

機関番号：33930

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650411

研究課題名(和文) 分泌型マイクロRNAは骨格筋可塑性のバイオマーカーとして有効か

研究課題名(英文) Investigation on the usefulness of extracellular circulating microRNAs as a biomarker for the plasticity of skeletal muscle

研究代表者

後藤 勝正(山下勝正)(GOTO, Katsumasa)

豊橋創造大学・保健医療学部・教授

研究者番号：70239961

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、循環血液中に存在する分泌型マイクロRNAが骨格筋可塑性のバイオマーカーとして有効か検討することを目的とした。骨格筋量変化、骨格筋萎縮および萎縮筋の再成長に伴い筋肉中にはもちろん血漿中でも特徴的な変化を示すmiRNAが86種確認された。これらのmiRNAが骨格筋可塑性発現のバイオマーカーの第1候補として考えられた。今後、miRNAの定量評価ならびに培養細胞を用いた実験系による骨格筋可塑性発現時に分泌されるmiRNAを特定することで、運動に対する骨格筋の応答のバイオマーカーが確立できるものと考えられた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate the usefulness of extracellular circulating microRNAs (miRNAs) as a biomarker for the plasticity of skeletal muscle. Response of four miRNAs in plasma corresponded with the changes in miRNA expressions in skeletal muscle mass. Specific changes of seventy-five plasma miRNAs was observed following unloading-associated skeletal muscle atrophy. Changes in plasma seven miRNAs were detected during the regrowth of unloading-associated atrophied skeletal muscle. These eighty-six miRNAs might be candidates for a biomarker for the plasticity of skeletal muscle. Evidences suggest that extracellular circulating miRNA(s) may be useful for a biomarker(s) for the plasticity of skeletal muscle.

研究分野：骨格筋可塑性

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：バイオマーカー 骨格筋 可塑性 マイクロRNA

1. 研究開始当初の背景

(1) 健康への意識が高まるに伴い、運動を実践する人が増加している。一方、運動の種類・強度などは多種多様である。したがって、健康のために行った運動で、健康を害するケースも発生する。また、競技スポーツの現場では、オーバートレーニングによるパフォーマンスの低下やスポーツ外傷などの危険性がある。こうした危険性は、運動に対する生体応答の負担度が適切に評価できるバイオマーカーが確立すれば回避できると考えられる。

(2) 骨格筋可塑性制御において骨格筋特異的 microRNA (miRNA) の役割が注目されている。

骨格筋特異的 miRNA としては、miR-1、miR-133a、miR-133b、miR-206、miR-208、miR-208b、miR-486 および miR-499 が知られている。

骨格筋特異的 miRNA は MyoD や PAX3、p27 などを介して、骨格筋の分化を制御することが示唆されている。

骨格筋可塑性発現に伴い骨格筋特異的 miRNA の発現が変化する。

骨格筋筋線維タイプにより miRNA が異なること、荷重除去による筋萎縮とその後の再荷重による再成長により miRNA 変動する。

しかし、骨格筋可塑性に関する miRNA に関する研究は全て骨格筋細胞内における miRNA の発現量に着目し、それらの機能を検討したものである。したがって、骨格筋細胞から分泌される miRNA に関する研究報告はなく、それらの存在すら不明である。

(3) 細胞は細胞内で不要となったタンパク質やアミノ酸などをエキソソームと呼ばれる膜構造体に封入して、細胞外へ輸送(分泌)する。癌細胞は miRNA をエキソソームに封入して、細胞外に分泌している。しかし、骨格筋細胞の分泌型 miRNA に関する研究はこれまでにない。

2. 研究の目的

本研究では、運動に対する生体応答のバイオマーカーの確立を目指す基礎的研究として、運動刺激により骨格筋細胞から分泌される分泌型 miRNA が骨格筋の可塑性の指標となるか検討する。分泌型 miRNA はエキソソームに包まれているために、血液中でも安定的に長期に保存される。骨格筋可塑性発現に伴う分泌型 miRNA のプロファイリングにより、骨格筋損傷に起因するスポーツ傷害の予防と効果的な運動・トレーニング処方の研究基盤の確立を目指す。

