



# 岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

イヌの実験的十二指腸閉塞および吻合後の胃運動と  
血液酸塩基平衡の変化について

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 出雲, 和彦, 工藤, 忠明, 圓山, 八十一 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/5492">http://hdl.handle.net/20.500.12099/5492</a>

## イヌの実験的十二指腸閉塞および吻合後の胃運動と 血液酸塩基平衡の変化について

出雲和彦・工藤忠明・圓山八十一

家畜外科学研究室

(1988年8月1日受理)

## Changes in electrical activities of stomach and blood acid-base balance after experimental obstruction and anastomosis of the canine duodenum

Kazuhiko IZUMO, Tadaaki KUDO and Yasokazu MARUYAMA

*Laboratory of Veterinary Surgery*

*(Received August 1, 1988)*

### SUMMARY

To study the gastric motilities and blood acid-base balance after the canine duodenum was obstructed or anastomosed, electrodes and strain gauges were sewn to the serosal surface of the body and pyloric portion of canine stomach. The intestine was transected on the caudal flexure of duodenum, and a purse-string suture was performed in all the dogs. In the anastomosis group, a standard method of side-to-side anastomosis was performed, but not in the obstruction group. Within 4 days after the operation, the electrical activities, arterial blood gas and serum electrolytes were measured.

All the dogs showed vomiting in the obstruction group, but not in the anastomosis group. On the 3rd postoperative day, the obstruction group showed higher carbon dioxide tension ( $PCO_2$ ) and lower potassium ion ( $K^+$ ) than the anastomosis group, and on the 4th day showed higher  $PCO_2$  and a higher rate of basic electric rhythm with spike potential bursts (rate of BER with SP = BER with SP / all BER) in the body of the stomach. On the 3rd and 4th day after the operation, the interdigestive myoelectric complex (IMC) of the anastomosis group was observed in one of the five dogs, but not in the obstruction group.

It was suggested that the obstruction group showed suppression of IMC by the lower level of  $K^+$ , and vomiting induced by a higher level of  $PCO_2$  and rate of BER with SP than the anastomosis group.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (53) : 385—392, 1988.

### 要 約

イヌの上位腸閉塞および吻合における胃運動と血液酸塩基平衡の関連を検討するため、胃体部と幽門部の漿膜面に筋電図用電極と収縮曲線導出用歪ゲージを縫着した。閉塞群は後十二指腸曲を閉塞し、吻合群は後十二指腸曲を側々吻合した。術後4日まで胃筋電図と動脈血ガスおよび血清電解質を測定した。

嘔吐は閉塞群の全例にみられたが、吻合群には認められなかった。術後3日には閉塞群に炭酸ガス分圧 ( $PCO_2$ )の上昇とカリウムイオン ( $K^+$ )の低下がみられ、4日には  $PCO_2$  の上昇および胃体部の spike potential bursts (SP) を伴う basic electric rhythm (BER) の発生率 (= SP を伴う BER の数 / 全 BER 数) の増加が認められた。術後3日と4日の筋電図に interdigestive myoelectric complex (IMC) が吻合群の

5 頭中 1 頭に観察されたが、閉塞群には観察されなかった。

以上の結果より、吻合群に比べ閉塞群の IMC の発生は  $K^+$  の低下により抑制され、嘔吐は  $PCO_2$  の上昇と SP を伴った BER の発生率の増加により誘発されたことが示唆された。

## 結 言

若齢犬に比較的起こりやすい、イヌの腸閉塞は排便困難と嘔吐を主徴する疾患である。主な原因は下位閉塞では異物性機械的閉塞及び上位閉塞では腸重積である<sup>1)</sup>。また、開腹手術後の癒着等により腸閉塞症状を示すことがある。症状は十二指腸ならびに空腸の上位閉塞では急性に経過し、1 週間以内に死亡する例がほとんどである。一方、回腸及び大腸の下位閉塞では比較的慢性に経過し、嘔吐も少なく、1~2 週間で死亡する例が多いが、稀には 3 週間以上生存する例もある。嘔吐と閉塞腸管内容の吸収に基因し、腸閉塞は患者の脱水と血清電解質の不均衡および血液酸塩基平衡の異常を生ずる<sup>2,3)</sup>。このため、血清電解質および血液ガスが腸閉塞時の検査項目として重視されている。

