

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

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/20.500.12099/5491

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

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

I. Electrical activities on the stomach and duodenum

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 (25°C) respectively. The electrodes and strain gauges for recording the electrical and mechanical activities of the stomach and duodenum were sewn to the serosal surface of organs during the exteriorization periods. In all dogs of the 40 min group in the fasted phase, the interdigestive myoelectric complex (IMC) was observed on the 3rd day after the operation and in the 120 min group were observed on the 4th day after the operation. The exteriorization period for 120 minutes prolonged the periodicity of IMC on the 4th postoperative day more than for 40 minutes. Within 5 days after the operation, dogs in the 120 min group after feeding had shorter periods of spike potential bursts (SP) in stomach than in the 40 min group. Within 2 days after the operation, dogs in the 120 min group had lower frequencies of basic electric rhythm (BER) with SP in the duodenum than in the 40 min group. It is suggested that the electrical activities of the gastroduodenal tract in the 120 min group after feeding were depressed on the gastrointestinal motility more than in the 40 min group.

In the 40 min group, frequencies of BER with SP on the fasted dogs were observed significantly more than on the dogs after feeding, but in the 120 min group, no significant changes were observed on the 2nd postoperative day. It was suggested that the activity of digestive function was higher in the 120 min group than in the 40 min group.

In the 40 min group, the gastrointestinal motility probably recovered to normal on the 5th postoperative day and in the 120 min group on the 7th postoperative day and thereafter.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (52) : 223—233, 1987.

要 約

開腹したイヌの胃と十二指腸に筋電図導出用電極と収縮曲線導出用歪ゲージを縫着し、縫着時間を含めて40分間（40分群）または120分間（120分群）室温（25℃）に曝露した後閉腹した。術後、全例の筋電図に空腹期の interdigestive myoelectric complex (IMC)が観察されたのは、40分群では3日であったが、120分群では4日であった。また、120分群ではIMC出現周期に延長が認められた。120分群では40分群に比べ、術後の食後期に5日まで胃の spike potential bursts (SP)の持続時間の短縮、1日と2日の十二指腸の SP を伴う basic electric rythm (BER)の発生頻度の減少があり、食後期における運動抑制は120分群で明らかになった。

また、40分群の胃では食後期における SP を伴う BER 発生頻度が空腹期より増加していたが、120分群では術後2日に差がみられなくなった。これらの結果は、120分群では40分群に比べ胃内容の排出が遅延し、食後期の持続時間が延長していることを示している。

以上の観察結果より、開腹による手術侵襲より胃と十二指腸の消化管運動が回復するのは、40分群では術後5日、120分群では7日あるいはそれ以後と考えられた。

結 言

消化管手術において、開腹時間の長短が術後の腸管運動の回復に大きな影響を及ぼすことは臨床的に経験されることである。また、消化管手術に限らず、一般に開腹手術後においても、生理的消化管麻痺期が存在し、その間には消化管の蠕動運動障害に水分および電解質喪失を伴った消化管機能障害が起こるとされている^{1,2)}。従来、開腹手術後の消化管運動に関しては、多くの実験的ならびに臨床的研究がなされてきている³⁻⁸⁾。しかし、消化管麻痺が蠕動運動障害の先行により起こるのか、或は水分および電解質喪失の先行により起こるのかは不明である。このため、先ず本研究ではイヌを用いて開腹時間40分と120分の実験群を作製し、開腹手術後の胃と十二指腸の筋電図を観察した。

材料および方法

1) 電極および歪みゲージ

電 極： 消化管筋電図用双極電極は縦8mm×横6mmのX線の感光乳剤層を除去したフィルムベースを基板とし、銀線（ $\phi 0.5\text{mm} \times 5\text{mm}$ ）2本を極間2mmとして基板より2mm突出させ、尖鋭にした銀線の先端約1mmを露出し、他部分をワニスで絶縁処理し、作製した。

歪みゲージ： 消化管収縮曲線用歪みゲージは縦8mm×横8mmのレントゲンフィルムベースを基板とし、これに市販されている歪みゲージ（B-FAE-2S-12 ミネベア株式会社製）を接着し、シリコン防水と絶縁処理を施し、作製した。作製された歪みゲージには10g、20gと50gの各負荷をかけて校正を行った。

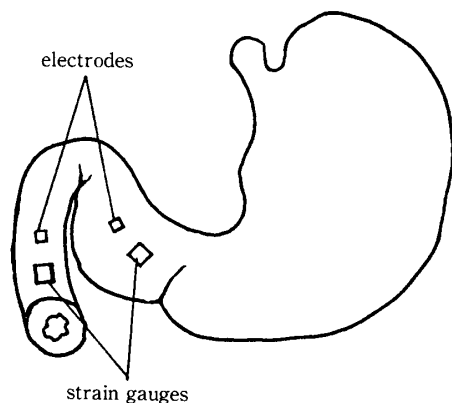


Fig.1. Implantation of electrodes and strain gauges to the stomach and duodenum.

