

# 大腸運動に関する研究

## VI. 結紮及び狭窄の影響について

安川正敏・長野慶一郎

### Studies on the Movements of the Large Intestine

#### VI. On the Influence of Ligature and Stricture

Masatoshi YASUKAWA and Keiichiro NAGANO

(Laboratory of Veterinary Physiology)

#### I 緒言

大腸運動の起始部位 (Pace-maker) が結腸括約部 (*Sphincter coli*) に存在することは既に確認されている。しかし該部位の Pace-maker としての機構については、なんらの知見がない。

ところで家兎の結腸括約部は近側結腸の末端に位置している。近側結腸は尾側に移行するにつれて、漸次内径が狭小となり、特に末端で急に細まり、細まりきつた部位が結腸括約部である。これに続く遠側結腸の内径は、殆んど変化なく肛門に達する。更に附言すれば、盲腸順蠕動は、急に細くなる虫垂との接続部から発生する。この明らかな構造的特質は、結腸括約部が Pace-maker であり得るための一条件を意味するのではなからうか。これを吟味する、一つの手がかりとして、本実験が行われたのである。即ち家兎生体内の盲腸を結紮または狭窄し、その運動変化、殊に処置部位における態度を追究した。盲腸を選んだのは、運動型が単純であるほか、内容通過阻止による、腸管の膨満その他の WAHL 症状を呈すべき変状を避けたいためである。

実験の結果は、上述の設問に対しては明確に答えられなかつたが、しかし腸管運動特に蠕動の性格を示唆する 2, 3 の知見が得られたので、報告することにした。

#### II 実験方法

成熟家兎 (2~2.5 Kg, ♂, ♀) 15 羽 (結紮 10, 狭窄 5) に銀棒付硝子腹窓 (4.0×6.5 cm, 5.5×8.5 cm) を装着して実験を行つた。結紮並びに狭窄手術は腹窓設置後 4~7 日を経て運動が正常になつてから腹窓下 1 cm の腹壁を 2~3 cm 切開して行つた。結紮、狭窄には 7 号絹糸を使用した。完全結紮時の結紮部位は、観察の目的により、次の 3 通りとした。即ち主として盲底側の運動を観察する時は、盲腸底から数えて 19~20 番目の分節、盲尖側観察の時は 6~7 分節、両側同時観察の場合は、11~13 分節を結紮した。狭窄時の部位は 12~13 分節とし、狭窄時の腸管周径は 2~3 cm で術前の約 1/4 程度に当る。何れの場合も血管を損傷せしめぬよう注意して行つた。運動の観察は 12~13 分節を中心とする部位で、結紮、狭窄手術直後から 4 日後まで行つた。其の後は Fibrin 析出のため観察不可能な事が多かつた。供試後剖検すると、結紮例において、結紮糸の当つている個所が壊死するほかは格別の変状を認めなかつた。結紮は完全で内容の通過は不可能であつた。また狭窄部は、特に腸管が変化することなく、両側は流通しうる状態であつた。運動頻度、時間間隔等採食条件によつて変化する data の測定は空腹時 (採食後 4~5 時間) に一定した。

#### III 実験成績

##### A. 結紮時の運動

家兎盲腸の正常運動が、逆蠕動と蠕動(順蠕動)から成立つことはよく知られている。*Sphincter coli*に始発する近側結腸の逆蠕動(膨起流)が盲腸底に伝えられ、逆蠕動として盲腸尖に進行する。これに対応して盲腸尖から、順蠕動が生起し、盲腸底に到達、ここで消失するか、或は総蠕動に発達して近側結腸を伝播してゆく。<sup>(1)</sup>従つて盲腸の主體的な運動は逆蠕動といふことができる。この正常運動は、結紮によつてどのように変化するか。便宜上結紮部から盲腸底に至る部位を盲底側、反対に盲腸尖に至るまでを盲尖側と呼び、両側ともに結紮した分節を起点として、すぐ隣の分節から第1, 第2……ということにする。結紮分節は陥凹するため、部分的にしか把えられない。しかし第1分節は明確に観察しうる。また順蠕動を *P*, 逆蠕動を *AP* と略記する。

