

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 18 日現在

機関番号：41501

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700611

研究課題名（和文） 内臓知覚を指標とした運動の適応効果の検証

研究課題名（英文） A study of the adaptive effect on exercise training using the evaluation of gastric sensation

## 研究代表者

加藤守匡 (KATO MORIMASA)

公立大学法人山形県立米沢女子短期大学・健康栄養学科・准教授

研究者番号：20399330

## 研究成果の概要（和文）：

本研究は胃からの求心性入力に焦点を当て、定期的運動の身体適応効果を検討した。その結果、最大飲水テストより評価した胃からの求心性入力は、腹脂肪率や運動能力、心理的側面に関連を持つことが確認された。胃活動を制御する自律神経の迷走神経束はその8割から9割は求心性線維であり、胃からの求心性入力に視点を当てた評価は、生体調節軸の1つでもあるBrain-Gut軸として運動の心身への影響を検討する新たな視点として期待が持たれる。

## 研究成果の概要（英文）：

The regulation of gastric activity is affected by central nervous system, based on the input of information from gastrointestinal tract. Abnormality of this processing may lead to gastrointestinal symptoms such as visceral hypersensitive. This study investigated whether the physical fitness level alters gastric sensation. It is clear from this study that the drinking test is related to exercise capacity and psychological condition. This test has possible to evaluate the physical adaptation by exercise training from the perspective of brain-gut axis.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

## 研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・身体教育学

キーワード：内臓知覚、最大飲水テスト、運動能力、心理指標

## 1. 研究開始当初の背景

胃の主な働きは食物貯蔵、消化攪拌、小腸への排出である。これらは中枢及び消化管からの遠心性・求心性入出力で調節されている。これまで運動と求心性入力に関する報告は、骨格筋及び腱を中心に各種受容器からの機械的・代謝的入力を検討したものが多く、エ

ネルギーの消化・吸収に関与する消化管機能に関しては無い。胃などの消化管活動も中枢及び末梢からの遠心性・求心性入出力により調節されていることを考えると、運動が消化管からの求心性入力に与える影響の検討は、運動に伴う消化管活動の適応を検討するうえで重要と思われる。運動と胃活動に関する

これまで研究は、胃管挿入法やアイソトープ法、胃電図法を用いて胃酸やホルモン分泌、食物の胃排出、胃の電気活動などを指標に検討されてきた。これらの報告では、胃活動は低・中強度では促進されるが、高強度では逆に抑制されるという知見が示されている。胃酸やホルモン分泌、胃排出、胃の電気活動は、中枢及び末梢からの情報が統合された最終的な遠心性出力を反映したものである。そのため、運動が胃を含めた消化管系からの求心性入力に及ぼす影響については未だ不明な点が多い。また、胃からの求心性入力は内臓知覚と言われており、この知覚異常は食欲を介したエネルギー摂取異常に伴う肥満などの代謝性疾患や我が国でも発症頻度が高い機能性胃腸症と密接に関連している。本研究により運動が胃からの求心性入力に与える影響を検討することは、新たな視点から運動による心身健康の探索に貢献する意義深いものと思われる。

## 2. 研究の目的

胃は身体的・心理的ストレスの影響を受けやすい臓器である。胃を含めた消化管からの求心性入力は内臓知覚と言われ、この知覚異常及び知覚閾値低下は消化管運動機能低下と密接に関連し、臨床的には身体的・精神的ストレスにより誘発される機能性胃腸症とも関連している。また、消化管からの知覚異常は食欲中枢を介したエネルギー摂取異常にも関連しておりメタボリックシンドロームや若年女性で多発する痩せ (BMI が 18.5 よりも低値を示す) にも関連している。これまでの報告から運動トレーニングは消化管ホルモンに対する感受性や胃活動を高めることが示されており、さらに運動に内在する抗うつ、抗不安といった心理的効果を考えると、定期的運動の実施は内臓知覚異常を改善しうる可能性がある。本研究は、胃からの求心性入力を中心に定期的運動の身体適応効果を検討する。