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、雑種成犬（体重6～12kg）12頭を開腹40分群と開腹120分群の2群に等分し、実験に用いた。

麻 酔： 実験犬は、手術前24時間絶食とし、キシラジン（セラクター：バイエル社製）2mg/kgを前投与薬として筋肉内注射後、ペントバルビタールナトリウム（ネプタール：アボットラボラトリーズ製）12.5mg/kgを静脈内投与し、麻酔を行った。手術開始1時間後にキシラジン1mg/kgを筋肉内に追注した。

手 術： 上記麻酔下に室温（25℃）にて開腹し、幽門より約2cm口側の大弯と小弯との中間の胃幽門部および幽門より約

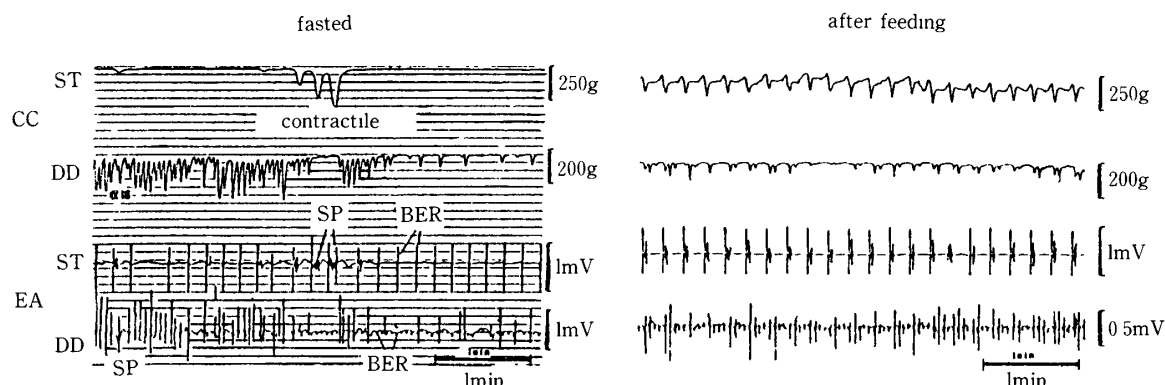


Fig. 2. Contractile curves (CC) and electrical activities (EA) of the stomach (ST) and duodenum (DD) in the 40 min. group on the 14th postoperative day. Gastroduodenal motilities in the fasted phase are shown in the left panel and the phase after feeding are shown in the right panel. Contractile waves are shown in the contractile curves, and basic electric rhythm (BER) and spike potential bursts (SP) are shown in the electrical activities.

10cm肛門側の十二指腸下降部に筋電図導出用電極を縫着した。さらに、胃の電極より口側約1cmおよび十二指腸の電極より約1cm肛門側に歪みゲージを同様に縫着した (Fig. 1)。

開腹40分群では創口より露出した胃と十二指腸を生理食塩水浸漬ガーゼで被い、電極などの縫着処置時間を含め、開腹開始40分後に閉腹した。120分群では同様に開腹開始120分後に閉腹した。

電極および歪み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、胃と十二指腸の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。

実験犬は手術翌日より、乾燥ドッグフード (ユーミー:ニッポン飼料株式会社) 20g/kg/日を13:00時に与え、30分以内に摂食させた。

3) 筋電図と収縮曲線

筋電図と収縮曲線の記録: 無麻酔下で、実験犬の筋電図用電極と収縮曲線用歪みゲージからのコードを8チャンネルポリグラフ (RM-85:日本光電工業) に接続した。筋電図は導出用の双極電極の口側の銀針が陽極となるよう生体電気用プリアンプに入力し、増幅した。時定数は0.03秒とした。

収縮曲線は、歪みゲージよりの電気信号をホイート・ストーン橋回路 (SR-J4, SR-J5 日本光電工業) を介し、ひずみ圧力用プリアンプ (RP-5:日本光電工業) で増幅した。

記録は、インク書オシログラフ (W1-387G:日本光電工業) で行い、記録紙の送り速度は通常25mm/minとし、詳細な変化の記録には60mm/minとした。

空腹期の記録は術後1~6時間および術後12時間ならびに1日、2日、3日、4日、5日、7日および14日の摂食前2~4時間の空腹期に実施した。

食後期の記録は術後1日以後、食餌摂取後2時間目より30分間実施した。

記録の分析: 胃と十二指腸の平滑筋に刺入された電極より導出された筋電図 (Fig.2) において、周期的に発生する自発性の律動的な電気活動である basic electric rhythm^{9,10} (BER) と、それに併い発生する spike potential bursts⁹ (SP) に注目した。収縮曲線においては、SPに関連して発生する収縮に注目した。

空腹期には静止期と収縮期を繰り返す interdigestive myoelectric complex (IMC) の次の四種類の相^{11,12})を区別した。