### 1. 盲底側

正常時と同様に、盲腸底から *AP* が起り、結紮部に進行してゆく。この興奮波は、決して結紮部を通過せず、結紮部で消失する。このさい消失したままに終るか、或は結紮部から新しく *P* が発生する。*P* の発生様式は必ずしも一様でない。まず *AP* による前駆拡張が結紮部に到達する。続いて *AP* の収縮が第1分節に到達し、収縮→弛緩の過程において、または弛緩しきつた直後に、再び収縮し、これが *P* に発達する (1)。或は第1分節の収縮→弛緩にさいし、それより 2~3 分節盲腸底よりの部位に収縮が起り、*P* として伝わる (2)。*AP* による前駆拡張の著しいときには、非伝播性の収縮 (*AP* 性収縮波は近接分節まで到達している) が起り、この場合は強力な *P* として伝播する (3)。以上が主要な型態である。この *P* は *AP* の到達によつて初めて発現する。しかし毎回発現するわけではない(発現率は結紮当日に 41.8%, Table 1)。また1回の *AP* に対応し、1~3回発現する。このように収縮波に対応して、結紮部から発現する様態を、折返し発現と仮称しておく。折返し *P* は伝播の途中で消失する場合もあるが、大部分は盲腸底まで進行する。のみならず、その1部(26.6%)は

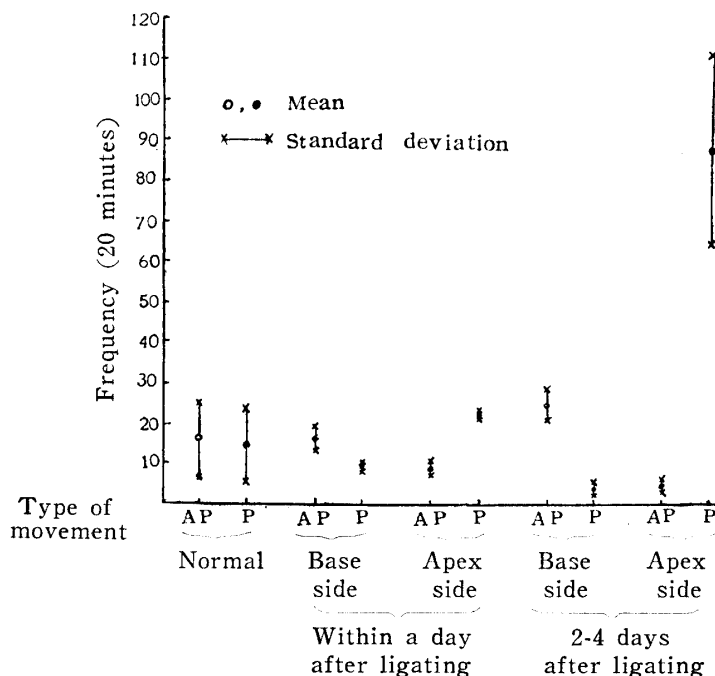


Chart 1. Influence of ligature on the movements of caecum.

Notice : AP, Antiperistalsis. P, Peristalsis. Base side and Apex side, The zone between the ligated part and the Basis caeci, Apex caeci respectively.