電気生理学的検査方法により、腸管の平滑筋運動の基礎ならびに病態生理は解明されつつある<sup>4-9)</sup>。しかし腸閉塞の研究においては閉塞部の上下腸管運動に関するものが主であり、閉塞時の胃運動を測定した記録は報告されていない。

本研究では、開腹手術後の上位腸閉塞発生を想定し、十二指腸の閉塞および吻合時の胃運動と血液酸塩基平衡の関係を追求するため、後十二指腸曲を閉塞あるいは吻合し、胃平滑筋の筋電図を観察するとともに血液ガスと血清電解質を測定した。

## 材料および方法

### 1) 電極および歪ゲージ

消化管筋電図用双極電極および消化管収縮曲線用歪ゲージを前報<sup>10)</sup>に従い作成した。なお、5 g, 10 g と 20 g の各負荷をかけて各ゲージを校正した。

### 2) 実験動物および手術方法

実験動物：臨床的に健康とみなされた、雑種犬 10 頭 (8~14 カ月齢, 体重 6~13 kg) を閉塞群および吻合群に等分し、実験に用いた。実験犬は手術前 24 時間以後、実験観察期間中絶食とし、飲水のみ自由とした。

麻酔：麻酔前投薬としてキシラジン 2 mg/kg を筋肉内投与後、ペントバルビタールナトリウム 12.5 mg を静脈内投与し、麻酔を行った。さらに、手術開始 1 時間後にキシラジン 1 mg/kg を筋肉内に投与した。

手術：上記麻酔下に室温 (25°C) にて開腹し、幽門より約 2 cm 口側の大弯と小弯との中間の胃幽門部および約 8 cm 口側の胃体部の 2 箇所筋電図導出用電極を縫着した。さらに、各電極より約 1 cm 口側に歪ゲージを縫着した (Fig. 1)。

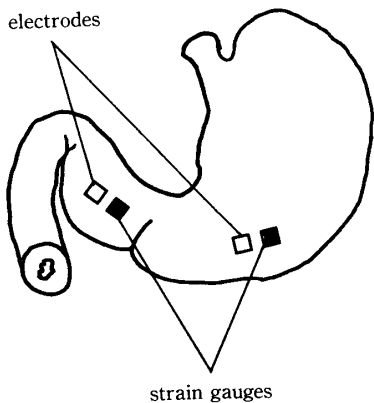


Fig. 1. Implantation of electrodes and strain gauges to the body and pyloric portion of stomach.

閉塞群では後十二指腸曲を切断し、腸管断端を各々巾着縫合により閉塞した。腸管吻合群では腸管閉塞群と同様の手術を実施後、腸管を側々吻合した。両群とも開腹開始 120 分後に閉腹した。

電極および歪ゲージからのコードは一括して腹部より皮下を通し、頸背部の切開創より体外に引き出し、筋電図および収縮曲線の記録時にポリグラフに接続した。

### 3) 筋電図と収縮曲線

手術後 4 時間, 1 日, 2 日, 3 日および 4 日に前報<sup>10)</sup>に従い筋電図と収縮曲線の記録を実施した。

胃筋電図 (Fig. 2) において、前報<sup>10)</sup>に従い、basic electric rhythm (BER) 発生頻度 (BER 数/分), spike potential bursts (SP) 持続時間および SP を伴う BER 発生率 (SP を伴う BER 数/全