I相: SPを伴わない BERが発生し、収縮曲線に収縮はみられない相。

II相: BERに伴う SPの発生と収縮が不規則にみられる相。

III相: 全ての BERに伴って振幅の大きな SPが発生し、群性の強収縮波がみられる相。

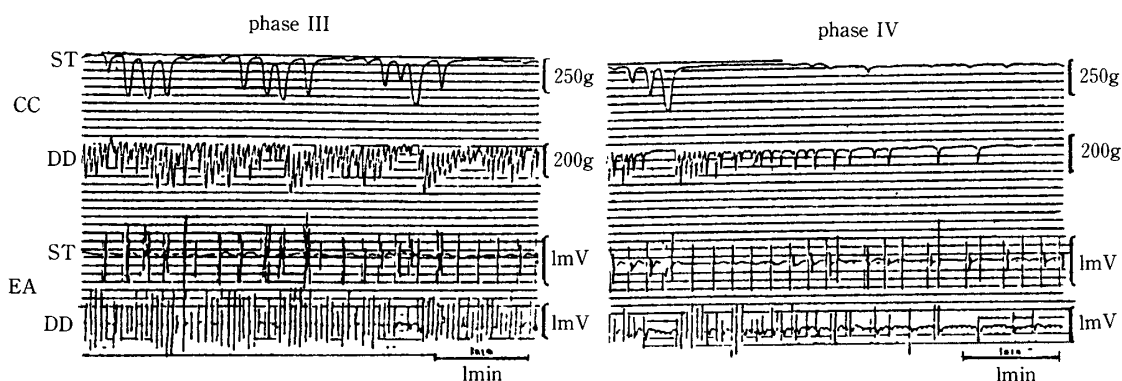


Fig. 3. Interdigestive myoelectric complex. Phase III is shown in the left panel and phase IV is shown in the right panel.

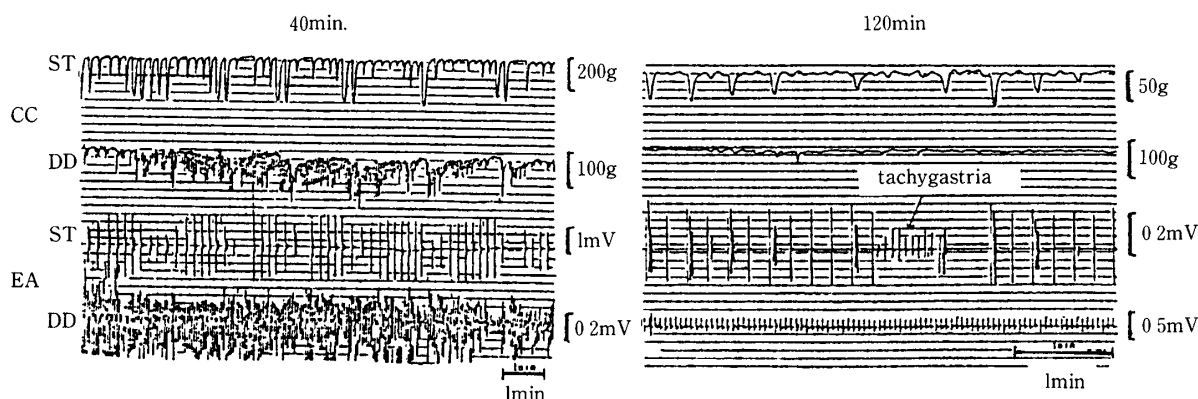


Fig. 4. Gastroduodenal motilities on the 2nd postoperative day. Phase III of interdigestive myoelectric complex in the 40 min. group is shown in the left panel and tachygastria in the 120 min. group is shown in the right panel.

IV相：III相からI相への移行期であり，SP および収縮が急速に消失していく相（Fig. 3）。

分析はIMCの周期（III相の発生間隔），BERの発生頻度（1分間のBER発生頻度をIMCの1周期に渡り数え平均した）ならびにSPを伴うBER発生頻度（IMCの1周期中のSPを伴うBER数を同期間中の全BER数で除した）について行った。

なお，記録の開始後，3時間を経過しても明確なIII相あるいはI相が認められない場合は，IMCが存在しないものとして，2時間分の記録を分析した。また，胃筋電図においては胃幽門部の一時的な異常興奮（pacemaker化）により発生し，口側に伝播するtachygastriaも観察した（Fig. 4）

食後期の記録においては，BER発生頻度，SPを伴うBER発生頻度および胃でのSPの持続時間を計測した。筋電図用電極と歪みゲージの縫着は胃と十二指腸の室温露出時間中に実施したため，記録の各分析項目の標準値としては両群とも手術後14日の値を用いた。

4) 統計処理

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⁾。

実験成績

1 手術後の胃と十二指腸の筋電図および収縮曲線における特異的波形の出現時期

開腹40分群および120分群各々の空腹期および食後期の筋電図における収縮を伴うSP(収縮・SP)，IMC，tachygastriaの出現時期は以下の通りである。

1) 開腹40分群

Table 1. Number of dogs observed the spike potential bursts with gastric and duodenal contractions

