

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 28 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26282152

研究課題名(和文) 進行性臓器障害におけるリハビリテーション運動療法の有効性の機序解明

研究課題名(英文) Mechanism of effectiveness of exercise training in progressive organ diseases

研究代表者

伊藤 修 (Ito, Osamu)

東北大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00361072

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：進行性臓器障害における運動療法の有効性の機序を明らかにするため、高食塩食摂取下のDahl食塩感受性ラットと高フルクトース食摂取下のSprague-Dawleyラットにおいてトレッドミルによる長期的運動の効果を検討した。長期的運動は高食塩食や高フルクトース食による腎機能障害、糸球体効果、腎間質線維化を軽減し、これらの腎保護効果には腎内レニン-アンジオテンシン(RA)系の改善、腎トリグリセライド含有量の低下、xanthine oxidase (XO)活性の抑制を伴っていた。これらの結果から、長期的運動による腎保護効果には、腎内RA系、脂質代謝、酸化ストレスの改善が関与していると示唆された。

研究成果の概要(英文)：To clarify the mechanism of effectiveness of exercise therapy in progressive organ diseases, the present study examined the effects of exercise training in high salt-fed Dahl-salt sensitive rats and high fructose-fed Sprague-Dawley rats. High salt diet and high fructose diet induced blood pressure elevation, renal dysfunction, proteinuria, glomerular sclerosis and renal interstitial fibrosis. Exercise training with treadmill running diminished the high salt- or high fructose-induced renal dysfunction and histological changes with an amelioration of renin-angiotensin (RA) system, reduction of triglyceride contents and inhibition of xanthine oxidase activity in the kidney. These results suggest that the renoprotective effects of exercise training are related to improvement of renal RA system, lipid metabolism and oxidative stress.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：リハビリテーション 進行性臓器障害 腎臓 循環器・高血圧 酸化ストレス 動物

1. 研究開始当初の背景

(1) 運動療法は心臓機能・腎臓機能・呼吸器機能・肝臓機能障害への有効なりハピリテーションとして広く行われており、軽症・中等症患者のみならず、重症患者においてもその有効性が近年示されている。運動療法は心臓機能・換気機能・末梢循環の改善、骨格筋の適応等によって運動耐容性を向上し、自律神経機能、炎症反応、糖・脂質代謝も改善する。しかし、臓器障害では血液中の糖・脂質異常は必ずしも認められる訳ではなく、また、

- ・ 受容体遮断薬、抗炎症薬は、運動療法のような多面的効果を有してはいない。したがって、筋活動量の低下が臓器障害を進展させる機序、運動療法が臓器障害を軽減させる機序は未だ明らかではない。

(2) 心不全や腎不全などの進行性臓器障害では、NO系やレニン-アンジオテンシン(RA)系の異常に加えて、酸化ストレスや炎症反応が亢進しており、それらの異常が病態上重要な役割を果たしている。運動は心臓や骨格筋で多量の酸素を消費し、その過程から大量の活性酸素種(ROS)が生成されるが、適切な運動療法はROS生成系の減弱およびROS消去系の増強により酸化ストレス耐性を増加させる(Cardiovasc Res 67: 187-197, 2005)。運動による心臓や血管内皮 eNOS 発現増加効果の機序として、ROSである H_2O_2 の関与が報告されている(Cardiovasc Res 65: 254-262, 2005)。この H_2O_2 は比較的安定で細胞膜も通過することから、筋活動時に生成された H_2O_2 が循環血流で運ばれ、NO系を刺激し、増強したRA系や交感神経系を抑制する可能性がある。

(3) 進行性臓器障害では、酸化ストレスや炎症反応が亢進し、eNOSのアンカップリング、その補酵素である BH_4 の低下、内因性阻害物質である asymmetric dimethylarginine (ADMA)の増加によるeNOSの不活性化が起こり、血管内皮機能や組織ミトコンドリア機能も高度に障害されている。したがって、炎症や酸化ストレスの亢進した進行性臓器障害では、運動療法による臓器保護効果の機序も健常や軽症の場合とは異なっていることが推測される。実際、重症心不全や腎不全患者においては血管内皮機能が高度に障害されており、運動療法がこのような進行性臓器障害においても何故効果を呈するのかについては未だ明らかでない。