総蠕動として伝播してゆく。特に前記(3)の  $P$  は原則的に総蠕動に発達する。ところで折返し  $P$  が途中で消失するのは、数分節進行し(腸管の彎曲部に進入する)、伝播速度が低下し、消失することが多いが、停止した位置でしばしば収縮状態が暫時維持されることがある。このときにはここから両方向性に収縮波が伝播する。

なお、 $AP$  と  $P$  の頻度(20 min)は結紮当日はそれぞれ  $16.2 \pm 3.0$  回、 $9.2 \pm 0.4$  回で正常( $16.0 \pm 8.4$ ,  $14.2 \pm 9.2$ )とあまり変らない。結紮後の時間経過につれて少量のガスが発生する。このガスは結紮部に偏在する。結紮2~4日後における頻度は  $AP$  が  $24.7 \pm 4.1$  回、 $P$  が  $3.5 \pm 1.8$  回となり折返し発現性が低下してくる(Chart 1)。

## 2. 盲尖側

前述のように無処置の家兎では、盲底からの  $AP$  が到達するごとに、盲腸尖から  $P$  が発生する。ところで  $AP$  が先行しない  $P$  発生があるかどうかについては榊田<sup>(1)</sup>が報告している。榊田によると、数分間以上に亘つて盲腸運動が停止し、 $AP$  が伝播してこないときには、盲腸尖における自働的な  $P$  発生があるという。

さて盲腸底からの  $AP$  は結紮部を通過しない。にもかかわらず盲尖側の  $P$  は、正常より寧ろ高い頻度で生起する(Chart 1)。この  $P$  は明らかに盲腸尖から自働的に発生するものである。 $P$  が結紮部に到達すると(通過しない)、ここから  $AP$  が折返し発現する。折返しの発現率は64.7%(結紮当日)であつた。時間が経過するにつれて、腸管の流動性内容は乾燥、縮少し、しかも内容が偏在してくる。即ち結紮部よりに押しやられ、かつ腸間膜附着側に片寄る。ガスは盲尖側に蓄積する。全体として腸管が僅かに膨化する。この内容変化に伴つて、運動も相違してくる。即ち単発性の  $P$  に代つて、群起性  $P$  が出現する。結紮2~4日後においては、比較的長い休止期(63.9~80.9sec)の後に、極めて短い間隔(7.9~8.2sec)で  $P$  が相ついで生起する。連続回数は9~35回に及ぶ。この運動、休止の両期の変動は、緊張の上昇、下降のそれにほぼ一致している。この結果  $P$  頻度は  $88.8 \pm 23.9$  回(20 min, 無処置は  $14.2 \pm 9.2$ , 結紮当日  $22.7 \pm 1.4$ , Chart 1)と著しく高まる。しかし結紮部における折返し性は減衰し、発現率(6.3%)としては勿論、 $AP$  頻度( $4.0 \pm 2.9$ )としても低下する。

## 3. 折返し発現の性質

既に記したように、盲底側、盲尖側のいずれにおいても、収縮波に対応して結紮部から収縮波が折返し発現する。折返しは或る場合には起り、或る場合には起らない。ではどういう条件のもとで起り、または起らないのであろうか。蠕動発現の基本的機構が十分に解明されない限り、本質的な把握は勿論できない。ただここで、現象面から、2つの場合を区別しうるような、なんらかの条件もしくは特徴が捉えられないかどうか。この意味で折返し発現の諸性質を吟味してみよう。

a. まず盲底側の  $AP$  が進行するさいに、第1分節及び第4分節の収縮期(収縮開始→弛緩開始)を目賭観察で測定してみた。第1、第4の両分節ともに折返し  $P$  を伴う場合と伴わない場合の間には有意差が認められなかつた(Table 1)。しかし折返し  $P$  を伴う  $AP$  の収縮期は第4分節より第1分節の方が有意的( $P=0.001$ )に長い。 $P$  を伴わない場合にも同様な傾向があるが、但し  $P=0.01$  で有意的である。

b. 盲底側の  $AP$  は必ずしも  $P$  を伴わない。また  $P$  が1回起る場合と2回以上連続する場合とがある。以上2つの現象を総合し、 $P$  を伴わない  $AP$  の連続性( $P$  を発現するまでの  $AP$  の回数)と発生する  $P$  の連続性の間の関連を検討してみた。その結果は  $P$  が2回以上連続する場合は、相関が認められた( $r=+0.6032$ ,  $P<0.05$ )。いい換えると、 $P$  を伴わない  $AP$  の連続性が高いときには、その後起る  $P$  の連続性が高いのである。