## 3. 研究の方法

胃からの求心性入力評価には、簡易的に実施可能でありその妥当性も確認されている最大飲水負荷テストと胃内にバルーンを留置しその圧変動から知覚閾値を評価するバロスタット法を用いて評価する。また、求心性入力の変動要因を明らかにするために胃電図法を用いて運動負荷テストに対する胃の電気活動や心理指標を併せて測定し運動が胃活動へ与える影響を検討する。

(1) 最大飲水負荷テストを用いて定期的運動の有無と胃からの求心性入力について

被験者 30 名 (女性 15 名、男性 15 名) を対象とした。実験は 3 日間に分け実施し 1 日 1 条件の測定を行った。実験 1 では、形態、

運動能力、心理指標による気分等の測定を行った。形態は、身長、体重、腹部脂肪計により腹部周囲径及び腹部脂肪率の測定を行った。運動機能は脚筋力、有酸素能力、全身反応時間、10メートル障害物歩行を測定した。また、各被験者には加速度センサー付き歩数計を約 2 週間装着してもらい平均身体活動量を求めた。さらに、ストレスホルモンとして尿中コルチゾール濃度を夜間蓄尿より評価し、体格による影響を最小限にするためにクレアチニン値で補正した。実験 2 及び 3 では、2 種類の最大飲水テストによる内臓知覚の測定を実施した。最大飲水テストの前後 20 分間に胃電図、心電図、脳波を測定し求心性入力の変動要因について検討した。

(2) バロスタット法を用いて定期的運動が胃からの求心性入力について検討する。

ラットを用い胃内にバルーンを用いた胃拡張刺激から一過性の運動が内臓知覚閾値に及ぼす影響を検討した。6 週令の Wistar 系雄ラットを搬入後、予備飼育を行いトレッドミルによる走行学習後に実験を行った。胃拡張刺激は、20m/min で 30 分間の走行運動後及び運動無しのコントロール条件後に胃瘻管からバルーンを胃内に挿入し Animal barostat 装置を用いて 0.2ml/sec. の速度でバルーンの拡張を行い、その反応を評価した。また、運動開始及び運動終了時点でラット尾静脈より採血を行い、血中乳酸値、血糖値を測定した。

(3) 運動トレーニングが胃からの求心性入力について検討する。

被験者 20 名を対象とした。トレーニング群 10 名 (身長: 157.1±4.3cm、体重: 54.9±6.0kg、BMI: 22.3±2.7) 非トレーニング群 10 名 (身長: 158.9±5.1cm、体重: 54.1±5.6kg、BMI: 21.4±1.9) とした。各被験者はトレーニング期間前後に有酸素能力及び脚筋力、心理指標の測定と最大飲水負荷テストを行った。トレーニング群の有酸素能力測定時に換気性作業閾値 (Ventilation Threshold; VT) を判定し、VT 強度で 20 分間の自転車運動を週 3 日間実施した。2 か月間の中強度の運動トレーニングを行い、運動トレーニングが内臓知覚に及ぼす影響を検討した。

## 4. 研究成果

(1) 最大飲水負荷テストを用いて定期的運動の有無と胃からの求心性入力について

30 名の健常成人を対象に胃からの求心性入力を 2 種類 (15ml/min 及び 100ml/min) の速度で行う最大飲水負荷テストを用いて評価した結果、両飲水条件には有意な相関関係が認められた ( $r=0.769$ )。最大飲水量は 15ml/min では 723±283.1ml、100ml/min では 1037.5±298.6ml であり 100ml/min 条件の方が 15ml/min に比較し有意に飲水量が増大し

た。

各最大飲水負荷テストと形態(身長、体重、BMI、腹部周囲径、腹部脂肪率)との関連では、100ml/minでの飲水テスト条件において腹部脂肪率と負の相関関係が認められた( $r=-0.462$ )。運動能力(脚筋力、有酸素能力、全身反応時間、10メートル障害物歩行)との関連では、100ml/minでの飲水テスト条件において脚筋力( $r=0.540$ )と有酸素能力( $r=0.515$ )との間に有意な正の相関関係が認められた。POMSより評価した心理指標との関連では、15ml/minでの飲水テスト条件では疲労との間に有意な負の相関関係( $r=-0.409$ )が認められた。100ml/minでの飲水テスト条件では、疲労( $r=-0.526$ )、抑うつ( $r=-0.505$ )との間に有意な負の相関関係が認められた。個人特性として測定した加速度計からの身体活動量、尿中コルチゾールとの間に有意な関連は認められなかった。