Sites on implanted electrode	Minutes of exteriorization	Hours after the operation						
		1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	12	24
Stomach	40	2/6	4/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6
	120	0/6	0/6	1/6	1/6	4/6	6/6	6/6
Duodenum	40	1/6	2/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6
	120	0/6	0/6	0/6	0/6	0/6	4/6	6/6

Table 2. Number of dogs observed the interdigestive myoelectric complex

Exteriorization period (min.)	Days after the operation						
	1	2	3	4	5	7	14
40	0/6	5/6	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6
120	0/6	0/6	2/6	6/6	6/6	6/6	6/6

手術終了1時間後の記録開始時には、胃と十二指腸ともに BER の発生頻度および出力にばらつきがみられた。術後3～4時間を経ると胃では全例に収縮・SP が認められた。十二指腸では、術後6時間で4例に収縮・SP が認められ、残りの2例では術後12時間と1日に各々認められるようになった (Table 1)。

十二指腸に現れた収縮・SP は次第にその頻

度と出力を増し、術後1日には全例において群化放電となった。術後最初の明確な IMC (Fig. 4) は術後2日に6例中5例に認められ、3日には全例に認められた (Table 2)。術後4日では全例においてほぼ正常な筋電図パターンが観察された。

食後期の筋電図においては、術後1日から術後14日までほぼ同様の収縮・SP パターンが観察された。手術侵襲よりはほぼ完全に回復したと考えられる術後14日の食後期の筋電図 (Fig. 2) において、胃では全ての BER に付随して SP が発生するが、十二指腸ではこのような SP の発生は間欠的であることを示している。十二指腸における BER に付随する SP の発生頻度は食後2時間から4時間までの間で安定していた (SP/BER : 24～43%)。

2) 開腹120分群

手術直後は40分群と同様に胃と十二指腸の BER 発生頻度と出力にばらつきがみられた。胃では BER 発生頻度は減少し、収縮・SP は術後3時間まで認められなかったが、術後6時間に4例、12時間に6例全例に認められた。このように収縮・SP の出現は40分群より遅れる傾向にあった (Table 1)。十二指腸では収縮・SP は術後6時間まで認められず、術後12時間に4例、1日に6例で認められた。術後2日になると、ほとんどの例で、十二指腸の収縮・SP は微弱ではあるが群化するようになった。術後最初の IMC は3日に2例と4日に残る4例に観察された (Table 2)。

術後1日と2日の食後期には、十二指腸の収縮・SP の頻度が著明に低下しており、空腹期の筋電図との差が明らかでなかった。しかし、tachygastria²⁵⁾と思われる異常筋電図が40分群に比較して高率に胃筋電図にみられ (Fig. 4)、長い例では30分以上も継続した。tachygastria が発生している間、十二指腸の筋電図には特に変化はみられなかった。

術後1週間になると、ほぼ規則正しい筋電図と収縮曲線が観察された。

2 筋電図の分析

開腹40分群および120分群の IMC 周期、空腹期および食後期の BER 発生頻度、SP を伴う BER 発生頻度、tachygastria ならびに食後期の胃の SP 持続時間の術後14日の値との差は Table 3 に示す通りであった。また各項目の両群間における比較は Table 4 に示した。各項目の経時的变化は以下に記載する通

Table 3. Differences between the experimental values within 7 days after the operation and the standard values on the 14th postoperative day in electrical activities of stomach and duodenum

Exterioriza- tion period (min.)	Sites on im- planted electrodes	Phases	Electrical activities	Time after the operation											
				1-2	2-4	3-4	4-5	5-6	12 hours	1	2	3	4	5	7
40	Stomach	Fasted	Frequencies of BER	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↓	↓	↓						
			Frequencies of SP												
			Tachygastria												
		After feeding	Frequencies of BER												
			Frequencies of SP												
			Periods of SP							↓↓↓	↓↓	↓	↓		
	Duodenum	Fasted	Frequencies of BER	↓↓	↓↓			↑							
			Frequencies of SP			↓	↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓					
			Tachygastria												
		After feeding	Frequencies of BER												
			Frequencies of SP												
			Interval of IMC							↑↑↑	↑				↓
120	Stomach	Fasted	Frequencies of BER	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↓		↓↓	↑↑	↑↑	↑			
			Frequencies of SP	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓									
			Tachygastria			↑					↑↑	↑			
		After feeding	Frequencies of BER												
			Frequencies of SP												
			Periods of SP							↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↓↓	↓
	Duodenum	Fasted	Frequencies of BER	↓↓↓	↓↓↓	↓	↓								
			Frequencies of SP	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↓↓↓		↓	↓		
			Tachygastria												
		After feeding	Frequencies of BER							↓↓	↓				
			Frequencies of SP							↓↓	↓↓				
			Interval of IMC										↑		
BER: basic electric rythm				↑ : increase or prolongation				↑ • ↓ : p<0.05							
SP: spike potential bursts				↓ : decrease or shortening				↑↑ • ↓↓: p<0.01							
IMC: interdigestive myoelectric complex								↑↑↑ • ↓↓↓: p<0.001							