Table 1. Properties of the returning peristalsis in the Base side

Ratio of occurrences of returning peristalsis to antiperistalsis %	Succession of returning peristalsis					Contraction period of antiperistalsis						
	Frequency %			Time interval sec		1st Segment		4th segment		Significance of difference		
	Simple wave	Double waves	Tripple waves	Antiperistalsis~peristalsis	Peristalsis~peristalsis	Accompanied with peristalsis (A)	Not accompanied with peristalsis (B)	Accompanied with Peristalsis (C)	Not accompanied with Peristalsis (D)	(A) ~ (B)	(A) ~ (C)	(B) ~ (D)
41.8	67.9	24.5	7.6	5.7 ~6.3	4.5 ~6.0	3.8 ~4.5	3.5 ~3.9	2.8 ~3.3	3.2 ~3.5	NS	SSS	SS

- Notice :
1. Measured within a day after ligation.
  2. Returning peristalsis means that of starting from the ligated part in response to the arrival of antiperistalsis.
  3. The part giving the name of segment is the section divided by the *Valvula spiralis caeci*, and the order of segment is counted from the ligated segment.
  4. SSS and SS, Significant at 0.1 and 1% probability level respectively. NS, Non-significant.

c. 盲底側第1分節に AP 性収縮が起つてから、折返し P の収縮が起るまでは 5.7~6.3 sec を要する。そして折返し P が連続生起するとき、その間隔は 4.5~6.0 sec である。ところで稀ではあるが、第1の P と第2の P の間隔が著明に長い例 (28.6~129.0 sec) があつた。これについての考察は後記する。

d. 既に述べたところであるが、前軀拡張が強度のときには、折返し発現率が高い。

e. 結紮後の時間経過につれて、盲尖側では P 群起性が顕著になるのに対し、折返し性は低下する。このさい、折返しを伴う P は、P 群中のどこに位置するかを調べてみた。結果は Chart 2 の通りであつて、折返し AP を伴う P は、原則的にみて P 群中の比較的初期に属している。

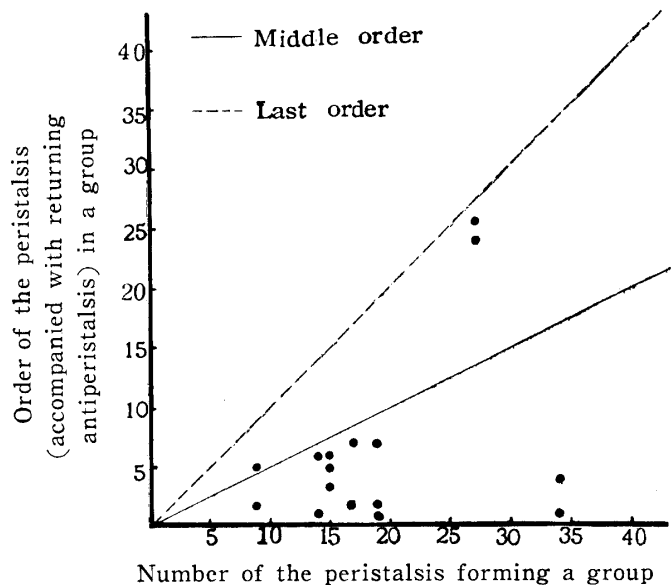


Chart 2. The relation between the peristalsis and the returning antiperistalsis in Apex side.

