



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

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

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 工藤, 忠明, 安田, 直人, 伊藤, 嘉浩, 北澤, 馨, 本所, 久男, 橋本, 晃 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5490

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

工藤忠明¹⁾・安田直人¹⁾・伊藤嘉浩¹⁾・北澤 馨¹⁾・本所久男¹⁾・橋本 晃²⁾

1) 家畜外科学研究室

2) 附属家畜病院

Effects of exteriorized gastrointestinal tract in the dogs

II. Blood acid-base balance

Tadaaki KUDO¹⁾, Naoto YASUDA¹⁾, Yoshihiro ITO¹⁾, Kaoru KITAZAWA¹⁾,
Hisao HONJO¹⁾ and Akira HASHIMOTO²⁾

1) *Laboratory of Veterinary Surgery*

2) *Veterinary Hospital*

SUMMARY

The canine stomach and duodenum were exteriorized for 40 minutes (40 min group) and 120 minutes (120 min group) at room temperature respectively. Arterial blood pH, carbon dioxide tension (PCO_2), oxygen tension (PO_2), bicarbonate (HCO_3^-), base excess (BE) and serum sodium (Na^+) and potassium (K^+) were measured. The effects of surgical stress on acid-base balance were compared between the 40 min and 120 min groups. The 120 min group had a fall in PCO_2 at 12 hours, in bicarbonate at 12 and 24 hours, in BE on the 1st day, and in K^+ immediately and on the 2nd day after the operation. It was suggested that in the 40 min group the acid-base balance recovered to normal on the 2nd postoperative day and recovered on the 4th postoperative day in 120 min group. In all dogs of in the 120 min group but not in the 40 min group, lesions diagnostic of catarrhal enteritis was present in the duodenum.

The conclusion is inescapable that prolongation of the gastroduodenal exteriorization resulted in decreases of HCO_3^- and BE and the catarrhal inflammation of the duodenum.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (52) : 235—242, 1987.

要 約

イヌを開腹し、胃と十二指腸を40分間(40分群)または120分間(120分群)室温に曝露した後に閉腹した。40分群と120分群の術前から術後にかけて、血液pH、炭酸ガス分圧(PCO_2)、酸素分圧(PO_2)、重炭酸イオン濃度(HCO_3^-)、Base Excess (BE)、血清ナトリウムイオン濃度(Na^+)および血清カリウムイオン濃度(K^+)を測定した。

120分群では40分群に比べ術後12時間の PCO_2 の低下、12~24時間にかけて HCO_3^- 、1日目のBase excessの減少が認められ、手術直後および2日には K^+ の減少があった。また、術後に変化した各測定値が術前値まで回復するに要した日数は40分群で術後2日、120分群で4日であった。

手術後21日の剖検時に、開腹120分群では全例に十二指腸にカタル性病変が認められたが、40分群では

これを認めなかった。

以上の所見から、開腹時間の延長が術後の血液酸塩基平衡に影響することならびに十二指腸にカタル性病変を惹起することを示している。

結 言

前報¹⁾において、イヌで開腹時間の延長が術後消化管運動を抑制的に作用することを胃と十二指腸平滑筋筋電図より明らかにした。一方、血液ガスと電解質は酸塩基平衡障害の指標とされ^{2,3)}、血液ガスと電解質は相互に影響を及ぼし合い、密接な関係にある。細胞内外の物質およびガス代謝全般の変化を反映する血液酸塩基平衡に関連する各測定値は人医外科領域において急性期の病態を知る必須の検査法とされている⁴⁾。生体に手術侵襲が加わると、酸塩基平衡に変動がみられる^{5,6)}。このため、術後管理の面でも血液ガスおよび電解質の測定は重要であり、人医領域では、手術侵襲および出血性ショックにおける酸塩基平衡ならびに循環血行力学の重要性が認識されてきている⁷⁻¹¹⁾。一方、獣医領域においても、患者の予後を左右する酸塩基平衡の異常に対する基礎知識の重要性が認識されつつある¹²⁾。

このため、本研究では開腹時間の延長に伴う血液酸塩基平衡の変化を観察し、前報¹⁾の筋電図を指標とした消化管運動と比較し、両者の関係について若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

