

運動負荷時の血清ガストリン反応

Serum gastrin responses during physical exercise

近 藤 孝 晴

Takaharu KONDO

The effect of exercises on serum gastrin was studied in four healthy students taking exercises on a bicycle ergometer.

Early peak in serum gastrin responses to a test meal was observed with the physical exercise. The exercise also increased total gastrin increments.

Increased gastrin responses might be due to reduced gastric emptying rate, increased catecholamines, or decreased gastric acid secretion by the exercise.

軽い運動は胃排出能（食物が胃から小腸へ出て行くのに要する時間）を亢進させ¹⁻³⁾、激しい運動は逆に胃排出能の遅延をもたらすと報告されている²⁻⁶⁾。運動は胃分泌に対しても同様の影響があり、軽い運動では胃分泌が増加し⁷⁾、激しい運動では胃分泌が減少するという^{3,4,7-11)}。胃排出能は食物の質や自律神経系、消化管ホルモンなどにより調節されている。胃分泌は食事刺激などにより直接あるいは迷走神経などの自律神経系を介して刺激されるが、胃幽門洞から分泌される消化管ホルモン、ガストリンの関与が最も大きい。運動が胃排出能や胃分泌に及ぼす影響を詳細に検討するためには、運動が血清ガストリンに及ぼす影響を検討する必要がある。著者の検索し得た限りでは、運動と血清ガストリンとの関連に言及した論文はなかった。そこで、本研究では運動と食事負荷を順序と間隔や運動強度を変えて血清ガストリンを測定し、運動が血清ガストリンに及ぼす影響について検討した。

対象及び方法

健康な本学学生4名（平均年齢20才）を対象とした。実験は午後4時に開始した。昼食後は実

験まで食事摂取を禁じた。正中静脈にゴムキャップ付翼状針を留置し、真空採血管にて連続的に採血できるようにした。食事負荷はサスタジェン（ブリストル・マイヤーズ株）を試験食とし、100gを水250mlに溶かして飲用させた（蛋白質23.5%、脂肪3.5%、炭水化物66.5%、総エネルギー390Cal）。全例1分以内に服用可能であった。採血は食事負荷前、負荷後10分、20分、30分、45分、60分目に行った。運動負荷はモナーク社製自転車エルゴメーターを用い、300kpm/mまたは600kpm/mの負荷で30分間行った。この負荷強度は最大負荷時の約30~60%であった。運動負荷時の採血は、運動前、運動開始後10分、20分、30分、45分、60分とした。運動負荷と食事負荷の順序、組合せ及び採血時間をFig. 1に示した。即ち、(i)実験1 (Ex 1) ; 運動負荷終了後30分休息して食事負荷を行う。(ii)実験2 (Ex 2) ; 運動負荷終了直後に食事負荷を行う。(iii)実験3 (Ex 3) : 食事負荷と同時に運動負荷を開始する。

EDTA 2K入り真空採血管に2mlと、plane真空採血管に5ml採血した。前者で血球容積(Ht)を毛細管法にて測定した。後者では0.5mlを直ちに除蛋白し、乳酸を酵素法にて測定した。残った

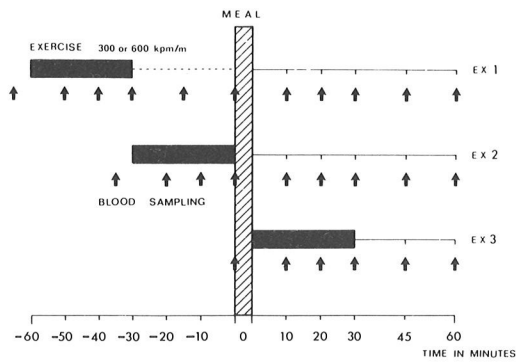


Fig. 1. Experimental protocol.