### B. 狭窄時の運動

結紮時に比較すると、やや複雑である。というのは収縮波の狭窄部通過性が一定でなく、加うるに折返し発生も起るからである。まず盲腸底から *AP* が狭窄部に到達する。*AP* の一部 (40.0%) は狭窄部を通過し、盲腸尖に向つて波及する。通過した *AP* の一部 (33.3%) において、通過直後に狭窄部から *P* の折返し発現を認める。さて狭窄部を通過しない *AP* はここで消失するが、この約半数 (58.7%) において狭窄部から *P* が折返す。要するに盲腸底から伝播してくる *AP* が狭窄部を通過してもしなくても、この部位に折返し発現がある (頻度に差はあるが)。ただ結紮時と少しく相違するのは、折返し *P* は常に 1 回発現するだけで、連続性が欠けている。

つぎに *AP* が狭窄部を通過してから、暫らくすると盲腸尖からの *P* が伝播してくる。これは正常時と同じく、*AP* に対応するものである。ただし、*P* の発生率 (*AP* に対する) は 33.3% で正常時 (89.0%) より低い。従つて盲腸底から進行してくる *AP* は、狭窄部及び盲腸尖の 2 箇所から *P* を発現させるわけである。このほか、盲尖側においては、*AP* が先行しない *P* の発生も認められた。即ち結紮時と同じく、盲腸尖の自働的発生である。これらの *P* (*AP* に対応するものを含む) は、一部 (9.7%) を除き、大部分は狭窄部を通過しえずして消失する。なお一部 (17.0%) においては、狭窄部からの折返し *AP* (再び盲腸尖に向う) を伴う。

## IV 考 按

1. 結紮又は狭窄した盲腸運動の一つの特徴は、収縮波が処置部位から折返し発現することである。この現象は、盲底、盲尖の両側において、ともに認められる。このことは、別出腸管に内容推進を阻止する条件を与えると逆蠕動が発生するという柳谷<sup>(2)</sup>の成績に一致する。ところで、結紮、狭窄のいずれにせよ、折返す場合と、そうでない場合とがある。これを支配する機序の本質的把握はさておき、現象面からの特徴を窺わんとし、既に前項において、吟味を試みた。折返し *P* (盲底側) の伝播の途次、収縮したままで停止すると、ここから収縮波が両方向性に伝播する。この現象は伝播性と不応期の関連性を示すものかもしれない。そこで収縮波の収縮持続時間が比較的長いときに、折返し傾向が強いのではないかと考え、検討してみたが、特別の関連は見出されなかつた。ただ第 4 分節と第 1 分節の収縮期には有意差があり、殊に折返し *P* を伴う場合の有意水準がより高い。要するに盲腸底から波及する収縮波は結紮部に近づくとき収縮期が延長し、延長傾向が特に強い場合に、折返し発現性が高いといつてよい。収縮期が延長する一原因は内容推進が阻止されるためと思われる。このことは、前駆拡張の著明な時に、折返し率が著しく高い事実と、同一の category に属する現象であろう。そして後者の事実、人工的拡張を附与した小腸に内圧を加えれば、その口側から蠕動が発生するという大久保、柳谷<sup>(3)</sup>の成績にも通ずる。

なお前述 (折返し発現の性質) のうち、b 項と c 項の示す事実は、論理的に矛盾するように思われる。しかしここで述べている連続性 (盲底側の *AP*、盲尖側の *P*) は、単に言葉の一致にすぎず、連続性の実体はかなり相違している。というのは前者は *P* を伴わない *AP* の回数という意味であり、後者は集合した *P* 群を意味している。従つて b、c 両項の事実は、必ずしも同一の前提から導かれたものではない。

2. 本実験の当初の意図は、処置部位における収縮波の自働的発現性を確かめることにあつた。この主題に対しては、大体否定的である。大体といつたのは“発生しない”と断定することもできないからである。それは結紮時の盲底側で、*AP* に対応する *P* が 1~3 回折返すさい、*AP* と最初の *P* の時間間隔には殆んどズレがない。ところが最初の *P* と 2 回以降の *P* の間にはかなりズレる

場合がある。極端な例では 129 sec の場合があつた。また盲尖側で  $P$  が暫く杜絶するときに、往々結紮部から、少くとも目睹観察の上では独自の  $P$  が発生することがあつた。結紮部附近にはしばしば振子様動揺が起る。前記の  $P$  が認められるのは、このような時である。