1) 実験動物および採血時間

前報¹⁾において、健康雑種成犬12頭を40分群と120分群に等分し、胃と十二指腸に筋電図導出用電極および平滑筋収縮曲線導出用歪みゲージを縫着し、その縫着時間を含め胃と十二指腸を40分間(40分群)または120分間(120分群)室温に曝露した後に閉腹した。今回は40分群および120分群のこれら実験犬の動脈血および静脈血を採血した。採血は手術前1時間(術前値)、手術直後、6時間、12時間、1日、2日、3日、4日、5日、7日ならびに14日後に行った。手術1日以降の採血は空腹期筋電図記録前の午前9:00時に実施した。

2) 血液ガス関連項目の測定

血液に対し20U/mlとなるようヘパリンナトリウム液で注射筒および注射針内腔を予め満たした、2mlのガラス注射器と23Gの注射針を用い、大腿動脈より、空気に触れさせないように1.5ml採血した。直ちに、血液pH、炭酸ガス分圧(PCO₂)、酸素分圧(PO₂)、重炭酸イオン濃度(HCO₃⁻)、Base excess (BE)を測定した。pH、PCO₂およびPO₂はblood gass analyzer (Corning社製 Model・168)で測定し、HCO₃⁻とBEは同分析器で自動的に計算される値を体温とHbにより補正した。

3) 血清ナトリウムイオン濃度(Na⁺)とカリウムイオン濃度(K⁺)の測定

外頸静脈より2ml採血し、室温に30分放置後、3000rpm、10分間の遠心を行い、血清を採取した。Na⁺およびK⁺はNa/K analyzer (Corning社製 Model・902)で測定した。

4) 統計処理

前報¹⁾と同様、各測定値はばらつきの等しいものについてはt検定を、等しくないものについては Cochran 検定を用いて、統計学的に処理した¹³⁾。

5) 解剖

40分群と120分群の各実験犬は手術後21日に剖検した。胃と十二指腸は常法によりホルマリン固定、パラフィン包埋、薄切後、ヘマトキシリン・エオジン染色され、薄切組織標本を作製された。

実 験 成 績

1. 血液ガスおよび電解質

開腹40分群および120分群の血液ガスおよびNa⁺とK⁺の測定値における術前値との差はTable 1に示す通りであり、各項目の経時的変化は以下に示す通りであった。

1) 血液ガス関連項目

Table 1. Differences between the preoperative and postoperative results on the blood gas and electrolytes

Exterioriza- tion period	Blood gas and electrolytes	Time after the operation										
		0	6	1	2	hours	1	2	3	4	5	7 days
40 min	pH	↓								↓		↓
	PCO ₂											
	PO ₂	↓↓			↓							
	HCO ₃ ⁻											
	BE	↓										
	Na ⁺											
	K ⁺			↓↓	↓↓↓		↓↓					
120 min	pH	↓										
	PCO ₂				↓↓		↓	↓				
	PO ₂											
	HCO ₃ ⁻				↓		↓	↓	↓			
	BE	↓					↓	↓	↓			
	Na ⁺	↓					↓					
	K ⁺			↓	↓↓↓		↓↓	↓↓				

↓ : decrease or shortening ↓ : p < 0.05 ↓↓ : p < 0.01 ↓↓↓ : p < 0.001

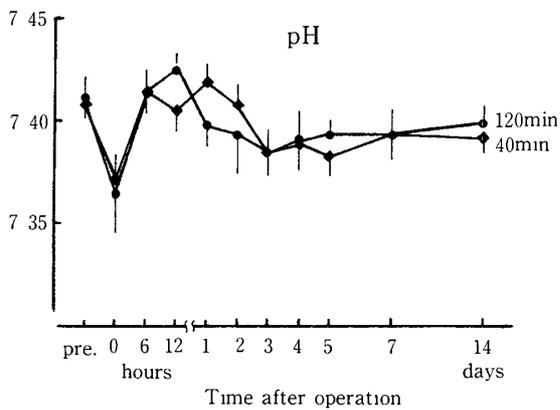


Fig. 1 Changes in arterial blood pH in the 40 and 120 min groups. Stomach and duodenum were exteriorized for 40 minutes (—◆—) and 120 minutes (—●—). Each represents the mean and standard error. The results on the 1st hour before the operation (pre.) and within 14 days after the operation are shown.

