

研究報告

一過性レジスタンス運動がapelin分泌に及ぼす影響

今 有礼

Effect of Acute Resistance Exercise on Apelin Secretion

Michihiro KON

I. 緒言

インスリン抵抗性は、糖尿病のような代謝性疾患の主要な危険因子である。日常的な運動トレーニングは、代謝性疾患を改善させる効果的な方法として広く用いられている。中でもランニングや自転車運動のような有酸素性トレーニングは、エネルギー代謝やインスリン感受性を向上させるため、代謝性疾患を改善させる効果的なトレーニング法として推奨されてきた⁴⁾。一方近年においては、筋肥大や筋力向上に有効なレジスタンストレーニングが、インスリン感受性の改善に効果的であることも報告されてきている⁸⁾。しかし、レジスタンストレーニング誘発性のインスリン感受性増加のメカニズムに関しては、明らかになっていないことも多い。

近年、骨格筋や脂肪細胞から産生・分泌される生理活性物質（マイオカイン、アディポカイン）が、代謝性疾患の改善に深く関与していることが指摘されている。Apelinは筋細胞および脂肪細胞から分泌される生理活性ペプチドであり、エネルギー代謝およびインスリン感受性に影響を及ぼす可能性が報告されている。先行研究において、マウスにapelinを注入したところ、骨格筋内の糖利用が高まったことが報告された³⁾。また、apelinをノックアウトすると、インスリン感受性が低下することが示された⁹⁾。こ

れらの結果は、apelinが糖代謝およびインスリン感受性の改善に関与している可能性を示唆している。レジスタンストレーニングによるインスリン感受性の改善にもapelinが関与している可能性が考えられるが、長期間のレジスタンストレーニングによってapelin濃度が増加したという報告⁷⁾と、変化が認められなかったという報告⁵⁾があり一致した見解が得られていない。また、これまで一過性のレジスタンス運動が、apelinの分泌に及ぼす影響について検討した研究はない。

そこで本研究では、一過性レジスタンス運動がapelin分泌に及ぼす影響について検討した。

II. 方法

1. 対象

健康成人男性9名（年齢 28.9 ± 1.0 歳、身長 171.7 ± 1.9 cm、体重 66.7 ± 2.9 kg）を対象とした。対象者には、実験内容および手順を説明し、実験途中で辞退することができることを理解させた上で、書面にて参加の同意を得た。

2. 最大挙上重量の測定

対象者は、実験前にベンチプレスおよびレッグプレスの最大挙上重量（1RM）の測定を行った。対象者は、ストレッチングおよびウォーミ

ングアップ（負荷：30～50%1RM、挙上回数10回、2セット）を行った後に1RMの測定を実施した。1RMの測定は5回以内とし、疲労の影響を避けるために測定は少なくとも3分以上の間隔をあけて実施した。

3. レジスタンス運動

レジスタンス運動は、フリーウエイトを用いたベンチプレスおよびマシンを用いたレッグプレスとした。本研究では、挙上重量70%1RMを用いて、挙上回数10回、セット数5セット、セット・種目間休息90秒で上記2種目の運動を実施した。

4. サンプル採取および保存方法

対象者は、夜間絶食後に実験室に訪問し、30分間の座位安静後に運動前（pre）の採血を行った。運動後の採血は、運動直後、運動15分後、運動30分後、および運動60分後に実施した。採取した血液は、血清分離剤入りの採血管に分注した後、10分間遠心分離（3000rpm、4°C）し、血清のみを取り出した。血清は、分析を行うまで-80°Cで冷凍保存した。

5. 測定項目および測定方法

本研究では、血清apelin濃度および血清C1q/tumor necrosis factor-related protein 3（CTRP3）濃度を測定した。ApelinおよびCTRP3ともに市販のenzyme-linked immuno sorbent assay（ELISA）キット（apelin, Phoenix Pharmaceuticals Inc., Mountain View, CA, USA; CTRP3, Cloud-Clone Corp., Houston, TX, USA）を用いて測定した。また、運動強度の客観的評価を行うために、血中乳酸濃度を簡易血中乳酸測定器（ラクテート・プロ）により測定した。

6. 統計処理

測定値は、平均値±標準誤差で示した。データはすべて反復測定による一元配置の分散分析を用いて分析した。有意差が認められた場合には、多重比較の検定（Fisher's PLSD）を行い、有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果

Figure 1に血清apelin濃度の変化を示した。血清apelin濃度は、レジスタンス運動前と比較し、運動60分後に有意に増加した（ $P<0.05$ ）。

血清CTRP3濃度の変化をFigure 2に示した。レジスタンス運動前後において、血清CTRP3濃度の有意な変化は認められなかった。

Figure 3に血中乳酸濃度の変化を示した。血

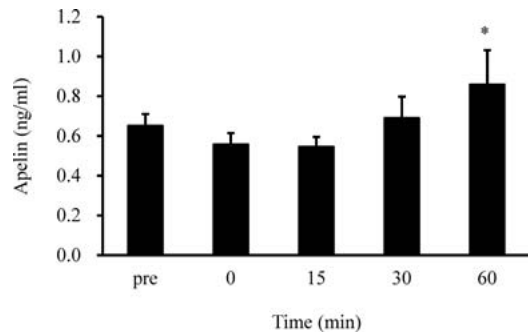


Figure 1. Changes in serum apelin concentrations.