以上の所見は、収縮波の自働的発生を示しているようである。ただし、(1) それらが極めて稀である (2) 結紮部附近の運動は、まぎらわしく、見誤るおそれがなくもない (3) 結紮という条件自体に、純粋に基因するかどうか疑問がある、等のために断定を控えたい。

3. 我々の実験は、その意図が何であるにせよ、結局は盲腸の単純性 Ileus といえる。実験的 Ileus については、既に幾多の報告<sup>(1-13)</sup>がある。もつとも殆んど小腸 Ileus ではあるが、小腸 Ileus とやや異なるのは、運動の持続性、即ち生存性が遙かに長いことである。小腸では単純性のみならず、絞縊性 Ileus においても、その初期には運動亢進が認められている<sup>(4, 11-14)</sup>。亢進は短時間で減衰し、大島<sup>(11)</sup>によれば、腹窓家兎の小腸の絞縊性 Ileus では、6 時間後に運動が全く消失するという。我々の成績では、盲底側はいうまでもなく、盲尖側でさえ、結紮 4 日後にも運動性が充分保持されている。また WAHL 症状を呈すべき腸管症状も軽微である。

4. 従来<sup>(1)</sup>の見解によると、正常時には特定の場合 ( $AP$  が杜絶する如き) を除き、盲腸尖の  $P$  は  $AP$  に対応して折返し発生するという。つまり盲腸尖における  $P$  発生は被動的なものである。ところで盲腸底からの  $AP$  に対し、 $P$  を折返す性質は、結紮または狭窄という条件が与えられれば、盲腸体のどの部分にも普遍的に認められる。しかし自働的発生の性質は明確でない。ところが  $AP$  を全く欠如する結紮時の盲腸尖は、極めて顕著な自働性を示している。しかもこの性質は結紮直後に既に明確に発現する。ここに盲腸体と異なる盲腸尖の性質が見出される。以上の諸事実を結ぶ解釈はつぎのようなものであろう。盲腸尖の Pace-maker はいわば 2 次的なものであつて、正常時には 1 次的な Pace-maker (*Sphincter coli*) のみが活動し、盲腸尖の自働性は制止されている。

5. 時間経過につれて、盲尖側の  $P$  頻度は著しい高まりを示した。ところで小腸 Ileus の多くの実験成績にはほぼ共通する変化として、閉塞上部及び下部において、緊張の上昇及び下降の盛衰変化が顕著になるほか、律動周期の延長、緊張上昇期における蠕動型運動の亢進、Spasmus の出現等が挙げられる。盲尖側において、短かい時間間隔で  $P$  が連続生起するのは、正常周期が短縮したというより、逆に周期延長に伴う変化と解すべきであろう。というのは正常の周期を構成している運動期と休止期がそれぞれ著明に延長し、この延長した運動期に多数の小波群が発生するというのである。休止期は實際上、延びているのである。つまり正常時の単発性  $P$  に相当して、分岐的に  $P$  が群生したとみるべきでなかろうか。要するに  $P$  頻度の著しい高まりは、必ずしも盲腸尖の運動性亢進を意味しないということである。 $P$  頻度の高まる経過と折返し性の減衰 (相対的にも絶対的にも)、 $P$  伝播距離の短縮化の経過が常に併進的であることも、それを裏書きしている。更に盲腸尖の自働性発現に関与する因子として、発生ガスの盲尖部偏在がある。即ちガス量と  $P$  頻度上昇は平行している。また注射針でガスを排除すれば  $P$  頻度が低下する。しかし折返し発現率は高まらない。以上を結論的にいえば、延長刺戟 (特に輪状性) の増大効果が、腸管運動性の減衰に優位する、段階の現象として理解すべきなのであろう。なお結紮 2~4 日後の経過では、Spasmus は認め難い。それは小腸に比し、生存性が強いと考えられる。