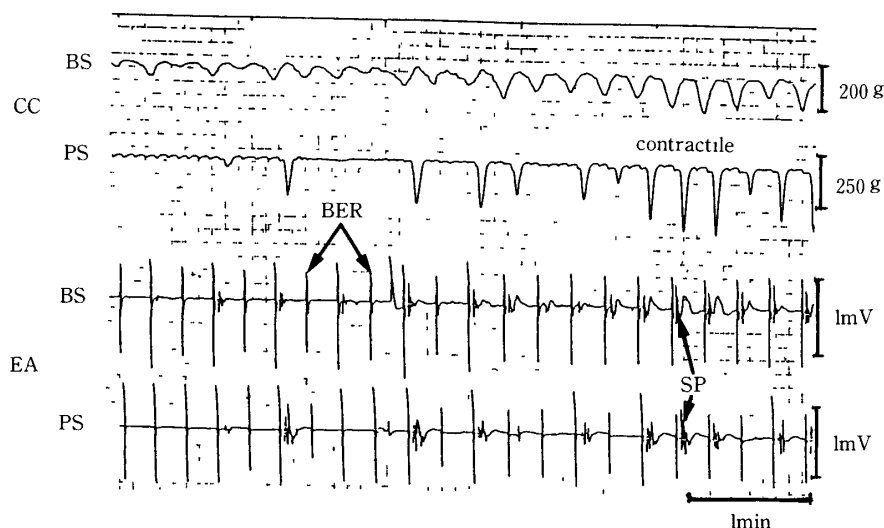


Fig. 2. Contractile curves (CC) and electrical activities (EA) of the body (BS) and pyloric portion (PS) of stomach. Contractile waves are shown in the contractile curves, and basic electric rhythm (BER) and spike potential bursts (SP) are shown in the electrical activities.

BER 数) を測定した。収縮曲線は SP の発生を確認するために観察した。

#### 4) 血液ガスおよび血清電解質の測定

採血は手術 1 時間前、手術後 4 時間、1 日、2 日、3 日と 4 日に実施し、前報<sup>11)</sup>に従い血液ガスおよび血清電解質 ( $\text{Na}^+$  と  $\text{K}^+$ ) を測定した。なお、塩素イオン ( $\text{Cl}^-$ ) は shales-shales 法<sup>12)</sup>により測定した。

#### 5) 統計処理

実験群間の差は student's t-test により、同一群内における差は paired t-test により処理した<sup>13)</sup>。

## 実験成績

### 1) 臨床所見

閉塞群：濃緑色を呈する吐液が手術後 1 日から連日観察された。また、蠕動音も聴取された。2 日までは比較的元気であり、起立または犬座姿勢を示していたが、3 日以降には元気消沈し、起立せず、横臥姿勢を維持していた。排尿回数および尿量は術前に比べ少なかった。排便はほとんどみられず、排便のあった例では少量の硬固便を示していた。

吻合群：嘔吐は観察されなかった。術後 1 日から比較的元気であり、起立または犬座姿勢を示していた。排尿回数および尿量は術前とほとんど変わらなかった。排便はほとんど見られなかったが、排便のあった例では少量の術前と類似した性状の便がみられた。

### 2) 筋電図の分析 (Fig. 3)

IMC：閉塞群では全頭に認められなかったが、吻合群では 5 頭中 1 頭にのみ 3 日と 4 日にみられた。

BER 発生頻度：体部と幽門部において同様の傾向を示し、同一群内ならびに両群間に差は認められなかった。

SP 持続時間：体部および幽門部とも同一群内ならびに両群間に差は認められなかった。

SP を伴う BER 発生率：体部において吻合群が 2 日以後低下傾向を示し、吻合群の 4 日は術後 4 時間に比べ減少を示した ( $p < 0.05$ )。また、4 日には両群間に差が認められた ( $p < 0.01$ )。幽門部では 3 日および 4 日においても同一群内ならびに両群間に差は認められなかった。

### 3) 血液ガスおよび血清電解質 (Fig. 4)

pH：術前に比べ、両群とも術後上昇傾向を示し、閉塞群の 2 日 ( $p < 0.05$ ) と吻合群の 4 時間に有意の上昇 ( $p < 0.01$ ) を示していた。両群間に差は認められなかった。