3. 研究の方法

(1) 実験には、生後 11 週齢の C57BL/6J 雄性マウスを用いた (n=23)。マウスに、2 週間の後肢懸垂を負荷し、抗重力筋であるヒラメ

筋を萎縮させた。懸垂終了後、通常飼育を 2 週間行うことでヒラメ筋への荷重を再開し、萎縮したヒラメ筋を再成長(回復)させた。後肢懸垂前 (Pre)、2 週間の懸垂直後 (R0) および回復 2 週 (R2) に、マウス両後肢よりヒラメ筋および血液を採取した。抽出したヒラメ筋は、即座に湿重量を測定し、体重に対する相対値として評価した。

(2) ヒラメ筋より total RNA を抽出し、small RNA 分画を得た。得られた small RNA サンプルにおける miR-1、miR-133a、miR-133a*、miR-133b、miR-206、miR-208 および miR-499 の量を評価した。用いたプライマーは各 miRNA の全塩基に対応したものをを用いた。各 miRNA の値は small RNA の 1 つである U6 mRNA 量を内部標準として、U6 に対する相対値として評価した。

(3) 得られた血液サンプルは直ちに EDTA 処理を行い、冷却遠心分離して血漿を調整した。サンプリングを実施した各時点より、無作為にサンプルを 1 つ選択して、血漿中の miRNA 発現の網羅的解析を miRNA アレイ (3D-Gene、東レ株式会社、東京) により行った。血漿中 miRNA 発現量は、懸垂前 (Pre) に比べて 2 週間の後肢懸垂 (R0) とその後の 2 週間の回復で発現量 (R2) が 2 倍以上増加した miRNA と 1/2 未満に減少した miRNA を抽出した。

4. 研究成果

(1) ヒラメ筋中 miRNA 発現量では、後肢懸垂により miR-1 および miR-206 が低下する傾向が認められた。一方、miR-499 の発現量は有意に低下した。いずれの miRNA 発現量は、懸垂終了後の再荷重負荷に伴う再成長により発現量は上昇傾向を示し、miR-206 発現量は回復 2 週間で懸垂前のレベルにまで回復した。一方、miR-133a、miR-133a*、miR-133b および miR-208b 発現量に、筋萎縮および再成長に伴う変化は認められなかった。

(2) 血漿中に存在した miRNA をマイクロアレイにより網羅的に解析した。2 週間の後肢懸垂負荷により 2 倍以上増加した血漿中の miRNA は、miR-5115、miR-665*、miR-1896 など 115 種確認された。逆に、後肢懸垂で 1/2 未満に減少した血漿中の miRNA は、miR-410、miR-34b-5p、miR-3018* など 31 種であった。再荷重 2 週の時点で懸垂終了直後に比べて 2 倍以上増加した血漿 miRNA は、miR-568、miR-1942、miR-3083 など 42 種であった。懸垂直後に比して回復 2 週間後で 1/2 未満に減少した血漿中の miRNA は、miR-491、miR-135-2*、miR-5115 など 123 種であった。さらに、回復 2 週から 4 週間後にかけて 2 倍以上に増加した血漿中 miRNA は 17 種、逆に 8 種の miRNA の血漿中発現

量が 1/2 未満に減少した。また、miR-1b-5p、miR-9、miR-19b-2 をはじめ 75 種の血漿中 miRNA が荷重除去による筋萎縮時のみ、miR-19a*、miR-144*、miR-146* など 7 種の血漿中 miRNA が萎縮筋の再成長に伴い血中にて発現が確認された。血漿中およびヒラメ筋中の発現が共に懸垂直後および回復 2 週間後にのみ認められた miRNA は、それぞれ 3 種および 1 種確認された。