## V 要 約

我々は腹窓家兎について、結紮又は狭窄した盲腸の運動がどのように変化するかを追究した。

1. 収縮波の到達に対応して、結紮部から収縮波が発現する。この現象は結紮部のいずれの側にも起り、狭窄した場合にも同様に認められる。
2. 盲腸底から波及する逆蠕動は、結紮部に近づくと収縮期が延長する。結紮部から順蠕動が発現する場合は、この延長傾向が特に強い。また逆蠕動の連続回数（折返しを伴わない）と、その後にかかる順蠕動の連続性の間には相関が認められる。
3. 結紮時の盲腸尖は自働的に順蠕動を発生する。従つて結腸括約部を、大腸運動の1次的 Pace-maker とすれば、盲腸尖はいわば2次的 Pace maker であつて、正常時には抑制されている。
4. 時間経過に伴い、盲腸尖からの順蠕動頻度が増加する。この増加過程は、ガス発生、緊張の上昇、下降両相の交代周期の延長、順蠕動伝播性の低下、折返し発現性の減衰の傾向と一致している。従つて順蠕動頻度の増加は、伸展刺激の増大効果が、腸管運動性の減退に優位するためと考えられる。
5. 結紮或は狭窄部位に於ける、収縮波の自働的発現については、明確になし得なかつた。

本実験に協力された山崎忠義、米倉弘明両君に謝意を表す。尙本実験の要旨は日本畜産学会九州支部大会（1956）で報告した。

## 文 献

- 1) 榊田亀次郎：日生理誌，**2**，196（1937）。
- 2) 柳谷岩雄：日薬理誌，**48**，131（1952）。
- 3) 大久保義夫，柳谷岩雄：日薬理誌，**48**，189（1952）。
- 4) 大管三郎：日外科誌，**43**，1637（1944）。
- 5) 池田 正：日医大誌，**14**，490（1944）。
- 6) 古賀 久，松田尚泰：日医大誌，**19**，177（1952）。
- 7) 田北周平，石谷五郎，浅尾学：日外科誌，**52**，446（1951）。
- 8) 田北周平，石谷五郎，浅尾学：外科，**14**，7（1952）。
- 9) 田北周平，今村健二郎，緒方弘之，古賀道弘：最新医学，**4**，616（1949）。
- 10) 西島早見：福岡医誌，**45**，596（1954）。
- 11) 大島一郎：日外科誌，**56**，273（1955）。
- 12) 田北周平，西島早見，福島一夫，三輪明弘，原豊：日外科誌，**56**，800（1955）。
- 13) 浅尾 学：医学研究，**23**，221（1953）。
- 14) 田北周平，古賀道弘：臨床と研究，**27**，35（1950）。
- 15) 田北周平：臨床と研究，**32**，24（1955）。

### *Résumé*

Using the rabbits with abdominal window the authors investigated the influence of the ligated or the constricted caeca.

1. In the Base side (the zone between the *Basis caeci* and the ligated part), the peristalsis starts from the ligated part in response to the arrival of the antiperistalsis. In the same way the antiperistalsis occurs in the *Apex side*. The similar movements can be seen also in the case of constricting.

2. The contraction period of the antiperistalsis starting from the *Basis caeci* extends as it approaches the ligated part. In case of the marked extension the peristalsis is liable to occur.

3. In the ligated caecum the peristalsis starts automatic from the *Apex caeci*, so it may be said that the secondary pace-maker in the large intestine exists in the *Apex caeci*.

4. As time goes on after ligating, the frequency of the peristalsis starting from the *Apex caeci* increases gradually. Simultaneously with the augmentation of peristalsis there occur the other changes such as the gas production, the prolongation of the cycle of tone alteration, the decline in propagation of peristaltic wave, and the reduction of the returning movements. These facts may indicate that the increase in stimulus by dilatation of the intestinal wall exceeds the decrease in the excitability of the caecum.