りであった。

1) 空腹期

IMC 周期： 術後14日すなわち標準値の IMC 周期は両群とも約90分であった。これに対し、術後最初に観察された IMC の周期は開腹120分群の6頭のうち5頭で180分を越えた。開腹120分群の IMC 周期の延長には術後4日に両群間に有意差があった ($p < 0.05$: 以下有意差の検定結果は Table に示す)。40分群では術後7日に14日より IMC 周期の短縮がみられた。

BER 発生頻度： 胃の BER 発生頻度は両群とも標準値に比べて手術1時間後に減少を示していた。その減少は開腹120分群において著しく、術後1～3時間には40分群との間に差を示していた。両群とも1日には標準値との差がみられなくなった。120分群では術後2日、3日および4日に標準値より増加がみられ

Table 4. Differences between the 40 and 120 min groups in the electrical activities

Sites on implanted electrodes	Phases	Electrical activities	Time after the operation												
			1-2	2-4	3-4	4-5	5-6	12 hours	1	2	3	4	5	7 days	
Stomach	Fasted	Frequencies of BER	**	**											
		Frequencies of SP													
		Tachygastric		*	*						**	*			
	After feeding	Frequencies of BER													
		Frequencies of SP													
		Periods of SP							**	*	**	**	*		
	Tachygastric														
Duodenum	Fasted	Frequencies of BER	**	**	*										
		Frequencies of SP													
	After feeding	Frequencies of BER							*	**					
		Frequencies of SP													
Interval of IMC													*		
BER: basic electric rythm			* : p<0.05												
SP: spike potential bursts			** : p<0.01												
IMC: interdigestive myoelectric complex															

た。

十二指腸では術後1～3時間に両群とも減少を示していた。40分群は術後3時間に標準値との間に差がみられなくなり、5～6時間には逆に増加を示した。120分群は術後5～6時間に標準値との間に差がみられなくなった。術後1～6時間には120分群が40分群より有意に減少していた。6時間以降は両群とも変動が非常に小さくなっていた。

SPを伴うBER発生頻度： 胃のSPを伴うBER発生頻度は開腹40分群で変化が認められなかったが、120分群では術後1～4時間において標準値より減少していた。

十二指腸では開腹40分群で14日の値に比較して術後3時間から1日まで減少していた。120分群では術後2日を除き1時間から4日まで減少がみられた。

2) 食後期

BER発生頻度： 胃のBER発生頻度は両群で特に変化はみられず、変動幅も小さかった。また両群間にも差は認められなかった。

十二指腸では開腹40分群に変化はみられなかったが、120分群では術後1日と2日が標準値より減少していた。

SPを伴うBER発生頻度： 胃のSPを伴うBER発生頻度は両群とも標準値とのあいだに有意差はなく、両群間にも差はなかった。

十二指腸では120分群に限って術後1日と2日に標準値より減少していた。

胃のSP持続時間： 胃のBER発生頻度とSP発生頻度はともに両群で変化がみられなかった。収縮力と比例するとされているSPの持続時間^{20,26)}は開腹40分群で術後4日まで標準値より短縮し、120分群では7日まで短縮していた。短縮の程度は術後5日までは120分群で40分群より有意に大きかった。

異常筋電図： 空腹期に tachygastria の持続時間が全記録時間に占める割合は40分群において全例とも9%以下であったが、120分群では50%以上に及ぶ例もあった。120分群では特に術後2～3時間および

Table 5. Differences between the phases of fasted and after feeding in the electrical activities

Minutes of exteriorization	Sites on implanted electrodes	Electrical activities	Days after the operation							
			1	2	3	4	5	7	14	
40	Stomach	Frequencies of BER	**	**	**	* **	**	**	**	
		BER with SP	* **	**	* **	* **	* **	* **	* **	
	Duodenum	Frequencies of BER				*				
		BER with SP	*							
120	Stomach	Frequencies of BER	*	* **	* **	**	**	* **	* **	
		BER with SP	**		* **	* **	* **	* **	* **	
	Duodenum	Frequencies of BER		*		**	**	**	* **	
		BER with SP	*				*			

BER: basic electric rythm * : $p < 0.05$

SP: spike potential bursts ** : $p < 0.01$

* ** : $p < 0.01$

Frequencies of BER in fasted phase increases more than in phase after feeding.

BER with SP in fasted phase decreases more than in phase after feeding.