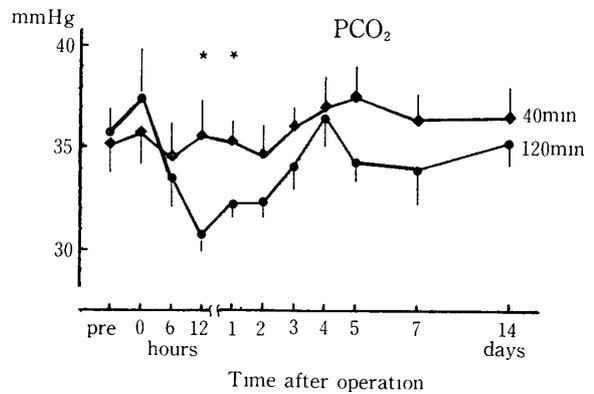


Fig. 2. Changes in arterial blood PCO₂ in the 40 and 120 min groups. Stomach and duodenum were exteriorized for 40 minutes (—◆—) and 120 minutes (—●—). Each represents the mean and standard error. The difference between two groups was significant on the 12th hour and 1st day after the operation (* : p < 0.05). The results on the 1st hour before the operation (pre.) and within 14 days after the operation are shown.

a) pH (Fig. 1)

手術直後、両群とも術前値に比較し有意に低下したが、どちらも6時間後には術前値と差がみられなくなった。40分群と120分群との両群間に差はみられなかった。

b) PCO_2 (Fig. 2)

開腹40分群では一定の変化はみられなかった。120分群では術前値に比較し、術後12時間、1日と2日に低下し、12時間と1日には両群間に有意差が認められた。

c) PO_2 (Fig. 3)

開腹40分群では手術直後および12時間後に術前値に比較して低下した。120分群では一定の変化はみられ

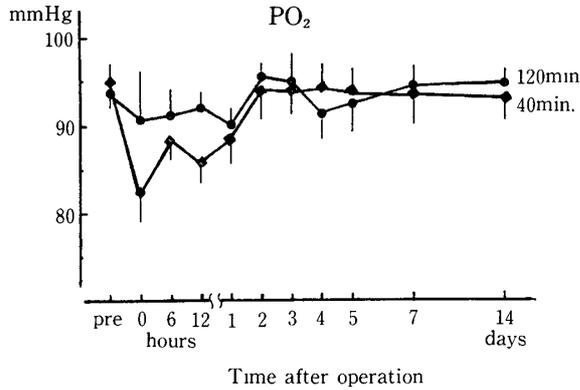


Fig. 3. Changes in arterial blood PO_2 in the 40 and 120 min groups. Stomach and duodenum were exteriorized for 40 minutes ($\text{---}\blacklozenge\text{---}$) and 120 minutes ($\text{---}\bullet\text{---}$). Each represents the mean and standard error. The results on the 1st hour before the operation (pre.) and within 14 days after the operation are shown.

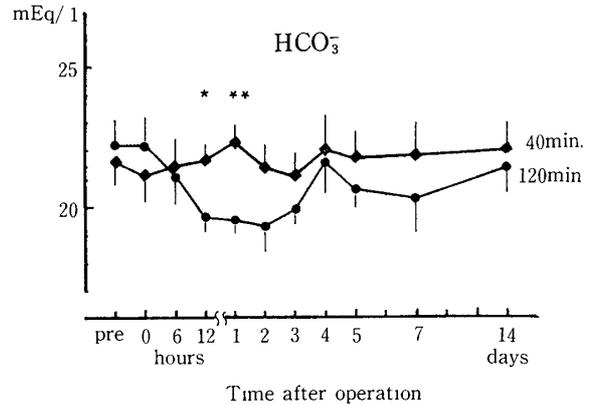


Fig. 4. Changes in arterial blood HCO_3^- in the 40 and 120 min groups. Stomach and duodenum were exteriorized for 40 minutes ($\text{---}\blacklozenge\text{---}$) and 120 minutes ($\text{---}\bullet\text{---}$). Each represents the mean and standard error. The difference between two groups was significant on the 12th hour (* $p < 0.05$) and 1st day (** $p < 0.01$) after the operation. The results on the 1st hour before the operation (pre.) and within 14 days after the operation are shown.