以上より、ヒラメ筋の萎縮および萎縮したヒラメ筋の再成長というヒラメ筋の量的変化に伴い血漿中と筋肉中で共に特異的な変化を示す miRNA は 86 種確認された。これらの血漿中 miRNA が骨格筋可塑性発現のバイオマーカー候補として考えられた。今後、血漿中 miRNA の定量評価ならびに培養細胞を用いた実験系による骨格筋可塑性発現時に分泌される miRNA を特定し、運動に対する骨格筋の応答のバイオマーカーが確立できるものと考えている。

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 16 件)

Egawa, T., Tsuda, S., Oshima, R., Goto, K., and Hayashi, T.: Activation of 5'AMP-activated protein kinase in skeletal muscle by exercise and phytochemicals. *Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, Vol. 3, No. 1: 55-64, 2014. doi: 10.7600/jpfs.3.55

Egawa, T., Ohno, Y., Goto, A., Ikuta, A., Suzuki, M., Ohira, T., Yokoyama, S., Sugiura, T., Ohira, Y., Yoshioka, T., Goto, K.: AICAR-induced activation of AMPK negatively regulates myotube hypertrophy through HSP72-mediated pathway in C2C12 skeletal muscle cells. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, Vol. 306, No. 3: E344-E354, 2014. doi: 10.1152/ajpendo.00495.2013

Ohira Tom, Ohira, Tak., Kawano, F., Shibaguchi, T., Okabe, H., Goto, K., Ogita, F., Sudoh, M., Roy, R.R., Edgerton, V.R., Cancedda, R., Ohira, Y.: Effects of gravitational loading levels on protein expression related to metabolic and/or morphologic properties of mouse neck muscles. *Physiological Reports*, Vol. 2, No. 1: e00183, 2014. doi: 10.1002/phy2.183

後藤勝正, 鈴木美穂, 吉岡利忠: 骨格筋可塑性発現に伴う血漿中マイクロ RNA の網羅的解析. *青森県スポーツ医学研究会誌*, Vol. 22: 1-5, 2013.

Ito, T., Fujiya, H., Goto, K., Ogura, Y., Kurosaka, M., Yatabe, K., Kishiro, S., Yoshida, A., Yoshioka, H., Terauchi, K.,

Beppu, M., Funabashi, T., Akema, T., and Musha, H.: Icing at early stage depresses skeletal muscle regeneration. *Journal of St. Marianna University*, Vol. 4, No. 2: 61-67, 2013.

Kishiro, S., Fujiya, H., Goto, K., Ogura, Y., Kurosaka, M., Yatabe, K., Ito, T., Yoshida, A., Yoshioka, H., Terauchi, K., Beppu, M., Funabashi, T., Akema, T., and Musha, H.: Effects of STG tendon harvest and BTB harvest on knee joint muscles -An immunohistochemical evaluation-. *Journal of St. Marianna University*, Vol. 4, No. 2: 49-59, 2013.

Goto, A., Ohno, Y., Ikuita, A., Suzuki, M., Ohira, T., Egawa, T., Nakai, A., Sugiura, T., Yoshioka, T., Ohira, Y., Goto, K.: Up-regulation of adiponectin expression in antigravitational soleus muscle in response to unloading followed by reloading, and functional overloading in mice. *PLoS ONE*, Vol. 8, No. 12: e81929, 2013. doi: 10.1371/journal.pone.0081929

Koya, T., Nishizawa, S., Ohno, Y., Goto, A., Ikuita, A., Suzuki, M., Ohira, T., Egawa, T., Nakai, A., Sugiura, T., Ohira, Y., Yoshioka, T., Beppu, M., Goto, K.: Heat shock transcription factor 1-deficiency attenuates overloading-associated hypertrophy of mouse soleus muscle. *PLoS ONE*, Vol. 8, No. 10: e77788, 2013. doi:10.1371/journal.pone.0077788

Nishizawa, S., Koya, T., Ohno, Y., Goto, A., Ikuita, A., Suzuki, M., Ohira, T., Egawa, T., Nakai, A., Sugiura, T., Ohira, Y., Yoshioka, T., Beppu, M., Goto, K.: Regeneration of injured skeletal muscle in heat shock transcription factor 1-null mice. *Physiological Reports*, Vol. 1, No. 3: e00071, 2013. doi: 10.1003/phy2.71