3 日と 4 日 tachygastria が高頻度で認められた。また、両群間で比較してみると術後 2 ～ 4 時間、3 日と 4 日には 120 分群で tachygastria が 40 分群よりも多発していた。

食後期には開腹 40 分群で tachygastria が観察されなかった。120 分群では全例に tachygastria が観察されたが、その発生する時期に一定の傾向が認められなかった。

3) 空腹期と食後期の比較

開腹 40 分群と 120 分群の筋電図の各分析項目を空腹期と食後期とで比較した結果を Table 5 に示す。

BER 発生頻度： 胃の BER 発生頻度は空腹期と食後期の間に差はみられなかった。

十二指腸の BER 発生頻度は開腹 40 分群で術後 4 日に、120 分群で 2 日、4 日、5 日、7 日と 14 日に食後期の増加が認められた。

SP を伴う BER 発生頻度： 胃の SP を伴う BER 発生頻度は開腹 40 分群で術後全期間の食後期に増加がみられた。120 分群では 1 日、3 日、4 日、5 日、7 日と 14 日に食後期に増加がみられた。

十二指腸では開腹 40 分群に 1 日に、120 分群に 1 日と 5 日に食後期の増加が認められた。

考 察

消化管筋電図の空腹期に現れる IMC の 4 種類の相はそれぞれ 90 ～ 114 分の間隔で胃または十二指腸に発生し、肛門側腸管へ伝播していくが、摂食によって消失すると指摘されて¹⁶⁾以来、消化管運動の指標として筋電図を用いた数多くの研究^{10,12,17-19)}がなされてきた。

伊藤^{20,21)}は extraluminal force transducer により記録した筋電図の IMC の III 相に一致して平均 100 分の間隔で規則正しく発生し、消化管上部から下部へ伝播する強収縮波群を interdigestive migrating contraction と呼んでいる²²⁾。この空腹期の収縮パターンは採食により一変し、収縮力のほぼ一様な、連続的な収縮運動に変化する²³⁾。このように、force transducer は消化管漿膜面に縫着して筋の収縮を直接判定できるという利点があるが、縫着後の日時の経過と共に肉芽組織の増殖および腸管癒着の原因となり、実際の収縮力を正確に反映しなくなるにより慢性実験には向かないとされている^{20,24)}。このため本研究

では歪みゲージにより導出される収縮曲線の変化は筋電図における SP 発生時に消化管の収縮運動が発現するか否かを判定する指標とした。

開腹手術後の消化管運動に関する従来の研究は、全て空腹状態において行われており、術後早期より経口的に食餌を与えて、食後の消化管運動について検討した研究は今まで報告されていない。このため本研究では、消化管運動に特に影響を及ぼさないと報告^{25,26)}されているペントバルビタール麻酔下で、開腹時間の長短によって、胃と十二指腸運動にどのような変化がみられるかを、また術後 1 日より採食させ、食後の胃と十二指腸の筋電図の変化についても検討した。

開腹手術や後腹膜の手術後に消化管の運動が一時停止をすることは古くから知られている。通常、術後腸管麻痺または生理的イレウス *physiologic ileus* と呼ばれている²⁷⁾。しかしその障害の程度は報告により種々である^{3,7,8,27,28)}。

本研究の開腹40分群では胃における収縮頻度に対応する SP を伴う BER 発生頻度（以下 SP 発生頻度）が胃において術後早期より標準値と差がみられなかった（Table 3）。これは Woods ら⁸⁾による猿の開腹術後の消化管運動の観察結果と一致している。しかし十二指腸においては SP 発生頻度は術後 1 日まで減少がみられており、回復が彼の報告より遅れている。120分群における胃の収縮・SP は術後12時間以後に、十二指腸では 1 日以後に初めて認められた（Table 1）。術後12時間から24時間にかけて胃と十二指腸に収縮が認められ、術後 4 日には IMC の III 相の群性強収縮波が全例に認められた（Table 2）本研究結果は三村ら²⁷⁾によるイヌの開腹手術後の成績にはほぼ一致している。また、両群とも術後初めて収縮・SP が発生する時期は十二指腸より胃で早い傾向があること（Table 1）、SP 発生頻度についても十二指腸でより回復が遅れていること（Table 3）から、十二指腸よりも胃において術後の運動抑制からの回復が早かったことを示している。これも Woods ら⁸⁾と三村ら³⁸⁾の報告と一致している。

BER は縦走筋より発生し、神経刺激や薬物の影響を受けにくく、Auerbach 神経叢の破壊により発生頻度が減少するとされている^{30,31)}。本研究結果（Table 3, 4）は BER 発生頻度に関する開腹時間の延長による差は比較的早期に現れることを示唆している。

一方 SP は輪状筋より発生し、その収縮に直接関連しており、薬物や神経刺激の影響を受けやすい。コリン作動薬により SP は誘発され、ノルエピネフリンにより発生が抑制される。この抑制はフェノオキシベンザミンによりブロックされる³¹⁾。本研究では Table 3 に示すように SP 発生頻度の減少が120分群で40分群より長期間持続しており、開腹時間が SP 発生に抑制的な影響を及ぼしていることを示している。この説明としては開腹時間に関連した未知要因による神経機能の抑制あるいはストレス刺激により副腎髄質から放出されるエピネフリンの作用による SP 発生の抑制などが考えられる。