血液は4°Cに約1時間放置後冷却遠沈して血清を分離し、後日のガストリン測定まで-40°Cにて保存した。血清ガストリンは gastrin RIA kit II を用いて radioimmunoassay 法にて測定した。この測定法の最小感度は12.5pg/mlであった¹²⁾。

有意差は paired t test を用いて検定し、P < 0.05 を有意差ありと判定した。

結 果

1. 運動時の血球容積 (Ht) 及び乳酸 (Fig. 2)

Ht 及び乳酸は 300kpm/m の運動負荷時には変動しなかったが、600kpm/m の負荷時には著明に上昇した。

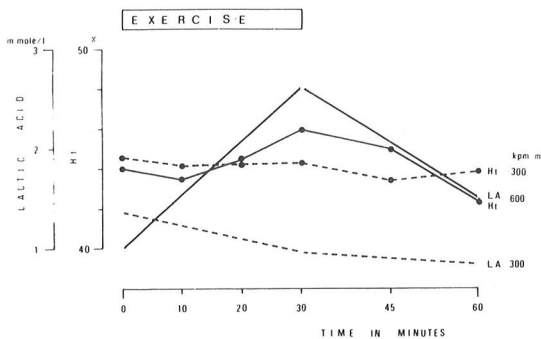


Fig. 2. Effect of exercises on hematocrit and lactic acid.

2. 運動負荷時の血清ガストリン値の変動 (Fig. 3)

血清ガストリンは 300kpm/m, 600kpm/m の運動負荷単独では変動がなかった。

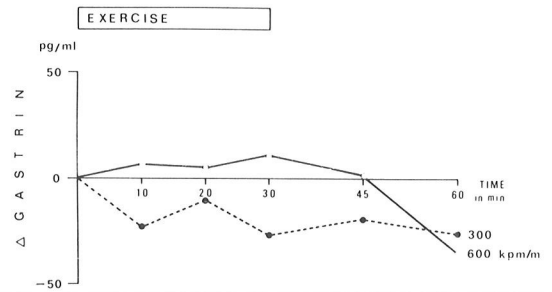


Fig. 3. Effect of exercises on basal gastrin.

3. 運動及び食事負荷時の血清ガストリン反応 (Fig. 4, Table. 1)

食事負荷のみの場合の血清ガストリン反応を图中 control として太線で示した。血清ガストリン

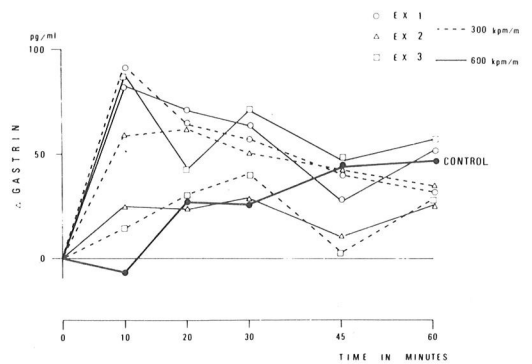


Fig. 4. Effect of exercises on serum gastrin responses to a meal.

は食事負荷後徐々に増加、60分後に 169±42 (M ± SE) pg/ml と最高値となった。一方、運動負荷と食事負荷を組合わせた場合は、Ex 2 ;

Table 1. Serum gastrin responses and increments after a meal.

	0	10'	20'	30'	45'	60'
Control	122±28	116±18	149±46	149±32	166±42	169±42
Δ Gastrin	—	-7±23	27±21	26±10	44±17	47±14
Ex. 1; 300 kpm/m	127±21	218±56	191±42	184±34	171±38	158±36
Δ Gastrin	—	92±35	64±24	57±17	44±21	31±22
; 600 kpm/m	108±33	191±52	179±31	172±31	135±30	160±28
Δ Gastrin	—	83±20	71±15	64±19	27±15	52±21
Ex. 2; 300 kpm/m	122±16	181±33	184±30	173±30	166±70	156±44
Δ Gastrin	—	59±19	62±18	51±20	44±25	34±32
; 600 kpm/m	153±52	178±38	178±44	181±53	163±54	181±48
Δ Gastrin	—	25±23	25±29	28±37	10±23	28±24
Ex. 3; 300 kpm/m	134±22	149±28	159±33	174±43	137±28	168±48
Δ Gastrin	—	15±13	26±17	40±25	3±23	32±32
600 kpm/m	116±35	190±55	157±41	177±47	158±39	162±55
Δ Gastrin	—	74±25	41±14	61±13	42±6	46±22