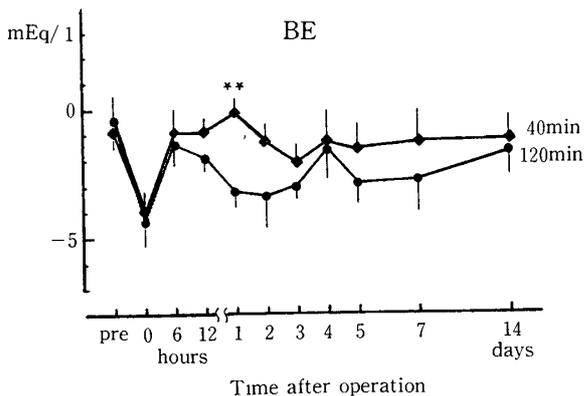


Fig. 5. Changes in base excess (BE) in the 40 and 120 min groups. Stomach and duodenum were exteriorized for 40 minutes ($\text{---}\blacklozenge\text{---}$) and 120 minutes ($\text{---}\bullet\text{---}$). Each represents the mean and standard error. The difference between two groups was significant on the 1st day after the operation (** $p < 0.01$). The results on the 1st hour before the operation (pre.) and within 14 days after the operation are shown.

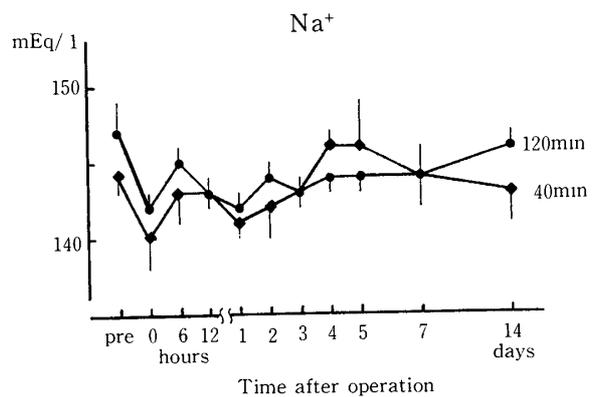


Fig. 6. Changes in serum Na^+ in the 40 and 120 min groups. Stomach and duodenum are exteriorized for 40 minutes ($\text{---}\blacklozenge\text{---}$) and 120 minutes ($\text{---}\bullet\text{---}$). Each represents the mean and standard error. The results on the 1st hour before the operation (pre.) and within 14 days after the operation are shown.

なかった。両群間に差はみられなかった。

d) HCO_3^- (Fig. 4)

開腹40分群では特に大きな変化はみられなかった。120分群では術後12時間より3日まで術前値に比較して減少し、術後12時間と1日には両群間に有意差がみられた。

e) BE (Fig. 5)

開腹40分群では手術直後に術前値に比較して減少したが、6時間後には差がみられなくなり、その後は変化がなかった。120分群では手術直後に減少し、6時間後には一旦回復しているが、術後12時間には再び減少し、3日まで続いた。

2) Na^+ と K^+

a) Na^+ (Fig. 6)

開腹40分群では一定の変化はみられなかった。120分群では、術前値に比較して、手術直後および術後1日に減少した。

b) K^+ (Fig. 7)

両群とも術後12時間値を中心に減少し、開腹120分群で回復が遅れた。40分群では、術後6時間より減少したが、2日には術前値と差がみられなくなっている。それに対し120分群では術後6時間から2日まで減少がみられた。手術直後および術後2日、7日に両群間に有意差がみられた。

2. 解剖所見

術後21日に行った剖検時の肉眼所見では、開腹40分群では全例とも特に変化が見られなかったのに対し、120分群では全例において十二指腸粘膜に一様にカタル性変化がみられ、粘膜皺壁の頂点に一致して瀰漫性の充血および粟粒大の出血斑が散在していた(Plate 1)。同部位の組織標本の顕微鏡所見ではカタル性病変があり、粘膜固有層における出血と大食細胞の浸潤がみられた(Plate 2)。

