

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：34315

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23680063

研究課題名(和文) 運動、肥満、加齢が成長ホルモン分泌能に及ぼす影響とその機序の解明

研究課題名(英文) Influences of exercise, obesity and aging on growth hormone secretion and clarification of mechanism

研究代表者

後藤 一成 (Goto, Kazushige)

立命館大学・スポーツ健康科学部・准教授

研究者番号：60508258

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 21,100,000円、(間接経費) 6,330,000円

研究成果の概要(和文)：長期のトレーニングや生活習慣の変容が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響を検討した。その結果、2～4週間にわたる運動継続や短期間の食事内容の変容(脂肪摂取量の増加)によって、運動誘発性の成長ホルモンの分泌動態に影響は生じないことが明らかになった。一方、低酸素環境下での運動を4週間継続した結果、一過性の運動に対する成長ホルモンの分泌動態は有意に亢進した。これらの結果は、運動誘発性の成長ホルモンの分泌能は比較的頑強で、容易に変化しないことを示唆するものである。しかし、運動の実施条件(運動実施時の酸素濃度など)を工夫することにより、成長ホルモンの分泌能を改善することができる可能性も新たに示された。

研究成果の概要(英文)：The present study investigated that influences of long-term exercise training and diet intervention on growth hormone secretions. The results from each experiment indicated that 2-4 weeks of exercise training and several days of diet intervention (increase in fat consumption) did not affect exercise-induced growth hormone response. However, exercise-induced growth hormone was significantly enhanced when the 4 week of exercise training was conducted in hypoxia. These findings suggest that exercise-induced growth hormone response is relatively robust under general situation. On the other hand, the findings newly suggest possibility that exercise-induced growth hormone response might be improved by exercise intervention with specific condition, such as the use of exposure to hypoxia during exercise.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：成長ホルモン 体脂肪 内臓脂肪 異所性脂肪 低酸素

1. 研究開始当初の背景

成長ホルモンは運動や睡眠により分泌が増大し、筋タンパク合成、脂肪分解、結合組織でのコラーゲン合成など、健康で活力ある生活を送る上で重要な生理作用を有する。一方、成長ホルモンの分泌量は肥満や加齢などに伴い低下する。また、日常的な運動の実施状況や食習慣の変容によっても、成長ホルモンの分泌は変化することが指摘されているが、これまで生活習慣の変容が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響を体系的に検討した研究はほとんどみられない。

2. 研究の目的

本研究では、長期のトレーニングや生活習慣(食事内容)の変容が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響を検討することを目的とする。この目的を達成するために5つの研究課題を設けた。

(1) 研究課題1では、運動様式の違い(筋力トレーニング、有酸素運動)が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響を検討することを目的とした。

(2) 研究課題2では、一過性の成長ホルモンの分泌動態と体脂肪量や異所性脂肪量との関連性を検討することを目的とした。

(3) 研究課題3では、4週間にわたる有酸素運動(高強度・インターバルトレーニング)の継続が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響を検討することを目的とした。

(4) 研究課題4では、低酸素環境下で行う有酸素運動の継続が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響を検討した。

(5) 研究課題5では、短期間の高脂肪食摂取が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響を検討した。

3. 研究の方法

(1) 研究課題1(運動様式の違いが成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響)では、成人男性10名を対象に、60分間の筋力トレーニング(最大挙上重量の65%強度)と60分間の有酸素運動(最大酸素摂取量の65%強度)と30分間の筋力トレーニングおよび30分間の有酸素運動からなる3条件での測定を行った。いずれの条件においても、運動前後に経時的に採血し、運動後6時間までの血清成長ホルモン濃度の変化の動態を比較した。

(2) 研究課題2(一過性の成長ホルモンの分泌動態と体脂肪量や異所性脂肪量との関連性)では、若年男性24名を対象に、一過性の運動(最大酸素摂取量の60%強度で30分間のペダリング運動)に対する成長ホルモンの分泌動態を評価した。また、これとは別に、インピーダンス法により全身の体脂肪量を、磁気共鳴画像法により腹部脂肪面積(内臓脂肪面積、皮下脂肪面積)を、磁気共鳴分光法により筋線維内および肝臓における脂肪量(異所性脂肪量)を測定し、成長ホルモンの分泌動態との関連性を検討した。

(3) 研究課題3(4週間にわたる有酸素運動(高強度・インターバルトレーニング)の継続が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響)では、高強度でのインターバルトレーニング(最大酸素摂取量の85%強度で1分間のペダリングを30秒間の休息を挟んで10回反復)を週3回の頻度で4週間にわたり継続した(高強度群)。また、対象群として、低強度・長時間(最大酸素摂取量の45%強度で約20分間のペダリング)での運動を週3回・4週間継続をする群を設けた(低強度群)。4週間のトレーニング期間前後に、一過性の運動に対する成長ホルモンの分泌動態および全身、局所における脂肪量を測定した。