収縮頻度を決定する SP の発生頻度³¹⁾は食後期の胃では両群とも標準値との間に差はみられないが、収縮力と比例する SP 持続時間では両群とも短縮している（Table 3）。しかもこの SP 持続時間の短縮は120分群に著明であり（Table 4）、期間も長かった。すなわち、開腹時間が延長すると食後における胃の収縮力は低下を起こすことを示している。

胃の SP 発生頻度は開腹40分群では手術直後より食後期に増加している。これに対し120分群では術後 2 日に空腹期と食後期との間に差がみられなくなっており、1～7 日までの食後期の胃 SP 持続時間も短縮を示している。このことは120分群の空腹期にも食後期の筋電図が現れたことを示している。すなわち、120分群では胃の収縮力の低下により胃内容の排出が遅れ、前日（術後 1 日）の食餌内容が停滞しているためと考えられる。40分群に比べ120分群における術後 1 日以後の胃の運動低下は明らかであり、食後期には十二指腸の運動が著しく低下し、開腹時間の延長が食後期の胃収縮力に大きな影響を与えることを明らかに示している。

tachygastria は胃幽門部が一時的に異常 *pacemaker* となり発生し口側へ伝えられ、通常空腹期の IMC の I 相に認められている^{10,14)}。本研究では殆どの例が III 相の終了後に発生したが、II 相でもみられ、さらに開腹120分群では食後期にも認められた。これまでに迷走神経切離術後の早期に tachygastria が著明にみられるという報告¹⁷⁾もある。これらを考え合わせると本研究にみられた tachygastria は開腹手術により迷走神経に何等かの障害が生じ、その結果発生した可能性も考えられる。開腹時間の延長が tachygastria の

発生頻度に影響する可能性を本研究結果は示唆していると思われる。

IMC は体液性に調節され、III相の強収縮波群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²²⁾。腹部手術後の回復過程における群性収縮波の発生においてもモチリンが関与していることは谷⁴³⁾のイヌを用いた実験で報告されている。イヌにおいては十二指腸内 pH がアルカリ性になるとモチリンが放出され、pH が酸性になるとモチリンは放出されない²¹⁾。このため十二指腸内 pH が酸性の場合、群性強収縮波が発生せず空腹期収縮の規則性が失われる³³⁾。これらのことより開腹120分群において IMC の出現が遅れている期間の十二指腸内は酸性であったと推察される。また、開腹手術後には胃酸分泌が亢進する³⁴⁾とされている。今回の筋電図の結果から明らかなように40分群に比べ120分群で胃と十二指腸の運動性が低下しており、胃内容の排出遅延が起こっていると考えられる。このことは120分群における食後期の胃収縮力の低下からも伺われる。また十二指腸の収縮数も減少しているために、十二指腸内容物の移動も遅延していると考えられる。術後には胃内容の排出遅延と腸管内の移動抑制が起こる^{3,8,35)}とされており、今回も120分群で十二指腸内が酸性になり、IMC の出現が強く障害されたと考えられる。その結果、IMC がみられないために群性強収縮波が発生せず、消化管内容の輸送の低下が著明になる^{8,27,33)}現象が120分群に強く現れたと考えられる。

開腹40分群では Table 3 の各項目が標準値と差がみられなくなった、術後5日に胃と十二指腸とも手術侵襲より回復し、お互いに連携のとれた規則正しい運動を示したと考えられる。特に消化管の規則正しい運動を示す IMC の消失および周期の延長ならびに収縮力の低下を示す食後期の胃の SP 持続時間の短縮が術後3～4日までみられている。このことより、IMC の出現と食後期の胃の SP 持続時間の延長が消化管運動回復の指標になると思われた。従ってこれらを指標とした場合、開腹120分群では同様の消化管運動の回復を示すのに7日あるいはそれ以上を要すると考えられる。これに関連し Table 4 において各項目で術後早期(1～4時間)および1～5日に両群間に差がみられるのは、開腹時間の延長による影響およびその回復過程に差が生じたためと考えられる。