600kpm/m, Ex3 ; 300kpm/m を除いて、食後 10 分に最高値となった。

食事後の血清ガストリン反応の総和を Σ Δ ガストリンとして表わした (Fig. 5)。即ち、x 軸に時間、y 軸に血清ガストリン (pg/ml) をとり、60 分間の反応曲線が x 軸と y 軸に囲まれた部分の総

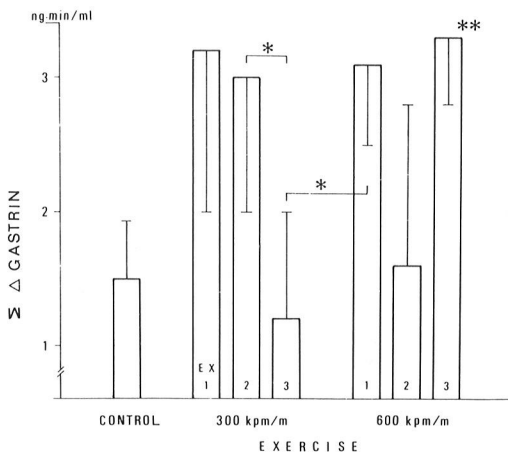


Fig. 5. Total gastrin increments after a meal taking with or without exercises.

面積を総ガストリン反応 (Σガストリン) とし、基礎値 (食事負荷前値) に 60 分を乗じた値を差し引いた残りを Σ Δ ガストリンとして、食事による総ガストリン放出量と考えた。

Σ Δ ガストリンは control (1546 ± 381 pg·min/ml) に比し、300kpm/m では Ex1 (3168 ± 1165pg·min/ml), Ex2 (2985 ± 998pg·min/ml) で、600kpm/m では Ex1 (3125 ± 657pg·min/ml), Ex3 (2831 ± 588pg·min/ml) で高い傾向があった。特に Ex3 のガストリン反応は control に比し有意に高値であった (P<0.001)。

考 案

血清ガストリンの基礎値 (食事負荷前値) は運動にかかわらず変動しなかった。しかし、食事負荷と組み合わせることにより、ガストリン反応は早期に頂値に達し、且つ総ガストリン放出量も多かった。

運動による血清ガストリン反応増加の機序としては、i) 運動による胃排出の遅延、ii) 運動によるカテコラミンの増加、iii) 運動による胃分

泌の減少などが推測される。軽度の運動は胃排出能を亢進させ¹⁻³⁾、激しい運動では胃排出能は遅延する²⁻⁶⁾。Ramsbottom ら⁴⁾は自転車エルゴメーターを用い 600kpm/m 以上の運動負荷で胃排出の遅延をみている。今回の実験でも 600kpm/m の負荷で行った場合は胃排出の遅延が推定される。即ち、摂取した食物は非運動時に比し長く胃内に停滞するため、食物が胃幽門洞のガストリン細胞を直接刺激する時間が長くなり、血清ガストリンが高値になったと推定される。

運動により血中カテコラミンが増加する¹³⁾。カテコラミンは胃酸分泌を減少させるとともに血清ガストリンを増加させる¹⁴⁾。運動後の胃酸分泌の減少と血清ガストリンの増加は、運動によるカテコラミンの増加の結果かも知れない。

自転車エルゴメーターで 600kpm/m 以上の強度で運動させると胃酸分泌が減少したという報告がある⁴⁾。運動により胃分泌は変化しないという報告もあるが¹⁵⁻¹⁹⁾、多くは moderate³⁾, heavy^{9,10)}, severe¹¹⁾, exhaustive⁷⁾な運動で胃分泌が減少すると報告されている。胃酸は胃内の feed back 機構、即ち、食事刺激→ガストリン放出→胃酸分泌→ガストリンの放出抑制という回路でガストリン放出の抑制を行っている。胃内の酸が減少するとこの回路が障害されて血清ガストリンが高値となることがある。臨床的に achlorhydria として知られている無酸症では血清ガストリンが高値を示す²⁰⁾。その他、胃酸が減少するような薬剤（アトロピン等）の投与でも血清ガストリンが高値となる²¹⁾。このように、運動後には胃酸分泌が減少するため血清ガストリンが高値になるとも推定される。