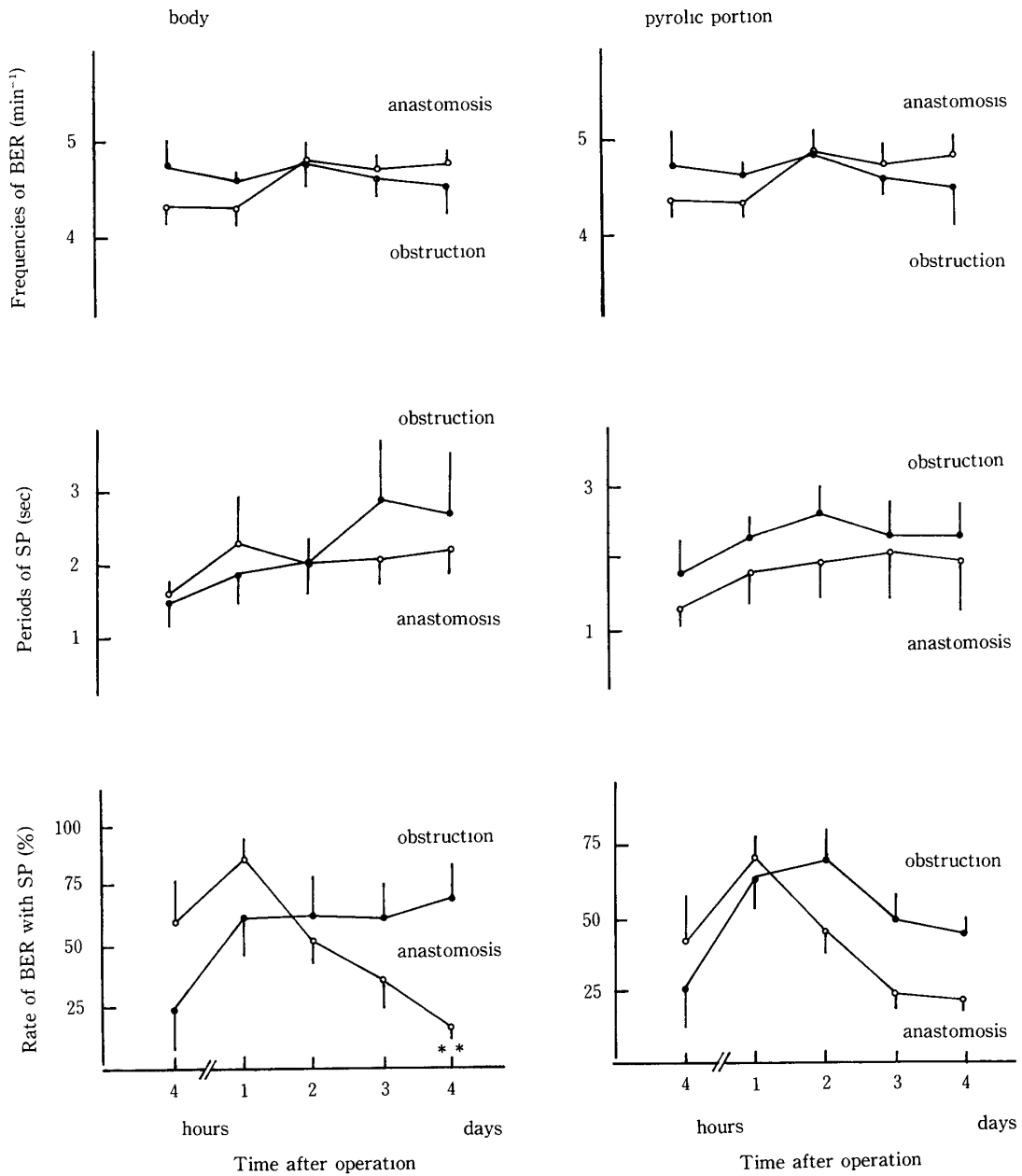


Fig. 3. Changes in frequencies of BER, periods of SP and rate of BER with SP in the obstruction group (—●—) and anastomosis group (—○—). The changes on the body of stomach is shown in the left panel, and on the pyloric portion is shown in the right panel. Intestine was obstructed by a purse-string suture on the caudal flexure of duodenum, and was sewn by a side-to-side anastomosis on the same flexure. Each represents the mean and standard error. In the rate of BER with SP on the body of stomach, the difference between the both groups was significant on the 4th day after the operation (\*\* :  $p < 0.01$ ).

PCO<sub>2</sub> : 術前に比べ、閉塞群の1日以後に上昇傾向が認められ、閉塞群の3日と4日に有意の上昇がみられた ( $p < 0.05$ )。3日と4日には閉塞群が吻合群より有意に上昇していた ( $p < 0.01$ )。

PO<sub>2</sub> : 術前に比べ閉塞群の2日以後に低下の傾向がみられ、4日には有意に低下していた ( $p < 0.05$ )。しかし、両群間には差が認められなかった。

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : 術前に比べ、閉塞群に上昇傾向がみられ、2日と4日に有意の上昇がみられた ( $p < 0.05$ )。吻