Egawa, T., Masuda, S., Goto, K., Hayashi, T.: Increased dystrophin mRNA and protein levels in atrophic skeletal muscles in streptozotocin-induced diabetic rat. *Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, Vol. 1, No. 4: 709-713, 2012. doi: 10.7600/jpfs.1.709

Ohno, Y., Fujiya, H., Goto, A., Nakamura, A., Nishiura, Y., Sugiura, T., Ohira, Y., Yoshioka, T., Goto, K.: Microcurrent electrical nerve stimulation facilitates regrowth of mouse soleus muscle. *International Journal of Medical Sciences*, Vol. 10, No. 10: 1286-1294, 2013. doi: 10.7150/ijms.5985

Ohno, Y., Yamada, S., Goto, A., Ikuta, A., Sugiura, T., Ohira, Y., Yoshioka, T., Goto, K.: Effects of heat stress on muscle mass and the expression levels of heat shock proteins and lysosomal cathepsin L in soleus muscle of young and aged mice. *Molecular and Cellular Biochemistry*, Vol. 369, No. 1-2: 45-53, 2012.

doi: 10.1007/s11010-012-1367-y

Goto, K., Ohno, Y., Goto, A., Ikuta, A., Suzuki, M., Ohira, T., Tsuchiya, N., Nishizawa, S., Koya, T., Egawa, T., Sugiura, T., Ohira, Y., Yoshioka, T.: Some aspects of heat stress on the plasticity of skeletal muscle cells. *Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, Vol. 1, No. 2: 197-204, 2012. doi: 10.7600/jpfs.1.197

Sandonà, D., Desaphy, J.-F., Camerino, G.M., Bianchini, E., Ciciliot, S., Danieli-Betto, D., Dobrowolny, G., Furlan, S., Germinario, E., Goto, K., Gutschmann, M., Kawano, F., Nakai, N., Ohira, T., Ohno, Y., Picard, A., Salanova, M., Schiffl, G., Blotner, D., Musarò, A., Ohira, Y., Betto, R., Conte, D., and Schiaffino, S.: Adaptation of mouse skeletal muscle to long-term microgravity in the MDS mission. *PLoS ONE*, Vol. 7, No. 3: e33232, 2012. doi: 10.1371/journal.pone.0033232

後藤勝正: 筋衛星細胞から見た廃用性筋萎縮とそのリハビリテーション. *日本赤十字リハビリテーション協会誌*, No. 26: 7-17, 2012.

[学会発表](計 68 件)

Goto, K., et al.: Deficiency of heat shock transcription factor 1 up-regulates interleukins in regenerating skeletal muscle in mice. 第 91 回日本生理学会大会, 2014 年 3 月 16 日 ~ 18 日, 鹿児島大学郡元キャンパス, 鹿児島県鹿児島市.

後藤勝正: 廃用性萎縮に伴う速筋化における熱ショック転写因子 - NFAT 系の関与. 第 2 回骨格筋生物学研究会, 2014 年 3 月 8 日 ~ 9 日, 北海道医療大学札幌サテライトキャンパス, 北海道札幌市.

後藤勝正, 他: 熱ショック転写因子 1 欠損による骨格筋 NFAT 発現とミオシン重鎖発現パターン. 平成 25 年度筋生理の集い, 2013 年 12 月 21 日, 東京慈恵会医科大学 (東京都港区).

後藤勝正, 他: 疑似無重量環境曝露による骨格筋の速筋化は熱ショック転写因子 1 欠損により抑制される. 第 59 回日本宇宙航空環境医学会大会, 2013 年 11 月 22 日 ~ 24 日, 川崎医療福祉大学, 岡山県倉敷市.

