

## 運動負荷時の胃・小腸運動機能

### Gastro-intestinal motility during exercise in dogs

近藤 孝晴\*<sup>1</sup> 成瀬 達\*<sup>2</sup>

Takaharu KONDO \*<sup>1</sup>, Satoru NARUSE \*<sup>2</sup>

The effect of 2-hour running on gastric emptying and gastro-intestinal motility was studied in four conscious dogs with gastric and duodenal fistulae. Gastric emptying of a liquid meal (Sustagen) was not altered during the exercise. Gastro-intestinal tract has been shown to contract every 100 minutes. This interdigestive contraction was not observed during the exercise. Instead, irregular small contraction was present. After cessation of the exercise, interdigestive contraction appeared at the expected time intervals, 200 minutes after the pre-exercise interdigestive contraction.

In conclusion, exercise did not affect the gastric emptying of liquid meals, but depressed interdigestive contraction of the stomach and upper small intestine.

一般に運動は便秘の解消に役立つと信じられているが、科学的に検討した報告は少ない。運動中の胃分泌を検討する目的でイヌにトレッドミル運動を行わせたところ、排便、時に頻回の下痢をすることを観察した<sup>(1)</sup>。全身運動は消化管の運動機能にも何らかの影響をおよぼすと考え、今回は胃と小腸の運動を、近年注目されている消化管の空腹時周期的収縮との関連から検討した。

#### 対象および方法

胃瘻、十二指腸瘻を造設した雑種成犬4頭を用いた。いずれも手術後1か月以上経過している。3頭で胃排出を測定し、2頭で胃、十二指腸および上部空腸の内圧を測定した。これらのイヌは時に軽い散歩を行わせる以外は身体トレーニングは行わなかった。運動負荷はトレッドミルを用い、6km/hの速度で2時間歩行させた。この時の心拍数は平均197拍/分であった<sup>(1)</sup>。イヌは1~2回の練習でトレッドミルに慣れ、自主的に歩くようになった。いずれの実験も18時間以上絶食の後

に実験を行った。胃排出を測定する実験では、サスタジェン(プリストル・マイヤーズ)100g(蛋白質23.5%, 脂肪3.5%, 炭水化物66.5%, 総エネルギー390(Cal)と、非吸収性のマーカーであるポリエチレングリコール(PEG4000, 片山化学)1.5gを微温湯300mlに溶かして胃瘻より注入した。注入後15分, 30分, 45分, 60分, 90分, 120分目にそれぞれ胃瘻を再開放し、胃内に残留しているサスタジェンの量を測定, 約2mlを測定用に採取し残りを胃内に再注入した。PEGの測定は、Malawerら<sup>(2)</sup>の方法によった。消化管内圧の測定にはマイクロチップトランスデューサー(Millar, U. S. A.)を用いた。即ち、胃および十二指腸瘻を開放してトランスデューサーを胃内へは1~2cm入るようにし、十二指腸内へは十二指腸瘻から5cmおよび30cm肛側にカテーテル先端を留置し、コルク栓を用いて、胃、十二指腸瘻を閉じた。安静時の空腹時周期的収縮を観察して20分後に運動を開始した。運動終了後も次の空腹時周期的収縮が出現するまで記録を続けた。

\*<sup>1</sup>名古屋大学総合保健体育科学センター

\*<sup>2</sup>生理学研究所

\*<sup>1</sup>Research Center of Health, Physical Fitness & Sports, Nagoya University

\*<sup>2</sup>National Institute for Physiological Sciences

## 結 果

### 1. 胃排出

胃内残留液量を Fig. 1 に示した。運動時の胃内残留液量は非運動時に比し多い傾向があったが有意差はなかった。PEG の胃内残留量を求め、投与量に対する率で表わした (Fig. 2)。運動時の

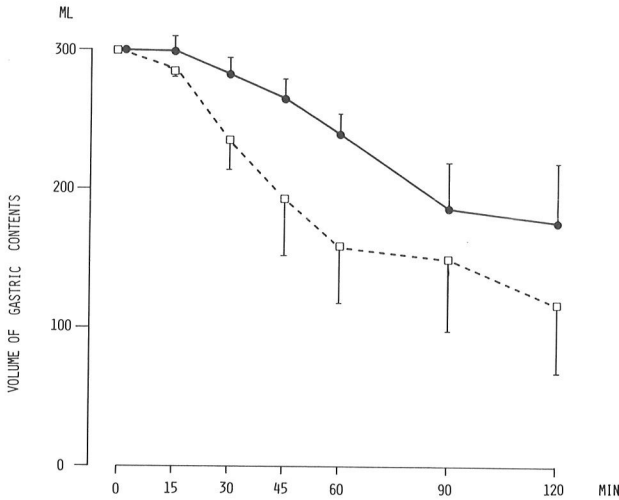


Fig. 1 Effect of exercise on the volume of gastric contents

Solid line indicates residual gastric volume for non-exercise control and dotted line during 2-hour treadmill exercise.