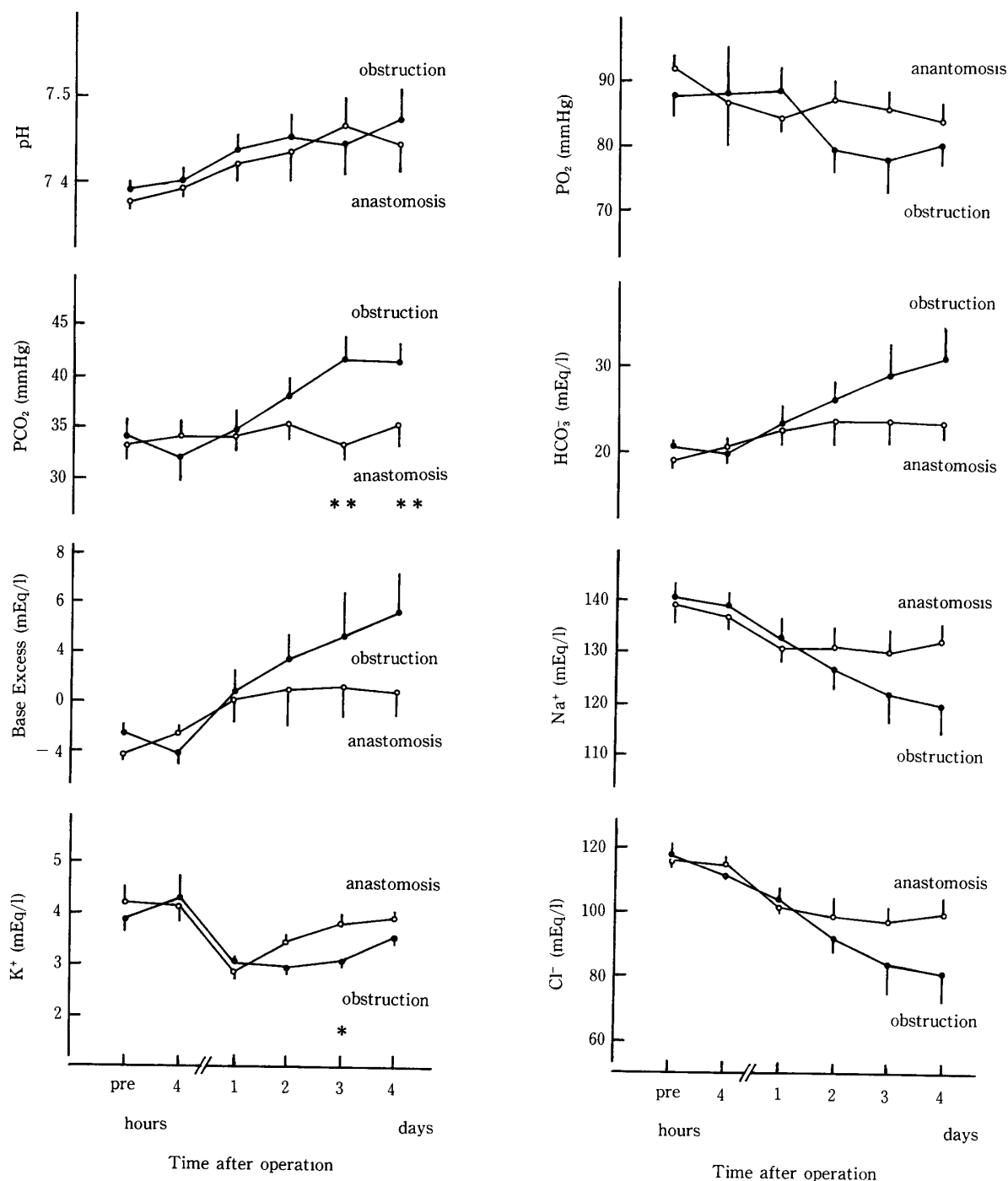


Fig. 4. Changes in arterial blood pH, PCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> and base excess, and serum Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> in the obstruction group (—●—) and anastomosis group (—○—). Intesine was obstructed by a purse-string suture on the caudal flexure of duodenum, and was sewn by a side-to-side anastomosis on the same flexure. Each represents the mean and standard error. In the arterial blood PCO<sub>2</sub> the difference between the both groups was significant on the 3rd and 4th day after the operation (\*\* : p < 0.01), and in serum K<sup>+</sup> was significant on the 3rd day after the operation (\* : p < 0.05).