Suzuki, M., et al.: Responses of circulating microRNAs to hindlimb unloading and reloading in mice. Joint Meeting 29th Annual meeting of the American Society for Gravitational and Space Research and 5th International Symposium for Physical Sciences in Space, 2013 年 11 月 3 日 ~ 8 日, Hilton Orland, Lake Buena Vista, Lake Buena Vista, Florida, USA.

Okabe, H., et al.: Ankle plantar-flexion is essential for mobilization of soleus during cycling and weight-lifting exercise in human.

Joint Meeting 29th Annual meeting of the American Society for Gravitational and Space Research and 5th International Symposium for Physical Sciences in Space, 2013 年 11 月 3 日 ~ 8 日, Hilton Orland, Lake Buena Vista, Lake Buena Vista, Florida, USA.

Ohira, Tom., et al.: Metabolic regulation of contractile properties, associated with mechanical and/or neural activities in rat soleus. Joint Meeting 29th Annual meeting of the American Society for Gravitational and Space Research and 5th International Symposium for Physical Sciences in Space, 2013 年 11 月 3 日 ~ 8 日, Hilton Orland, Lake Buena Vista, Lake Buena Vista, Florida, USA.

Ikuta, A., et al.: Effects of hindlimb unloading on the expressions of angiopoietin1 and tie-2 in mouse skeletal muscles. Joint Meeting 29th Annual meeting of the American Society for Gravitational and Space Research and 5th International Symposium for Physical Sciences in Space, 2013 年 11 月 3 日 ~ 8 日, Hilton Orland, Lake Buena Vista, Lake Buena Vista, Florida, USA.

後藤勝正: サルコペニア発症の分子機序とその対策としての効果的な運動. 第 3 回日本臨床スポーツ栄養学会, シンポジウム「サルコペニアに対する運動と栄養の効果」, 2013 年 11 月 2 日, 実践女子大学香雪記念館, 東京都日野市.

Goto, K., et al.: Effects of unloading-associated skeletal muscle atrophy on radial and longitudinal stiffness of muscle fibers in rats. EMBL Conference “Myofibrillar Z-disk Structure and Dynamics”, 2013 年 9 月 14 日 ~ 17 日, EMBL Hamburg, Hamburg, Germany.

後藤勝正: 筋衛星細胞の活性化からみた骨格筋の増殖と運動. 第 68 回日本体力医学会大会, シンポジウム「脳は筋肉と同様に変わるか? ~ 認知機能を高める運動プログラムの在り方を探る ~」, 2013 年 9 月 21 日 ~ 23 日, 学術総合センター・共立講堂, 東京都千代田区.

江川達郎, 他: Heat shock protein 72 発現抑制を介した AMPK による myogenesis 阻害作用. 第 68 回日本体力医学会大会, 2013 年 9 月 21 日 ~ 23 日, 学術総合センター・共立講堂, 東京都千代田区.

杉浦崇夫, 他: 筋萎縮に対する Astaxanthin 摂取の効果. 第 9 回アスタキサンチン研究会, シンポジウム「アスタキサンチンと運動機能」, 2013 年 9 月 20 日, アルカディア市ヶ谷 (私学会館), 東京都千代田区.

後藤勝正, 他: 加齢性筋肉減弱症のバイオマーカーとしてのマイクロ RNA の有用性 - 骨格筋可塑性発現に伴う血漿中 miRNA の網羅的解析 -. 第 41 回青森県スポーツ医学研究会, 2013 年 9 月 7 日, アツ