(4) 研究課題4(低酸素環境下で行う有酸素運動の継続が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響)では、成人男性21名を対象に、週3回・4週間の有酸素トレーニングを実施する群(4週間群)と週6回・2週間での有酸素トレーニングを実施する群(2週間群)を設けた(両群ともに合計12回のトレーニングを実施)。なお、低酸素環境下では成長ホルモンの分泌が亢進することを踏まえ、すべてのトレーニングは低酸素環境(酸素濃度15.0%)下で実施した。トレーニング期間の前後に最大酸素摂取量、体脂肪量(二重エネルギーX線吸収法により評価)、内臓脂肪面積(磁気共鳴画像法により評価)、一過性の運動に対する成長ホルモンの分泌応答を検討した。

(5) 研究課題5(短期間の高脂肪食摂取が成長ホルモンの分泌動態に及ぼす影響)では、若年男性10名を対象に、3日間連続の通常食摂取(炭水化物60%、タンパク質20%、脂肪20%、2725kcal/day)または高脂肪食摂取(炭水化物20%、タンパク質20%、脂肪60%、2720kcal/day)の摂取期間後に全身および局所(筋線維内、肝臓内)の脂肪量、一過性の運動に対する成長ホルモンの分泌動態を検討した。

4. 研究成果

(1) 研究課題1:筋力トレーニング、有酸素運動のいずれにおいても運動に伴い血清成長ホルモン濃度は顕著に上昇した。しかし、運動6時間後までの分泌動態を比較すると、筋力トレーニングが有酸素運動に比較して分泌応答の有意に大きいことが明らかになった。

(2) 研究課題2:一過性の有酸素運動に伴い血清成長ホルモン濃度は有意に上昇した。一方、成長ホルモンの分泌量と体脂肪量や異所性脂肪量との関連を検討したところ、有意な関連性は認められなかった。しかし、BMI25以上の被験者においては、成長ホルモンの分泌量と肝臓内脂肪量との間に、有意な負の相関関係が認められた。したがって、肝臓内に蓄積した脂肪量(異所性脂肪)は運動誘発性の成長ホルモンの分泌に対して抑制的に作用するが、このことには体組成の影響すること

が示唆された。

(3) 研究課題 3: 4 週間のトレーニング期間前後において、体重や体脂肪量、腹部脂肪面積（内臓脂肪面積、皮下脂肪面積）には両群ともに有意な変化は認められなかった。また、筋線維内脂肪量および肝臓内脂肪量にも有意な変化は認められなかった。両群ともに、一過性の運動に伴い血清成長ホルモン濃度は有意に上昇したが、これらの変化の動態はトレーニング期間前後で同様であった。上述の結果は、4 週間にわたる高強度でのインターバルトレーニングにより、一過性の運動に対する成長ホルモンの分泌動態に変化はみられないことを示すものである。

(4) 研究課題 4: 両群ともに、トレーニング期間後の最大酸素摂取量は有意に増加した。一方、全身の体脂肪量および体脂肪率に有意な変化はみられなかった。一過性の運動に対する成長ホルモンの分泌量をトレーニング期間前後で比較すると、4 週間群においては有意な増加がみられたが、2 週間群で有意な変化はみられなかった。以上の結果から、低酸素環境下で行う 4 週間の有酸素トレーニングは一過性の運動に対する成長ホルモンの分泌応答を亢進させること、この変化は全身の体脂肪量や内臓脂肪面積の減少を伴わずに生じることが明らかになった。

(5) 研究課題 5: 体重および体脂肪率には、両条件間（通常食摂取後、高脂肪食摂取後）に有意な差は認められなかった。また、外側広筋、ヒラメ筋、前頸骨筋における筋線維内脂肪量および肝臓内脂肪量には、いずれも条件間で有意差はみられなかった。一方で、空腹時における血中グルコース濃度に条件間で有意差はみられなかったのに対して、血清インスリン濃度は高脂肪食摂取後に有意に低値を示した。高脂肪食摂取後には、一過性の運動中における血中グルコース、血清インスリン濃度が有意に低値を、血清遊離脂肪酸およびグリセロール濃度が有意に高値を示した。運動中の酸素摂取量に条件間で差はみられなかったが、エネルギー産生に対する脂肪の貢献度（呼吸交換比から算出）は、安静時および運動中のいずれにおいても高脂肪食摂取後に有意に高値を示した。血清成長ホルモン濃度は一過性の運動に伴い有意に上昇したが、これらの変化の動態に条件間で有意差は認められなかった。以上の結果から、3 日間の高脂肪食摂取は脂質代謝を亢進させるが、成長ホルモンの分泌動態には影響を及ぼさないことが明らかになった。