合群にも、緩徐な上昇がみられ、1日には有意の上昇がみられた(P < 0.05)。しかし、両群間に差は認められなかった。

BE : 術前に比べ、閉塞群に上昇傾向がみられ、2日と4日に有意の上昇がみられた(P < 0.05)。吻合群でも上昇傾向が示され、4時間には有意の上昇がみられた(P < 0.05)。しかし、両群間には差が認めら

れなかった。

Na<sup>+</sup>：術前に比べ、閉塞群は経日的な低下を示し、1 日以後には有意差を示していた ( $P < 0.01$ )。また、吻合群でも緩徐な低下がみられ、1 日には有意の低下がみられた ( $P < 0.05$ )。両群間に差は認められなかった。

K<sup>+</sup>：両群とも 1 日までは類似した傾向を示したが、1 日の低値から 2 日以後の上昇の傾向は閉塞群で緩徐であり、術前に比べ、閉塞群において 1、2 と 3 日に有意の低下がみられた ( $P < 0.05$ )。このため、3 日には両群間に有意差が認められた ( $P < 0.05$ )。

Cl<sup>-</sup>：両群とも経日的な低下を示し、術前に比べ閉塞群は 4 時間以後に有意の低下を示していた ( $P < 0.05$ ) が、吻合群においては 1、3 と 4 日に術前より有意の低下をしていた ( $P < 0.05$ )。なお、両群間に差は認められなかった。

## 考 察

空腹期には消化管ホルモンの一種であるモチリンによって誘発される IMC<sup>14)</sup>が胃および十二指腸に約 100 分の間隔できわめて強い特発性の収縮運動として起こる。約 25 分持続する IMC の強収縮は口側より順次肛門側に伝播する。SP の発生にもモチリンが関与していることはイヌを用いた実験において報告されている<sup>15)</sup>。十二指腸内 pH がアルカリ性になるとモチリンが放出される。このため、十二指腸内 pH が酸性の場合には、強い SP が発生せず、空腹期における消化管収縮の規則性が失われる<sup>16)</sup>。さらに、胃でも血中モチリンが上昇したときに強い SP が発生するとされている<sup>17)</sup>。本研究において術後 3 日と 4 日に吻合群 5 頭中の 1 頭に IMC が認められたが、閉塞群では認められなかった。これは十二指腸の閉塞により胃液が十二指腸と胃内に貯留したため、閉塞部より上位の管腔内容が酸性化した結果、IMC が発生しなかったものと思われる。術後 4 日までに IMC がみられなかった吻合群 (4/5 頭) の場合も、腸管の吻合部を境として腸管の蠕動運動が下位の腸管に十分伝達されず、胃液が上位の消化管に滞留しやすい状態になっていたものと推察される。IMC は腸閉塞作製 3 時間以後に消失する傾向があるとされている<sup>8)</sup>。また、開腹時間 120 分間の手術例では術後 2 日目まで IMC が消失すると報告されている<sup>10)</sup>。今回の手術における開腹時間は 120 分であり、少なくとも術後 2 日間は IMC が発生しにくい状況にあったと思われる。しかし吻合群で 1 例ではあるが IMC が 3 日目に出現していた。このことは吻合腸管の伝導障害が比較的早い時期に除かれることを示している。

BER は縦走筋より発生し、薬物や特に神経性薬物に対して影響を受け難いとされ、その発生頻度は Auerbach 神経叢の破壊により減少するとされている<sup>18,19)</sup>。空腹時の静止期あるいは食後期に胃の BER はほぼ一定の間隔と電圧を示し、IMC 発生の場合不規則となる<sup>19)</sup>。本研究において、閉塞群の BER は術後 2 日までほぼ一定間隔で発生していた。しかし、術後 3 日以後には BER 間隔と電圧が不定となっていた。山岡の報告<sup>28)</sup>では、胃内に注水を行うと BER 発生頻度が減少し、給水の増加に伴いさらに発生頻度が減少した。このことは、胃の拡張程度に応じて BER 発生頻度が減少することを示している。しかし、今回の実験では、閉塞を伴わない吻合群に比べ、閉塞群において消化管内容が胃内に滞留し、胃拡張の状態程を示し、BER 発生頻度の減少が期待されたが、閉塞群の BER 発生頻度の減少が有意差として検出されなかった。また同一群内においても BER 発生頻度の減少が有意差として検出されず、手術後における閉塞群の胃拡張を筋電図上の測定事項として統計的に確認するには至らなかった。