以上より、開腹により起こされる消化管運動障害の回復遅延は、開腹時間の延長により生じることが明らかとなった。

文 献

- 1) 三村一夫・河野道弘・門田俊夫・玉熊正悦・竹村克二：開腹手術後の消化管麻痺に対する Prostaglandin $F_{2\alpha}$ の効果。現代医療 16：2101-2107, 1984.
- 2) Furness, J. B. & Costa, M. : A dynamic ileus, its pathogenesis and treatment. Med. Biol. 52 : 82-89, 1974.
- 3) Wells, C., Rawlinson, K., Tinckler, L., Jones, H. & Saunders, J. : Ileus and postoperative intestinal motility. Lancet II(7194) : 136-187, 1961.
- 4) Dahlgren, S. & Selking, O. : Postoperative motility of the small intestine. Upsala J. Med. Sci. 77 : 202-204, 1972.
- 5) Rothnie, N. G., Harper, R. A. K. & Catchpole, B. N. : Early postoperative gastrointestinal activity. Lancet II(7393) : 64-67, 1963.
- 6) Baker, L. W. & Webster, D. R. : Postoperative intestinal motility. An experimental study on dogs. Brit. J. Surg. 55 : 374-378, 1968.
- 7) 徳永欽吾：所謂開腹術後腸管麻痺の実験的ならびに臨床的考察。日外会誌 82 : 655-675, 1971.
- 8) Woods, J. H., Erickson, L. W., Condon, R. E., Schulte, W. J. & Sillin, L. F. : Postoperative ileus : A colonic problem? Surgery 84 : 527-533, 1978.
- 9) Bass, P. & Wiley, J. N. : Electrical and extraluminal contractile force activity of the duodenum of the dog. Am. J. Dig. Dis. 10 : 183-200, 1965.
- 10) 白石義光・及川俊彦・斧山英二：筋電図および収縮曲線の日内変動からみたイヌの胃・十二指腸間の関連。日平滑筋誌 20 : 13-24, 1984.
- 11) Code, C. F. & Marlett, J. A. : The interdigestive myoelectric complex of the stomach and small bowel of dogs. J. Physiol. 246 : 289-309, 1975.
- 12) 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.

- 13) 若林克己：「実験データの整理」東京：培風館，44-53，1984.
- 14) Code, C. F. & Marlett, J. A. : Canine tachygastria. Mayo. Clin. Proc. 49 : 325-332, 1974.
- 15) 吉田政弘・高桑一喜・松尾仁之：胃および十二指腸の筋電図と収縮曲線の相関について，日平滑筋誌 19 : 301-302, 1983.
- 16) Szurszewsky, J. H. : A migrating electric complex of the canine small intestine. Am. J. Physiol. 217 : 1757-1763, 1969.
- 17) 高桑一喜：迷走神経切離前後の胃および小腸運動に関する実験的研究，日平滑筋誌 18 : 19-38, 1982.
- 18) Atchison, W. D., Stewart, J. J. & Bass, P. : A unique distribution of laxative-induced spike potentials from the small intestine of the dog. Dig. Dis. 23 : 513-520, 1978.
- 19) 山岸良男：開腹術後の消化管動運に関する筋電図学的研究—Prostaglandin $F_2\alpha$ の腸管運動促進作用について—，日消外会誌 15 : 1238-1248, 1982.
- 20) 伊藤 漸：Extraluminal strain gage force transducer の作製と慣性植込，日平滑筋誌 13 : 33-43, 1976.
- 21) 伊藤 漸：消化器の生体リズム，臨床検査 30 : 816-819, 1986.
- 22) 伊藤 漸：空腹期における消化管の周期的活動，日平滑筋誌 17 : 137-145, 1981.
- 23) 伊藤 漸：「消化管運動の体液性調節」，織田敏次監修「消化管機能と病態」東京：中外医学社，281-311, 1981.
- 24) 佐藤通介：迷走神経と胃運動との関係に関する電気生理学的研究，日平滑筋誌 15 : 379-397, 1979.
- 25) Bueno, L., Ferre, J. & Ruckebusch, Y. : Effects of anesthesia and surgical procedures on intestinal myoelectric activity in rats. Dig. Dis. 23 : 690-695, 1978.
- 26) Bueno, L., Ferre, J. & Ruckebusch, Y. : Postoperative intestinal motility in dogs and sheep. Dig. Dis. 23 : 682-689, 1978.
- 27) 三村一夫・竹村克二・岩佐博・田巻国義・加辺純雄・門田俊夫・平出星夫・溝口修身・寺島肇・黒川胤臣・初瀬一夫・大崎裕子：開腹術後の消化管麻痺の病因とその治療，防医大誌 7 : 319-331, 1982.
- 28) Carmichael, M. J., Weisbrodt, N. W. & Copeland, E. M. : Effect of abdominal surgery on intestinal myoelectric activity in the dog. Am. J. Surg. 133 : 34-38, 1977.
- 29) Cannon, W. B. & Murphy, F. T. : The movements of the stomach and intestine in some surgical conditions. Ann. Surg. 43 : 512-536, 1906.
- 30) 椿秀三千・小沢哲郎・名越大起・和田俊洋・継行男：空腹期小腸運動に対す薬物および食事の影響，東邦医会誌 32 : 217, 1985.
- 31) Bass, P. : In vivo electrical activity of the small bowel, in "Handbook of Physiology" sec.6, vol.4 : 2051-2074, Washington, D.C., 1968.
- 32) 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.
- 33) 本多隆一・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.
- 34) 岡 統三：開腹手術後の胃酸分泌動態—硬膜外麻酔と GOF 全身麻酔群との比較，日消外会誌 19 : 312, 1985.
- 35) Dubois, A., Watanabe, A. M. & Kopin, I. W. : Postoperative Gastric Ileus. Dig. Dis. 18 : 39-42, 1973.