5 つの研究課題の結果から、一過性の運動は成長ホルモンの分泌増大に有効であるが、4 週間程度の運動の継続（トレーニング）により一過性の運動に対する成長ホルモンの分泌動態に影響は生じないことが明らかになった。また、短期間の食事内容の変容（脂肪摂取量の顕著な増加）によっても、成長ホルモンの分泌動態は変化しなかった。これら

の結果は、運動誘発性の成長ホルモンの分泌能は比較的頑強で、容易に変化しないことを示唆するものである。しかしその一方で、低酸素環境下での運動を 4 週間にわたり継続した結果、一過性の運動に対する成長ホルモンの分泌動態は有意に亢進した。したがって、運動の実施条件（運動実施時の酸素濃度など）を工夫することにより、運動誘発性の成長ホルモンの分泌能を改善することができる可能性が新たに示された。

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)

Morishima T, Hasegawa Y, Sasaki H, Kurihara T, Hamaoka T, Goto K. Effect of different periods of hypoxic training on glucose metabolism and insulin sensitivity. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 査読有, 2014 (掲載決定)

Nielsen RH, Doessing S, Goto K, Holm L, Reitelseder S, Agergaard J, Schjerling P, Flyvbjerg A, Kjaer M. GH receptor blocker administration and muscle-tendon collagen synthesis. *Growth Hormone and IGF Research*, 査読有, 21 (3), 2011, 140-145

〔学会発表〕(計 11 件)

後藤 一成. 運動と脂質代謝-運動で脂質酸化を高めるテクニック. 第 26 回日本ランニング学会. 2014 年 3 月 21 日. スターゲイトホテル (大阪)

後藤 一成. 低酸素環境下での運動トレーニングが代謝・内分泌応答に及ぼす影響. 第 64 回日本体育学会大会. 2013 年 8 月 28 日. 立命館大学 (滋賀)

佐々木 裕人、森嶋 琢真、長谷川 裕太、森 文香、伊地智 敏晃、栗原 俊之、後藤 一成. 肝臓内および筋線維内脂肪量と一過性の運動時における成長ホルモンの分泌応答との関係. 第 68 回日本体力医学会大会. 2013 年 9 月 22 日. 日本教育会館 (東京)

Sasaki H, Morishima T, Hasegawa Y, Mori A, Ijichi T, Kurihara T, Goto K. Influence of high-intensity aerobic training on exercise-induced growth hormone response, abdominal and ectopic fat. 18th Annual Meeting of European College of Sports Science. 2013 年 6 月 28 日. バルセロナ (スペイン)

Goto K, Morishima T, Hasegawa Y, Sasaki H, Mori A, Omi N, Tanaka K, Takamatsu K. Resistance exercise attenuates appetite than endurance exercise by lowering ghrelin secretion. 60th Annual Meeting of American College of Sports Medicine. 2013 年 5 月 30 日. インディアナポリス (米国)

佐々木 裕人、後藤 一成. 高強度の有酸素トレーニングは筋線維および肝臓内の脂

筋量を変化させるか. 第 25 回日本トレーニング科学会. 2012年12月1日. 立命館大学(滋賀)

後藤 一成. 代謝、内分泌応答を手がかりにしたトレーニング科学研究～トレーニング、栄養、休養からのアプローチ～. 第 67 回日本体力医学会大会. 2012年9月15日. 長良川国際会議場・岐阜都ホテル(岐阜)

佐々木 裕人、後藤 一成. 高強度の有酸素トレーニングが成長ホルモンの分泌応答に及ぼす影響. 第 67 回日本体力医学会大会. 2012年9月15日. 長良川国際会議場・岐阜都ホテル(岐阜)

Goto K. Effects of hypoxic exposure on metabolic response and endocrine regulation. Hypoxic Training and Metabolic Syndrome. 2012年2月19日. 鹿屋体育大学(鹿児島)

後藤 一成. 筋力トレーニングに対する代謝、内分泌、および運動パフォーマンスの応答. NSCA ジャパンストレングス&コンディショニングカンファレンス 2011. 2011年12月10日. 東京国際交流館(東京)

後藤 一成. 生活習慣病予防のためのトレーニング～エネルギー代謝、内分泌応答を手がかりにしたトレーニング科学～. 第 13 回日本体力医学会北海道地方会. 2011年4月17日. 北海道大学(北海道)

〔図書〕(計3件)

後藤 一成 他、化学同人、筋力や筋パワーを高める体カトレーニング(体力学、中谷敏昭編), 2014, 160-170

後藤 一成 他、化学同人、行動を起こす体力の加齢変化(体力学、中谷 敏昭編), 2014, 123-130

後藤 一成 他、文光堂、筋力とエクササイズ(エクササイズ科学、田中 喜代次、田畑 泉編), 2012, 50-58

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

後藤 一成 (GOTO Kazushige)
立命館大学・スポーツ健康科学部・准教授
研究者番号：60508258

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：