SP を伴う BER 発生率では、体部で術後 4 日に両群間に差が認められ、閉塞群が吻合群に比べ高い収縮頻度を示していた。SP は輪状筋の収縮に直接関連し、神経刺激や、コリン作動薬によって誘発され、ノルエピネフリンにより発生が抑制される<sup>18)</sup>。川村の報告<sup>8)</sup>では、結紮により腸閉塞を作製すると、閉塞部の上位腸管で消失した SP は 20~80 分後に再出現し、SP 数が 4~5 時間後ピークに達し、12 時間以後では対照値に等しいかそれ以下に減少した。しかし本研究では、吻合群 4 日の体部の SP を伴う BER 発生率は閉塞群より減少し、吻合群 4 日は 4 時間および 1 日より減少していた。このことは閉塞後の日時が経過しても、閉塞群では閉塞部の上位消化管に消化管内容が滞留しているが、吻合群では SP を伴う BER 発生率の減少を許容できる程度まで、上位消化管内容が下位消化管に送られ、体部には消化管内容の滞留が

少なくなっていることを示唆している。しかし、幽門部において両群に差のみられなかったことは吻合群の消化管運動が十分に回復しておらず、体部よりも幽門部に消化管内容が滞留している期間の長いことを示唆していると思われる。また、吻合群の5頭中4頭に4日までにIMCが回復していないことは、胃と十二指腸運動が、4日においても十分に回復していないことを示しており、吻合部の上位腸管内容が幾分酸性に傾いたままであることを示唆している。

外科領域において胸腹部の手術や手術時間などの影響により血液酸塩基平衡が変化するため、血液酸塩基平衡は術中および術後の呼吸ならびに循環機能判定の直接的指標とされている<sup>21-23)</sup>。腸閉塞においても、血液酸塩基平衡の異常が発生することは知られており、その原因として嘔吐による胃液の喪失、腸拡張による呼吸障害と循環障害などがある。上位腸管である十二指腸の閉塞では、嘔吐が激しく、大量の胃液が急速に喪失し、脱水を生ずると共に循環血液中からCl<sup>-</sup>が大量に失われる<sup>24)</sup>。Cl<sup>-</sup>の喪失は、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の増加によって補われ、代謝性アルカローシスをきたす。

閉塞群のNa<sup>+</sup>は術後1日以降に、またCl<sup>-</sup>は術後4時間以降に術前値と差がみられた。このことは胃液中のCl<sup>-</sup>および胆汁中のNa<sup>+</sup>が頻回の嘔吐により消失したことを示している。また、閉塞群でHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>とBEが経日的に上昇したことは代謝性アルカローシスが亢進したことを示唆している。また、一般に代謝性アルカローシスでは低K<sup>+</sup>血症となるとされており<sup>25)</sup>、閉塞群の術後1～3日のK<sup>+</sup>の低下は代謝性アルカローシスの影響と思われる。さらに、術後3日と4日のPCO<sub>2</sub>の上昇はHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の上昇に対する呼吸性代償と考えられる。

低K<sup>+</sup>血症のときには腸の運動が抑制されることが知られている<sup>26,27)</sup>。今回、閉塞群の術後3日にPCO<sub>2</sub>の上昇とK<sup>+</sup>の低下、および4日にPCO<sub>2</sub>の上昇と体部のSPを伴うBER発生率の増加がみられた。吻合群で5例中1例ではあるがIMCが3日と4日に出現していたが、閉塞群では5例全例にIMCが出現しなかった。このことはIMC抑制にK<sup>+</sup>低下が影響していることを示唆している。また、腸閉塞によるショック時には血液中のO<sub>2</sub>が減少し、CO<sub>2</sub>量が著しく増加するとされている<sup>2)</sup>。閉塞腸管は強い収縮のあと腸管の血行障害が生じ、局所のO<sub>2</sub>不足のため麻痺に陥るとされている<sup>3)</sup>。本研究では胃筋電図を測定したため、O<sub>2</sub>不足による閉塞部の腸管麻痺が記録され得なかったと考えられる。また、PCO<sub>2</sub>の上昇と胃体部のSPを伴うBER発生率の増加とともに嘔吐が閉塞群にのみ認められたことから、貯留胃液を排泄するため、また閉塞部腸管の血行障害を回復するため胃に収縮運動が頻発したものと推察される。