以上の結果から、飲水負荷による胃からの求心性入力の評価は、腹脂肪率や運動能力、心理的側面に関連を持つことが確認された。心身のストレス調節軸の1つにBrain-Gut軸があり、この調節軸は運動や栄養にも関連深い。本研究から飲水負荷による胃求心性入力の評価は、運動と栄養による心身の健康評価に有用な指標と成りえることを示した。

(2) バロスタット法を用いて定期的運動が胃からの求心性入力について検討する。  
本研究は、Wistar系雄ラット(8週齢)を用い胃内にバルーンを用いた胃拡張刺激から一過性の運動が内臓知覚閾値に及ぼす影響を検討した。運動条件では、血中乳酸値は安静時 $0.94 \pm 0.08\text{mM}$ 、運動終了後は $1.71 \pm 0.22\text{mM}$ であり安静時に比較し運動後に有意な増大を示した。血糖値は安静時 $84.0 \pm 7.66\text{mg/dl}$ 、運動終了後は $84.2 \pm 5.60\text{mg/dl}$ であり有意な変化は認められなかった。胃拡張刺激による反応の差異は運動条件、コントロール条件間に差異は見られなかった。中強度運動後では、胃そのものの拡張による知覚変動は生じないこと推察された。

(3) 運動トレーニングが胃からの求心性入力について検討する

本研究は、2か月間の中強度の運動トレーニングが胃からの求心性入力に与える影響を検討した。トレーニング群は、有酸素能力測定時に評価した換気性作業閾値(Ventilation Threshold; VT)の強度で20分間の自転車運動を週3日間実施した。その結果、トレーニング群の最大酸素摂取量及び脚筋力、抑うつはトレーニング前にトレーニング後に有意な改善が認められた。また、100ml/minでの最大飲水量もトレーニング前に比較しトレーニング後に有意な増大を示

した。以上のことから、定期的運動トレーニングは運動能力や心理的抑うつと共に内臓知覚をも改善させることが示された。

以上の結果について、運動遂行は中枢から末梢へ向かう遠心性出力と末梢から中枢へと向かう求心性入力により調節されている。これは、運動と胃活動においても同じである。胃活動はエネルギーの補給や運動に伴うエネルギー消費に関与すると共に、消化管器症状も含めた情動的反応の影響を受けやすい臓器でもある。特に胃活動を制御する自律神経の迷走神経束はその8割から9割は求心性線維であり、胃からの求心性入力に視点を当てた知見の蓄積は、今後運動による胃の機能の適応や運動能力との関わり、さらには選手のコンディショニングや全身的健康の理解へと繋げることに期待が持たれる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

・Kato M, Tsutsumi T, Yamaguchi T, Kurakane S and Chang H: Characteristics of maximum performance of pedaling exercise in recumbent and supine positions. Journal of Sports Science and Medicine 査読有、10、2011、491-497

・Kato M and Asano F: Influence of change in posture on the gastric myoelectrical activity in healthy subjects. Bulletin of Yonezawa Women's Junior College 査読無、45、2009、113-119

[学会発表] (計3件)

・Kato M: Exercise performance capacity and fatigue are related to gastric sensation. 7th Congress of the Federations of Asian and Oceanian Physiological Societies、2011年9月12日、Taipei, Taiwan

・Kato M: Water drink test reflects the physical fitness level and the psychological condition 88th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan and the 116th Annual Meeting of the Japanese Association of Anatomists、2011年3月29日、Yokohama, Japan

・加藤守匡: 内臓知覚と運動能力及び心理的状态との関連について. 第65回日本体力医学会大会、2010年9月18日、千葉商科大学(千葉県)

[図書] (計1件)

・編者: 宮村実晴、分担執筆(7章-2) 加藤守匡: 運動生理学のニューエビデンス. 真興交易医書出版部、2010年、215-223

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤守匡 (KATO MORIMASA)

公立大学法人山形県立米沢女子短期大  
学・健康栄養学科・准教授

研究者番号：20399330