- プルハウス青森, 青森県青森市.
 後藤勝正, 他: HSPs 依存性の AMP キナーゼ活性化による筋形成阻害. GGA-HSP 勉強会 2013 (第 14 回), 2013 年 8 月 31 日, 東京ステーションコンファレンス, 東京都千代田区.
- Okabe, H., et al.: Metabolic regulation of rat soleus muscle in response to high-energy phosphate contents influenced by gravitational loading levels. The 34th Annual Meeting of International Society for Gravitational Physiology (ISGP), 2013 年 6 月 23 日 ~ 28 日, 穂の国とよはし芸術劇場 (PLAT), 愛知県豊橋市.
- Fujiya, H., et al.: Microcurrent electrical neuromuscular stimulation stimulates regenerative potential of injured skeletal muscle in mice. The 34th Annual Meeting of International Society for Gravitational Physiology (ISGP), 2013 年 6 月 23 日 ~ 28 日, 穂の国とよはし芸術劇場 (PLAT), 愛知県豊橋市.
- Kishiro, S., et al.: A partial patellar tendon harvest induces fiber type- and region-specific atrophy of muscle fibers of quadriceps muscles in rats. The 34th Annual Meeting of International Society for Gravitational Physiology (ISGP), 2013 年 6 月 23 日 ~ 28 日, 穂の国とよはし芸術劇場 (PLAT), 愛知県豊橋市.
- Egawa, T., et al.: AMPK inhibits myogenesis through a HSP72-dependent mechanism in C2C12 myotubes. The 34th Annual Meeting of International Society for Gravitational Physiology (ISGP), 2013 年 6 月 23 日 ~ 28 日, 穂の国とよはし芸術劇場 (PLAT), 愛知県豊橋市.
- Ohira, Tom., et al.: Responses of leukocyte properties to cycling exercise with altered distribution of blood in human subjects. The 34th Annual Meeting of International Society for Gravitational Physiology (ISGP), 2013 年 6 月 23 日 ~ 28 日, 穂の国とよはし芸術劇場 (PLAT), 愛知県豊橋市.
- ① 鈴木美穂, 他: マウス骨格筋の萎縮と再成長に伴う血中マイクロ RNA の応答. 第 48 回日本理学療法学会大会, 2013 年 5 月 24 日 ~ 26 日, 名古屋国際会議場, 愛知県名古屋市.
- ② 後藤勝正: 骨格筋の可塑性発現とストレス応答のリハビリテーション医学的意義. 第 19 回上飯田リハビリテーションセミナー, 招待講演, 2013 年 5 月 10 日, 電気文化会館イベントホール, 愛知県名古屋市.
- ③ Goto, K., et al.: Regeneration of injured soleus muscle in heat shock transcription factor 1-null mice. Experimental Biology 2013, 2013 年 4 月 20 日 ~ 24 日, Boston Convention & Exhibition Center, Boston, MA, USA.
- ④ Goto, K., et al.: Some aspects of slow- and fast-twitch skeletal muscles in response to long-term spaceflight. 第 90 回日本生理学会大会, シンポジウム「宇宙生理学の現在と展望」, 2013 年 3 月 27 日 ~ 29 日, タワーホール船堀, 東京都江戸川区.
- ⑤ Nishizawa, S., et al.: Absence of heat shock transcription factor 1 depresses regenerative potential of injured skeletal muscle in mice. 第 90 回日本生理学会大会, 2013 年 3 月 27 日 ~ 29 日, タワーホール船堀, 東京都江戸川区.
- ⑥ Koya, T., et al.: Partial depression of skeletal muscle hypertrophy in heat shock transcription factor 1-null mice. 第 90 回日本生理学会大会, 2013 年 3 月 27 日 ~ 29 日, タワーホール船堀, 東京都江戸川区.
- ⑦ 後藤勝正: 骨格筋の可塑性発現とストレス応答に関する一考察. 第 1 回骨格筋生物学研究会, 招待講演, 2013 年 3 月 9 日, 大阪大学中之島センター, 大阪府大阪市.
- ⑧ Ohira, Tom.: Responses of gene and protein expressions in neck muscle of mice to altered gravity levels. 28th Annual Meeting of the American Society for Gravitational and Space Research (ASGSR), 2012 年 11 月 28 日 ~ 12 月 2 日, New Orleans, Louisiana, USA.
- ⑨ Okabe, H., et al.: Responses of rat soleus muscle to mechanical stress and/or high-energy phosphate contents. 28th Annual Meeting of the American Society for Gravitational and Space Research (ASGSR), 2012 年 11 月 28 日 ~ 12 月 2 日, New Orleans, Louisiana, USA.
- ⑩ 後藤勝正, 他: 3 ヶ月間の宇宙飛行がマウス骨格筋の特性に及ぼす影響. 第 58 回日本宇宙航空環境医学会大会, シンポジウム「宇宙実験 (The mice drawer system: MDS) 報告会」, 2012 年 11 月 15 日 ~ 17 日, 豊橋商工会議所, 愛知県豊橋市.
- ⑪ 大野善隆, 他: 筋萎縮後の回復に及ぼす微弱電流刺激の影響. 第 58 回日本宇宙航空環境医学会大会, 2012 年 11 月 15 日 ~ 17 日, 豊橋商工会議所, 愛知県豊橋市.
- ⑫ Goto, K., et al.: Effects of unloading on myosin heavy chain phenotypes of soleus muscle in heat shock transcription factor 1-null mice. 2012 APS Intersociety Meeting: The Integrative Biology of Exercise-VI, 2012 年 10 月 10 日 ~ 13 日, Westminster, Colorado, USA.
- ⑬ Goto, A., et al.: Induction of SIRT1 by reloading on atrophied soleus muscle in mice. 2012 APS Intersociety Meeting: The Integrative Biology of Exercise-VI, 2012 年 10 月 10 日 ~ 13 日, Westminster, Colorado, USA.
- ⑭ 後藤勝正: 骨格筋とその可塑性. 北里大学リサーチカンファレンス, 2012 年 9 月 21 日, 北里大学病院, 神奈川県相模原市.
- ⑮ 西澤 苑, 他: 損傷骨格筋の再生におけ