## 参 考 文 献

- 1) Koike, T., Otomo, K. and Kudo, T. : Clinical cases of intestinal obstruction with foreign bodies and intussusception in dogs. *Jpn. J. Vet. Res.* **29** : 8-15, 1981.
- 2) 松倉三郎：イレウス, 日外会誌 **55** : 631-656, 1954.
- 3) 浜名元一：イレウスの診断と治療. *クリニカルスタディ* **4** : 17-24, 1983.
- 4) Alvarez, W. C. and Mahoney, L. J. : Action currents in stomach and intestine. *Am. J. Physiol.* **58** : 476-493, 1922.
- 5) 亀井英文：腸管の電気生理学的研究：特にイレウスならびに腹膜炎時の電気刺激に対する反応について. *四国医会誌* **16** : 39-56, 1960.
- 6) 寺岡資郎：イレウス時に於ける腸管平滑筋活動電流の変動に関する研究. *日外会誌* **68** : 634-679, 1967.
- 7) Code, C.F. and Malett, J.A. : The interdigestive myoelectric complex of the stomach and small bowel of dogs. *J. Physiol.* **246** : 289-309, 1975.
- 8) 川村邦昭：単純性イレウスにおける腸管運動機能に関する実験的研究. *日平滑筋誌* **19** : 441-453, 1983.
- 9) Margaret, A. M., Stephen, B.A., Carlton, H. L. and James, L.B. : Electromyographic, myomechanical and intraluminal pressure changes associated with acute extraluminal obstruction of the jejunum in conscious ponies. *Am. J. Vet. Res.* **47** : 7-11, 1986.
- 10) 工藤忠明・安田直人・伊藤嘉浩・北澤馨・本所久男・橋本晃：イヌにおける開腹時間延長の影響I. 胃・十二指腸運動について. *岐阜大学農学部研究報告* (52) : 223-233, 1987.
- 11) 工藤忠明・安田直人・伊藤嘉浩・北澤馨・本所久男・橋本晃：イヌにおける開腹時間延長の影響II. 血液酸塩基平衡について. *岐阜大学農学部研究報告* (52) : 235-242, 1987.



- 12) 金井 泉：“臨床検査法提要”東京 金原出版, 557-559, 1983.
- 13) 若林克己：“実験データの整理”東京：培風館, 1984.
- 14) 伊藤 漸：空腹時における消化管の同期的活動。日平滑筋誌 **17** : 137-145, 1981.
- 15) 谷 充：腹部手術後における腸管運動と血中モチリン。日平滑筋誌 **19** : 65-79, 1983.
- 16) 本田隆一・樋渡克俊・竹内真人・相沢勇・高柳隆一・伊藤 漸・中村卓次：十二指腸内 pH の空腹期胃運動に及ぼす影響。日平滑筋誌 **14** : 245-247, 1978.
- 17) 伊藤 漸・竹内真人・相沢勇・高柳隆一・中村卓次・森幸三郎・田港朝彦・清野 裕・井村裕夫・矢内原 昇・イヌにおける血中 motilin の変動と胃運動。日消病誌 **74** : 1166-1171, 1977.
- 18) Bass, P. : In vivo electrical activity of the small bowel. Hand book of physiology sec. 6, **4** : 2051-2074, 1968.
- 19) 山田健二・飯塚元洋：覚醒犬胃, 十二指腸の電氣的, 機械的収縮活動について。日平滑筋誌. **19** : 15-24, 1983.
- 20) 山岡忠栄：イヌの胃における実験拡張の電気活動に及ぼす影響。米子医誌 **34** : 199-214, 1983.
- 21) 光部啓一・南邦弘・藤松光正・山本晋三・佐竹実：産婦人科領域における手術侵襲と酸塩基平衡。産科と婦人科 **43** : 83-88, 1976.
- 22) Georg, J., Hornum, I. and Magaard, K. M. : The mechanism of hypoxaemia after laparotomy. Thorax **22** : 382-386, 1967.
- 23) 川島健吉・古橋正吉・半村尚晃・斉藤勝彦・村田晃一：腹部外科手術における cell 内酸塩基平衡と電解質の変動。麻酔 **17** : 1056-1059, 1968.
- 24) 植草 実：イレウス。イレウスの病体生理。外科治療 **9** : 38-44, 1963.
- 25) 吉竹 毅：外科と酸塩基平衡障害。外科 **41** : 1080-1085, 1979.
- 26) Lowman, R. M. : The potassium depletion states and postoperative ileus. Radiol. **98** : 691-694, 1971.
- 27) Streeten, D. H. P. and Williams, E. M. V. : Loss of cellular potassium as a cause of intestinal paralysis in dogs. J. Physiol. **118** : 149-170, 1952.