消化性潰瘍患者では、急性期にはベッド上安静を保つことが一般的であるが、時として積極的に運動がすすめられることもある。運動時の胃排出能や胃分泌のみならず、血清ガストリン値も参考にして運動処方を考慮していく必要がある。

本論文の要旨は日本消化器病学会第 59 回東海、第 51 回北陸合同地方会にて発表した。なお、本研究は文部省科学研究費（57580062）の補助をう

けた。

文 献

- 1) Hellebrandt, F. A., et al., Studies on the influence of exercises on the digestive work of the stomach. II. Its effect on emptying time, *Am. J. Physiol.*, 107, 355-363, 1934.
- 2) Adams, J. W., et al., The influence of muscular work upon the movements of the stomach, *Br. J. Radiol.*, 5, 824-835, 1932.
- 3) Campbell, J. M. H., et al., The influence of exercise on digestion, *Guy's Hos. Res.*, 78, 279-293, 1928.
- 4) Ramsbottom, N., et al., Effect of exercise on gastric emptying and gastric secretion, *Digestion*, 10, 1-8, 1974.
- 5) Adams, T. W., et al., The influence of muscular work upon the movements of the stomach. Part. II. Experiments on man, *Br. J. Radiol.*, 5, 869-891, 1932.
- 6) Hellebrandt, F. A., et al., Studies in the influence of exercise on the digestive work of the stomach. III. Its effect on the relation between secretory and motor function, *Am. J. Physiol.*, 107, 364-369, 1934.
- 7) Hellebrandt, F. A., et al., The effect of muscular work and competition on gastric acidity, *Am. J. Physiol.*, 102, 258-266, 1932.
- 8) Tasler, J., et al., Gastrointestinal secretory function during physical exercise, *Acta. Physiol. Pol.*, 25, 215-226, 1974.
- 9) Hammer, S., et al., The inhibitory effect of muscular exercise on gastric secretion, *Acta Physiol. Scand.*, 28, 152-161, 1953.
- 10) Crandall, L. A., The effect of physical exercise on the gastric secretion, *Am. J. Physiol.*, 84, 48-55, 1928.
- 11) Hellebrandt, F. A., et al., Studies in the influence of exercise on the digestive work of the stomach, *Am. J. Physiol.*, 107, 348-354, 1934.
- 12) Katada, N., et al., Postprandial pancreatic secretion and plasma hormones in dogs with pancreatic fistula, *Am. J. Gastroenterology*, 78, 740-744, 1983.
- 13) Hartley, L. H., et al., Multiple hormonal responses to graded exercise in relation to physical training, *J. Appl. Physiol.*, 33, 602-606, 1972.
- 14) 渡部洋三, 他, 自律神経とガストリン放出機序, 消化管ホルモン研究の動向 (和田武雄, 三好秋馬編), 134-140, 1980.
- 15) Fordtran, J. S., et al., Gastric emptying and intestinal absorption during prolonged severe exercise,

- J. Appl. Physiol., 23, 331—335, 1967.
- 16) Costill, D. L., et al., Glucose ingestion at rest and during prolonged exercise, J. Appl. Physiol., 34, 767—769, 1973.
 - 17) Costill, D. L., et al., Factors limiting gastric emptying during rest and exercise, J. Appl. Physiol., 37, 679—683, 1974.
 - 18) Markiewicz, K., et al., Maximal gastric secretion during exertion and restitution, Acta. Med. Pol., 19, 479—484, 1978.
 - 19) Markiewicz, K., et al., Effect of physical exercise on gastric basal secretion in healthy men, Acta. hepato-gastroenterol., 24, 377—380, 1977.
 - 20) Ganguli, P. C., et al., Radioimmunoassay of plasma gastrin in pernicious anemia, achlorhydria without pernicious anemia, hypochlorhydria and in controls. Lancet 1, 155—158, 1971.
 - 21) Farooq, O., et al., Atropine enhances serum gastrin response to insulin in man. Gastroenterology, 68, 652—666, 1975.

(昭和59年1月21日受付)

