$ ・下 $2/3$ 切除犬を作製し、1ヶ月後の右側結腸および左側結腸の運動機能を電気生理学的に検討するとともに、各切除群における血中、小腸ならびに大腸組織内のセロトニンの変動を測定しつぎの結果を得た。

1. 上 $1/3$ 切除犬の右側結腸の活動電位では非切除犬

のそれにくらべ放電数の著明な減少がみられ、左側結腸では振巾の小さい不規則な放電がみられた。

2. 中 $2/3$ 切除犬では右側結腸、左側結腸ともに放電活動は抑制され、非切除犬にみられた規則性は失われた。とくに右側結腸では振巾が減少した。

3. 下 $1/3$ 切除犬でも前2者と同様、非切除犬にみられた放電活動の規則性は失われた。

4. 上 $2/3$ 切除犬の右側結腸の活動電位は $1/3$ 切除の

場合よりもさらに著明に抑制されたけれども、左側結腸においては非切除犬とあまり変わらず比較的規則正しい放電活動が出現した。

5. 中2/3切除犬では右側結腸にはほとんど活動電位がみられず、これに反し左側結腸には振巾の大きい不規則な活動電位が出現した。

6. 下2/3切除犬の場合は中2/3切除犬と同様、右側結腸には活動電位が全くみとめられず、左側結腸では非切除犬とあまり変らない規則正しい放電活動がみられ

た。

7. セロトニンの変動は血中および小腸組織内では有意の差がなかったが、小腸の切除量が増すにしたがい、大腸組織内セロトニンの量は減少した。この事実は上述の大腸放電活動の抑制化傾向になんらかの意義を有するものと考えられる。

本論文の要旨は昭和41年7月21日、第8回日本平滑筋学会総会において発表した。

文

- 1) 近藤 悟：小腸広汎切除後の消化吸収機能に関する研究(その1). 日本外科学会雑誌, **61**, 371, 1960.
- 2) 近藤 悟：小腸広汎切除後の消化吸収機能に関する研究(その2). 日本外科学会雑誌, **61**, 1126, 1960.
- 3) 山本達郎：広汎小腸切除に関する実験的研究. 腸内容移動ならびに腸重量の変動. 日本外科学会雑誌, **64**, 645, 1963.
- 4) Ashcroft, G. W. & Crawford, T. B. B.: Estimation of 5-hydroxytryptamine in human blood. Clinica chemica acta, **9**, 364, 1964.
- 5) 福原 武：消化管運動の生理. 医学書院, 東京, 1953.
- 6) 横 哲夫, 鈴木泰三：平滑筋筋電図の基礎と臨床. 金原出版, 東京, 1966.

献

- 7) 福原 武：壁内神経細胞による胃腸運動調節の機序. 日平滑筋誌, **3**, 1, 1967.
- 8) 篠崎達世, 小見山喜八郎, 神 廉：小腸のX線診断. 総合臨床, **14**, 1682, 1965.
- 9) 植草 実：回盲部運動の病態生理. 外科診療, **9**, 1, 1967.
- 10) 田坂定孝：臨床内分泌学. 中外医学社, 東京, 1961.
- 11) 渋谷喜守雄, 斎藤純夫, 細谷貞一, 阿部悌郎：セロトニン, その外科的考察. 臨床外科, **11**, 795, 1956.
- 12) Thompson, T. J., Runcie, J. & Miller, V.: 5-hydroxyindoles and kinins in the carcinoid and dumping syndromes. Lancet, **5**, 986, 1966.

(1967年7月19日 受付)