- る熱ショック転写因子1の生理学的意義。第67回日本体力医学会大会,2012年9月14日~16日,長良川国際会議場・岐阜都ホテル,岐阜県岐阜市。
- ③⑥ 大平友宇、他：骨格筋の量的変化に伴う細胞内脂肪とその分布。第67回日本体力医学会大会,2012年9月14日~16日,長良川国際会議場・岐阜都ホテル,岐阜県岐阜市。
- ③⑦ 古屋智之、他：骨格筋の萎縮と肥大に伴うミオシン重鎖発現と熱ショック転写因子1。第67回日本体力医学会大会,2012年9月14日~16日,長良川国際会議場・岐阜都ホテル,岐阜県岐阜市。
- ③⑧ 江川達郎、他：AMPキナーゼによる骨格筋熱ショックタンパク質発現抑制作用。第67回日本体力医学会大会,2012年9月14日~16日,長良川国際会議場・岐阜都ホテル,岐阜県岐阜市。
- ③⑨ Yoshioka, T., et al.: Skeletal muscle plasticity in response to mechanical loading and heat stress in heat shock transcription factor 1-null mice. 41st European Muscle Conference 2012, 2012年9月1日~5日, Rhodes, Greece.
- ④⑩ 後藤勝正：生体外物理刺激による生活習慣病予防の方策 - 運動器の維持・増強 - 。医工連携セミナー,2012年9月3日,豊橋サイエンスコア,愛知県豊橋市。

〔その他〕

(1) ホームページ

豊橋創造大学大学院健康科学研究科
豊橋創造大学保健医療学部理学療法学科 生理学研究室 研究テーマ
http://www.sozo.ac.jp/professor/goto_katsumasa/research.html

豊橋創造大学大学院健康科学研究科
豊橋創造大学保健医療学部理学療法学科 生理学研究室 業績

(日本語)

http://www.sozo.ac.jp/professor/goto_katsumasa/publications.html

(英語)

http://www.sozo.ac.jp/professor/goto_katsumasa/en_recent.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

後藤 勝正 (GOTO, Katsumasa)
豊橋創造大学・保健医療学部・教授
研究者番号： 70239961

(2) 連携研究者

大野 善隆 (OHNO, Yoshitaka)
豊橋創造大学・保健医療学部・講師
研究者番号： 80440808

大平 充宣 (OHIRA, Yoshinobu)
大阪大学・医学系研究科・教授