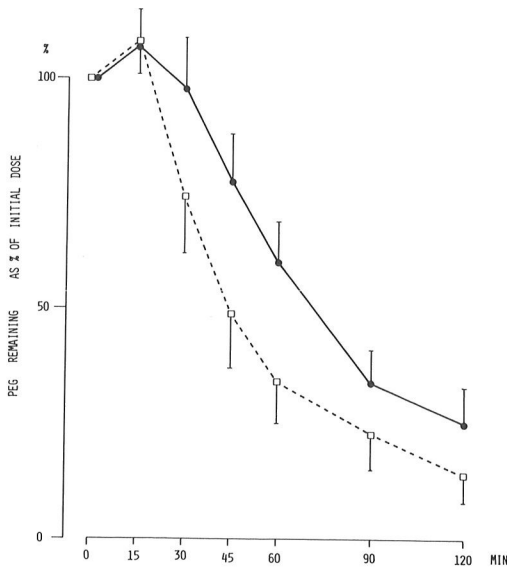


Fig. 2 Effect of exercise on gastro emptying

PEG 胃内残留量も液量と同様、非運動時に比し多い傾向があったが、有意差はなかった。

### 2. 胃・小腸運動

胃・十二小腸および空腹の内圧の変化 (収縮運動) を 2 頭のイヌで観察し, Fig. 3 および Fig. 4 に示した。一頭目のイヌ (Fig. 3) では, 運動開始とともに不規則な収縮運動が現われた。しかし, 安静時には 100 分毎に出現する空腹時の周期的収縮は運動中には出現しなかった。運動を中止して 50 分目, 運動前に観察した空腹時周期的収縮終了から 200 分目に胃の強い収縮が出現した。十二指腸も収縮したが, 空腸ではほとんど収縮が出現しなかった。矢印で示したように運動開始後 15 分, 40 分, 65 分に排便をした。

2 頭目のイヌ (Fig. 4) では, 運動中胃の収縮運動が消失した。十二指腸および空腸は 1 頭目のイ

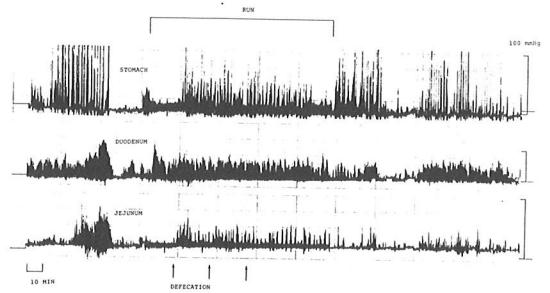


Fig. 3 Effect of exercise on gastro-intestinal motility in dog # 1.

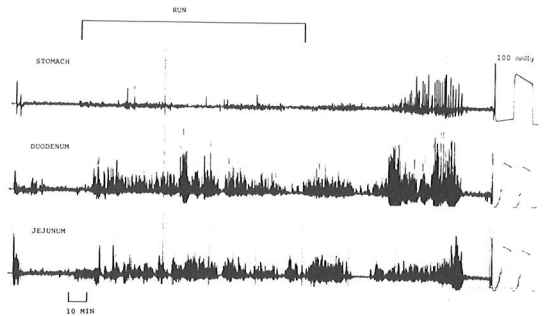


Fig. 4 Effect of exercise on gastro-intestinal motility in dog # 2.

ヌと同様、弱い不規則な収縮運動が出現した。しかし、100分目の強い収縮運動（周期的収縮）は生じなかった。運動を中止して50分目、運動前に観察した空腹時周期的収縮から200分目に、胃、十二指腸および空腸に収縮運動が出現した。

### 考 案

胃排出は運動により遅延するとも変化がないともいわれている。試験食が750ml、5%ブドウ糖750ml、222mmol（約10%）ブドウ糖+13.6mEq NaCl 400mlの場合はいずれも運動は胃排出を遅延させた。一方、13.3%ブドウ糖+0.3% NaCl 750mlの場合や普通の食事を試験食とした場合は、運動は胃排出に影響しなかった (Table 1) <sup>(3)</sup>。今回の我々の検討でも運動負荷の胃排出は非運動時と差がなかった。nが3と少ないこともあろうが、さらに大きな理由は、試験食が蛋白、脂質、炭水化物を多く含んでいるためと考えられる。胃運動の面から考えると、全身運動時には胃運動が不規則となって周期的収縮も消失し、胃排出は遅

延すると推定される。しかし、これは空腹時の場合であって、食事負荷を行った場合は消化管ホルモンや迷走神経系など他の要因の関与が大きく、胃運動も空腹時とは異なっており、このため全身運動は胃排出に影響を与えないのであろう。