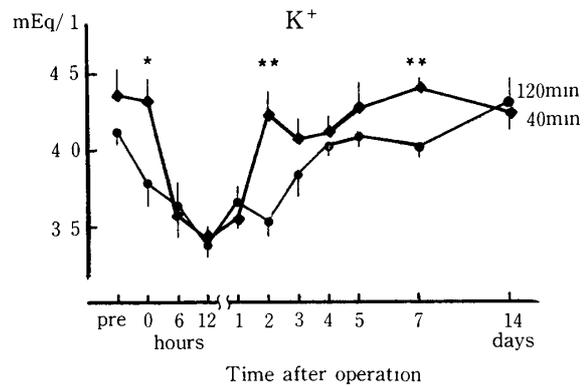


Fig. 7. Changes in serum K^+ in the 40 and 120 min groups. Stomach and duodenum were exteriorized for 40 minutes (—◆—) and 120 minutes (—●—). Each represents the mean and standard error. The difference between two groups was significant on the immediately (* : $p < 0.05$), 2nd and 7th (** : $p < 0.01$) day after the operation. The results on the 1st hour before the operation (pre.) and within 14 days after the operation are shown.



Plate 1. Gross aspect of a catarrhal enteritis observed in a duodenum of the 120 min. group on the 3rd week after the operation.

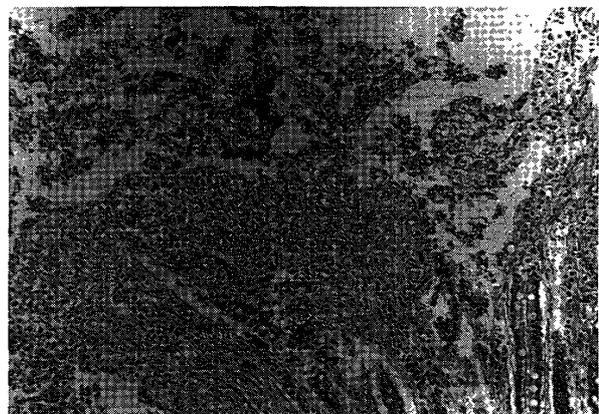


Plate 2. Photomicrograph of a catarrhal enteritis observed in a duodenum of the 120 min. group on the 3rd week after the operation. H-E, $\times 50$

考 察

生体にとって外科的処置を行うことは損傷である。これに対して、生体は当然反応を起し、機能的にも代謝的にも変化がみられる⁴⁾。すなわち手術中から術後にかけては末梢循環不全による組織の嫌気性代謝等の結果、代謝性アシドーシスに傾きやすい¹⁴⁻¹⁶⁾。その後はアルドステロンの分泌増加が主因となって、遠位尿細管において Na^+ と K^+ との交換により、 K^+ が排泄され、 Na^+ は貯留傾向を示す^{17,18)}。さらに、 K^+ と競合関係にある H^+ が Na^+ との交換イオンとなって H^+ 排泄が促される。このため、術後24時間には血液酸塩基平衡はほぼ正常に復帰し⁹⁾、その後3—4日頃までこの代償性の H^+ 排泄亢進がみられ¹⁵⁾、軽度の代謝性アリカローシスとなる^{10,11)}。しかし、術後4—6日頃になるとこのような代償性反応は正常化へ向かうとされている^{4,8)}。

ヒトにおいては術後経鼻胃管により胃内容を吸引し、胃液の喪失を人為的に促している。これに対し、イヌやネコでは動物を長時間緊縛保定または鎮静薬投与により騒擾を防止しなければ、経鼻胃管の脱落または破壊の恐れがあるため、経鼻胃管による術後胃内容吸引は通常行われぬ。このため、イヌを用い胃液の吸引排除のない本研究の結果とヒトでの報告とは大きく異なると考えられる。

本研究に使用したイヌの術前値はいずれも諸家の報告^{20,26-30)}による犬の生理的範囲にほぼ一致していた。これに対し、開腹40分群では手術直後の pH, PO_2 および BE は生理的範囲の下限付近にあり、術前値に比較して低値であった (Table 1)。 PO_2 の低下はペントバルビタールによる軽度の呼吸抑制の結果生じた呼吸性アシドーシス^{19,25)}によるものと考えられた。また、血液 1 l の pH を 7.4 に戻すに要する酸または塩基の量を示す、BE の減少は術中から術後にかけてみられるとされている代謝性アシドーシスの存在を示している。このため、40分群の手術直後には麻酔による呼吸性アシドーシスと手術による代謝性アシドーシスが混在していたと考えられる。また術後6時間—1日までの K^+ の値は生理的範囲の下限まで低下していた。これは術後のアルドステロン分泌増加による K^+ 排泄増加によるものと考えられる。これらのことより、40分群では手術直後に一過性の pH, PO_2 , BE の低値および術後6時間—1日に K^+ の低値がみられるが、術後2日には各検査項目とも術前値に回復しており、酸塩基平衡の観点からは手術侵襲よりほぼ完全に回復していると考えられる。