* $P<0.05$ (vs pre)

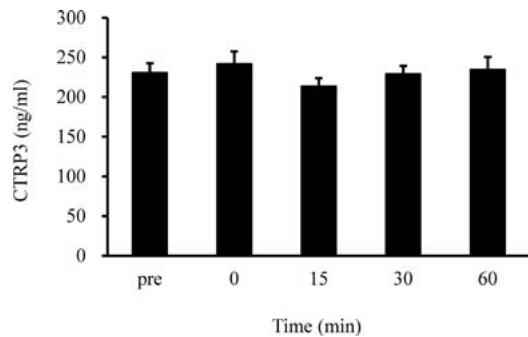


Figure 2. Changes in serum CTRP 3 concentrations.

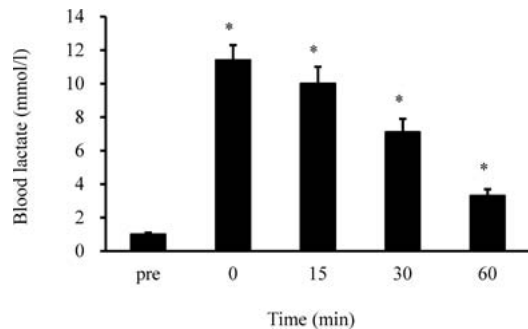


Figure 3. Changes in blood lactate concentrations.

* $P<0.05$ (vs pre)

中乳酸濃度は、レジスタンス運動前と比較し、運動直後から60分後にかけて有意な増加が認められた ($P<0.05$)。

IV. 考察

本研究では、一過性レジスタンス運動が apelin 分泌に及ぼす影響について検討した。その結果、一過性レジスタンス運動後に血清 apelin 濃度が増加することが明らかとなった。この結果は、一過性レジスタンス運動が、apelin の分泌を刺激する可能性を示唆している。

Bilski ら¹⁾ は、運動習慣のある成人男性に30秒間の Wingate テストを行わせたところ、本研究と同様に apelin 濃度が増加したことを報告している。従って、apelin の分泌は比較的強度の高い運動によって刺激される可能性があると考えられる。先行研究において、エネルギー代謝に重要な役割を果たしているアディポカイン CTRP3 が、apelin の発現および分泌に関わっていることが報告されている⁶⁾。しかし本研究では、一過性レジスタンス運動によって CTRP3 の分泌増加は観察されなかった。一過性レジスタンス運動による apelin 分泌増加に CTRP3 は関与していない可能性があると考えられる。Boucher ら²⁾ は、糖取り込み作用を促進するホルモンであるインスリンが、脂肪細胞からの apelin の発現および分泌を増加させたことを報告している。従って今後は、一過性レジスタンス運動による apelin 分泌とインスリンとの関係性について検討する必要があると思われる。

本研究により、apelin の分泌が一過性レジスタンス運動により増加することが明らかとなったが、レジスタンス運動によってどの組織から分泌が増加しているのかは明らかになっていない。今後は、ラットやマウスなどの動物を対象にして、レジスタンス運動による apelin の分泌増加がどの組織由来であるのかを検討していく必要があると思われる。

付記

本研究は、2017年度中京大学体育研究所の共

同研究費を得て行われた。

V. 参考文献

- 1) Bilski, J, Jaworek, J, Pokorski, J, Nitecki, J, Nitecka, E, Pokorska, J, Mazur-Bialy, A, Szklarczyk, J. Effects of time of day and the wingate test on appetite perceptions, food intake and plasma levels of adipokines. *J Physiol Pharmacol*, 67: 667-676, 2016.
- 2) Boucher, J, Masri, B, Daviaud, D, Gesta, S, Guigné, C, Mazzucotelli, A, Castan-Laurell, I, Tack, I, Knibiehler, B, Carpené, C, Audigier, Y, Saulnier-Blache, JS, Valet, P. Apelin, a newly identified adipokine up-regulated by insulin and obesity. *Endocrinology*, 146: 1764-1771, 2005.
- 3) Dray C, Knauf C, Daviaud D, Waget A, Boucher J, Buléon M, Cani PD, Attané C, Guigné C, Carpené C, Burcelin R, Castan-Laurell I, Valet P. Apelin stimulates glucose utilization in normal and obese insulin-resistant mice. *Cell Metab*, 8: 437-445, 2008.
- 4) Hawley JA. Exercise as a therapeutic intervention for the prevention and treatment of insulin resistance. *Diabetes Metab Res Rev*, 20: 383-393, 2004.
- 5) Kadoglou NP, Fotiadis G, Kapelouzou A, Kostakis A, Liapis CD, Vrabas IS. The differential anti-inflammatory effects of exercise modalities and their association with early carotid atherosclerosis progression in patients with type 2 diabetes. *Diabet Med*, F30: e41-50, 2013.
- 6) Li, X, Jiang, L, Yang, M, Wu, YW, Sun, SX, Sun, JZ. CTRP3 modulates the expression and secretion of adipokines in 3T3-L1 adipocytes. *Endocr J*, 61: 1153-1162, 2014.
- 7) Nikseresht M, Hafezi Ahmadi MR, Hedayati M. Detraining-induced alterations in adipokines and cardiometabolic risk factors after nonlinear periodized resistance and aerobic interval training in obese men. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41: 1018-1025, 2016.

- 8) Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitão CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, Gross JL, Ribeiro JP, Schaan BD. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 305: 1790-1799, 2011.
- 9) Yue P, Jin H, Aillaud M, Deng AC, Azuma J, Asagami T, Kundu RK, Reaven GM, Quertermous T, Tsao PS. Apelin is necessary for the maintenance of insulin sensitivity. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 298: E59-67, 2010.