運動と消化管運動との関連に関する研究は少ない。Van Liereら<sup>(4)</sup>はラットに10%チョコレートと10%アラビアゴム2mlの試験食を投与し、トレーニングをしたラットでは早く腸管を下降すると報告した。しかし、その差は40分後に5%と小さかった。またDeYoungら<sup>(5)</sup>は、大腸運動はトレッドミル運動開始直後、短時間増強し、排便を伴うことを報告した。胃・小腸運動を直接観察した報告はない。今回の観察では、2時間のトレッドミル運動中、胃、小腸の空腹時周期的収縮は出現しなかった。運動中止後は通常の時刻に周期的収縮が出現した。運動時の小腸運動は弱く不規則となるが、排便との関連は明らかでなかった。運動時に大腸の内圧や運動の亢進があるとすれば、運動により小腸と大腸運動の協調障害が生ずる可

Table 1. The effect of exercise on gastric emptying <sup>(3)</sup>

対 象	運動負荷 <sup>3)</sup>	胃 排 出 能 <sup>4)</sup>		文 献		
		運動強度	時間		方 法**	運動の影響***
ヒト (T)	$3.09 \pm 0.88$ l/min	70% $\dot{V}_{O_2}$ max	1 時間	13.3%ブドウ糖 0.3% NaCl 750 ml 経口投与 水	→ ↓	Fordtran と Saltin (1967) <sup>(6)</sup>
ヒト (T)	—	150~750 kpm/min	20分	5%ブドウ糖 750 ml 経口投与	↓	Ramsbottom と Hunt (1974) <sup>(7)</sup>
ヒト (T)	4.36 l/min	40~90% $\dot{V}_{O_2}$ max	20分	222mmol ブドウ糖 13.6 m Eq NaCl 400 ml 経口投与	↓	Costill と Saltin (1974) <sup>(8)</sup>
ヒト (U)	$24.2 \pm 7.06$ ml/kg/min	50, 70% $\dot{V}_{O_2}$ max	45分	食事+ PEG	→	Feldman と Nixon (1982) <sup>(9)</sup>
ヒト (T)	2.72 l/min	60% $\dot{V}_{O_2}$ max	30分	食事+ アセトアミノフェン	→	近藤 (1984) <sup>(10)</sup>

1) T：トレーニング者。

2) U：非トレーニング者。

3) \*はトレッドミル、それ以外は自転車エルゴメーターを使用。

4) \*\*\*近藤 (1984) を除いてすべて胃管法による。

\*\*\*→；影響なし，↓；遅延

能性があり、小腸および大腸両者の運動を同時に記録することが今後の課題と考えられる。

本研究は文部省科学研究費補助金一般研究C(61580102)の補助を受けて、生理学研究所との共同研究で行ったものである。

### 文 献

- 1) 近藤孝晴, 成瀬 達: 運動負荷時の胃分泌, 総合保健体育科学, **9**, 27-32, 1986.
- 2) Malawer, S. J. and D. W. Powell: An improved turbidimetric analysis of polyethylene glycol utilizing an emulsifier, *Gastroenterology*, **53**, 250-256, 1967.
- 3) 近藤孝晴: 消化吸収とトレーニング, 体力トレーニング(宮村実晴, 矢部京之助編), pp. 220-234, 真興交易医書出版部, 東京, 1986.
- 4) Van Liere, E. J., H. H. Hess and J. E. Edwards: Effect of physical training on the propulsive motility of the small intestine, *J. Appl. Physiol.*, **7**, 186-187, 1954.
- 5) Deyoung, U. R., H. A. Rice and A. H. Steinhaus: Studies in the physiology of exercise VII. The modification of colonic motility induced by exercise and some indications for a nervous mechanism, *Am. J. Physiol.*, **99**, 52-62, 1931.
- 6) Fordtran, J. S., and B. Saltin: Gastric emptying and intestinal absorption during prolonged severe exercise, *J. Appl. Physiol.*, **23**, 331-335, 1967.
- 7) Ramsbottom, N., and J. N. Hunt: Effect of exercise on gastric emptying and gastric secretion, *Digestion*, **10**, 1-8, 1974.
- 8) Costill, D. L., and B. Saltin: Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J. Appl. Physiol.*, **37**, 679-683, 1974.
- 9) Feldman, M., and J. V. Nixon: Effect of exercise on postprandial gastric secretion and emptying in humans, *J. Appl. Physiol.*, **53**, 851-854, 1982.
- 10) 近藤孝晴: 運動が消化管諸機能におよぼす影響, 昭和57・58年度科学研究費補助金(一般研究C)研究成果報告書, 1984.

(昭和62和1月19日受付)