開腹120分群では、手術侵襲から回復するのは、各項目に術前値と差がみられなくなる術後4日と考えられる (Table 1)。また、手術直後の pH と BE の値は低下しており、これは生理的範囲よりもやや低いと考えられる。pH と BE の低下は40分群と同様に術中および術後に代謝性アシドーシスが存在したことによると考えられる。40分群と異なり PO_2 の低下が手術直後にみられなかったのは、手術開始から120分以上を経過しているため、麻酔による呼吸性アシドーシスより回復したためと考えられた。また術後12時間の PCO_2 の低下は麻酔による呼吸抑制が完全に解除されたことによるものであり、12時間—3日の HCO_3^- および1—3日の BE の低下は代謝性機序によるものと考えられた。すなわち、手術中および後の呼吸性アシドーシスと代謝性アシドーシスの代償機転の結果として術後12時間以降に PCO_2 , HCO_3^- ならびに BE が低下したものと推察される。 K^+ の術後6時間—2日までの減少は生理的範囲よりやや低く、その期間も40分群より延長していた。これは40分群と同じく術後のアルドステロン分泌増加に伴う K^+ 排泄の増加および開腹時間の延長に伴う減少と考えられる。

手術直後および7日の K^+ の値を除き、40分群と120分群との測定値の間に差がみられたとき、40分群の値はいずれも術前値と差を示さなかったが、120分群では術前値より低い値を示していた。このことは、開腹時間の差が酸塩基平衡の回復過程に影響を与え、術後12時間—2日の両群間の測定値の差として120分群に強く表れたことを示している。

以上より、開腹時間の延長は血液酸塩基平衡にも影響することが伺われた。

低カリウム血症により消化管運動障害が発生することはよく知られている^{26,27)}。今回の実験において、両群の K^+ は術後著しく低下しており (Table 1)、胃と十二指腸運動の低下に関与している可能性が考えられる。しかしながら前報¹⁾の筋電図分析の結果では手術直後より、40分群で胃と十二指腸の basic electric rhythm (BER) 発生頻度および十二指腸の spike potential bursts (SP) 発生頻度ならびに120分群で胃と

十二指腸の BER 発生頻度および胃と十二指腸 SP 発生頻度が減少し、胃と十二指腸の運動抑制が起こっていることを示している。これらの消化管運動の抑制は K^+ の減少以前に生じており、 K^+ の低下により運動抑制が始まったとは考えられない。しかし、 K^+ が減少している間は消化管の運動抑制が持続しており、 K^+ 減少が消化管の運動抑制の持続に影響していると考えられる。また開腹120分群の筋電図において、初めて全例に interdigestive myoelectric complex (IMC) が観察された術後4日に、それまで減少していた HCO_3^- と BE が術前値に戻っていた。このことは IMC の発現および HCO_3^- と BE との減少になんらかの関係があることを示唆するものである。すなわち、開腹時間の延長により胃と十二指腸の収縮運動の低下が起こり、胃酸の停滞が起こり、十二指腸内容が酸性になり、IMC の出現が抑制されるとともに十二指腸内容の酸性化を中和するために HCO_3^- が消費され、BE の減少をまねいたと思われる。

腹部外科手術後には防御因子の減弱および胃酸分泌の亢進により十二指腸にストレス性潰瘍が多く発生すると報告されている²⁸⁻³⁰⁾。本研究の開腹120分群において術後21日に認められた十二指腸のカタール性病変はこのストレス性潰瘍のごく軽い病変であったと考えられる。前報¹⁾の筋電図の分析結果から示されるように、120分群では胃と十二指腸の収縮運動が長時間低下しており、十二指腸粘膜におけるカタール性病変の発生関連があるものと考えられる。

以上より、開腹時間の延長が術後の消化管運動を抑制し、血液酸塩基平衡に影響するとともに十二指腸粘膜にカタール性病変を惹起することを示した。

文 献

- 1) 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, 1986.
- 2) 横山剛：血液ガス異常と電解質。Medicina 12：174-175, 1975.
- 3) 木原令夫：血液ガスと電解質異常。Med. Companion 5：1395-1399, 1985.
- 4) 吉竹毅：“酸塩基平衡の基礎と臨床 外科篇”東京：真興交易医書出版部, 11-15, 1975.
- 5) 吉竹毅：外科と酸塩基平衡。外科 41：1080-1085, 1979.
- 6) 窪田達也：‘術後管理’。山林一・河合忠・塚本玲三編“血液ガス”東京：医学書院, 197-208, 1982.
- 7) 光部啓一・南邦弘・藤松光正・山本哲三・佐竹実：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 43：1455-1460, 1975.
- 8) Moore, F. D.: “Metabolic care of the surgical patients” Philadelphia: W. B. Saunders, 20-24, 1959.
- 9) 川島健吉・古橋正吉・米村尚晃・斉藤勝彦・村田晃一：腹部外科手術における細胞内酸塩基平衡と電解質の変動。麻酔 17：1056-1059, 1968.
- 10) Lyons, J. H. Jr. & Moore, F. D.: Posttraumatic alkalosis. Incidence and pathophysiology of alkalosis in surgery. Surgery 60：93-106, 1966.
- 11) 山中郁男・平岩友道・牛腸義彦・島貫洋利・宮崎東洋・武藤賢二・里吉光子・佐藤光男：術後アルカローシスに関する研究。日外会誌 69：1297-1298, 1968.
- 12) Schaer, M.: “The veterinary clinics of north America” 12 (3), 東京：学窓社, 79-90, 1983.
- 13) 若林克己：“実験データの整理”東京：培風館, 44-53, 1984.
- 14) 吉竹毅：術後。Medicina 16：1508-1509, 1979.
- 15) 斉藤勝彦：手術侵襲と酸塩基平衡および血漿電解質の変動。日臨外医会誌 29：255-273, 1968.
- 16) Bunker, J. P.: Metabolic acidosis during anesthesia and surgery. Anesthesiol. 23:107-122, 1962.
- 17) 早坂滉：外科と水・電解質代謝異常。外科 41：1073-1079, 1979.
- 18) 古屋清一：手術侵襲と水分電解質バランス。臨床成人病 8：437-441, 1978.
- 19) 鮎田安司：犬の全身麻酔における血液ガスならびに酸塩基平衡の変動に関する研究。Bull. Azabu. Vet. Coll. 1：15-28, 1976.
- 20) Tasker, J. B.: ‘Fluids, electrolytes and acid-balance’, in “Clinical biochemistry of domestic animals” 2nd ed., vol. 2, Kaneko, J. J. & Cornelius, C. E. ed. New York: Academic Press, 61-110, 1971.
- 21) 小笠原成郎：牛及び犬の血液ガスと酸塩基平衡の諸量値。第79回日本獣医学講演要旨 109, 1975.
- 22) 幡谷正明・北昂・黒川和雄・西川春雄・竹内啓・渡辺茂：“家畜外科学”東京：金原出版, 59-69, 1981.
- 23) 坪井実：“犬の解剖学および生理学計数表”。東京：文京書院, 1971.

- 24) 高橋健：犬における大量瀉血時の血清の生化学的観察。日本獣医畜産大学紀要 14 : 34-50, 1965.
- 25) 高瀬勝悟：犬における全身麻酔が血液ガス並びに酸・塩基平衡に及ぼす影響。獣医麻酔 4 : 9-14, 1973.
- 26) Lowman, R. M. : The potassium depletion states and postoperative ileus. Radiol. 98 : 691-694, 1971.
- 27) Streeten, D. H. P. & Willians, E. M. V. : Loss of cellular potassium as a cause of intestinal paralysis in dogs. J. Physiol. 118 : 149-170, 1952.
- 28) 三穂乙実：外科手術とストレス潰瘍。綜合臨床 27 : 1994-2000, 1978.
- 29) 田宮洋一・松原要一・武藤輝一：ストレス潰瘍，出血性胃炎。消化器外科 8 : 930-931, 1985.
- 30) 長尾房大・中村紀夫・坂口友次朗：術後ストレス潰瘍。外科治療 52 : 659-661, 1985.