2. 研究の目的

進行性臓器障害における運動療法の有効性の機序について、食塩負荷による高血圧に伴う腎障害や心不全等の臓器障害を早期に発症するDahl食塩感受性ラット、高血圧に加えてインスリン抵抗性や臓器障害を合併するも高フルクトース摂取ラットを用いた基礎研究により、各臓器の臓器障害、RA系や

酸化ストレスへの長期的運動の影響を中心に解明することを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

(1) 6週齢の雄性Dahl食塩感受性ラットを、1)通常食塩食(0.6%NaCl)群、2)高食塩食(8%NaCl)群、3)通常食塩食+長期的運動群、4)高食塩食+長期的運動群の4群に分け、長期的運動群にはトレッドミル運動(20 m/分、60分、6回/週)を8週間施行した。8週間後、各群の腎機能や組織像、xanthine oxidase 活性、RA系コンポーネントの蛋白発現を検討した。また、雄性Dahl食塩感受性ラットを1)通常食塩食群、2)高食塩食群、3)高食塩食+薬物投与群の3群に分け、薬物投与群にはxanthine oxidase 阻害薬 febuxostat を投与した。8週間後、各群の腎機能や組織像を検討した。

(2) 6週齢の雄性Sprague-Dawleyラットを、1)コントロール群、2)高フルクトース食(60%)群、3)高フルクトース食+長期的運動群の3群に分け、長期的運動群にはトレッドミル運動(20-28 m/分、60分、5回/週)を12週間施行した。12週間後、各群の腎機能や組織像、腎皮質トリグリセライド(TG)含有量、xanthine oxidase 活性を検討した。

4. 研究成果

(1) Dahl食塩感受性ラットにおいて、高食塩食は著明な高血圧を誘導したが、長期的運動は血圧には影響を与えなかった。高食塩食は血清クレアチニンと尿蛋白を増加させ、糸球体硬化や腎間質線維化を引き起こし、長期的運動はこれらの高食塩食による腎障害を有意に抑制した。腎 xanthine oxidase は高食塩食により活性化し、長期的運動により抑制された。高食塩食により皮質と髓質で増加し、長期的運動により髓質でのみ減少した。Renin は高食塩食により皮質と髓質で減少し、長期的運動により両部分で増加した。ACE は高食塩食により皮質でのみ増加し、長期的運動により減少した。ACE2 は皮質と髓質で減少し、長期的運動により髓質で増加した。AngiotensinII 1型(AT1)受容体は高食塩食により髓質でのみ増加し、長期的運動により減少した。AngiotensinII 2型(AT2)受容体は高食塩食により皮質と髓質で減少し、長期的運動により髓質でのみ増加した。Mas 受容体は高食塩食により皮質で増加、髓質で減少し、長期的運動により髓質でのみ増加した。以上の結果から、長期的運動は高食塩食による腎障害を血圧非依存性に改善し、高食塩食によるRA系変化を特に髓質で回復させる可能性が示唆された。また、febuxostat は高食塩食による血圧上昇と尿蛋白増加を有意に抑制し、血清クレアチニンと尿酸を低下、糸球体硬化や腎間質線維化を軽減させた。この結果から、食塩感受性高血圧における長期的運動による腎保護効果には xanthine oxidase の抑制が関与している示唆された。

(2) 高フルクトース食は、血清クレアチニンや糸球体濾過量に影響を与ることなく、血圧を上昇、尿アルブミン、血清 TG、尿酸を増加させ、腎間質線維化、腎皮質 TG 含有量、xanthine oxidase 活性を増加させた。長期的運動は、高フルクトース食によるこれらの変化を軽減した。以上の結果から、長期的運動による腎保護・線維化抑制効果には、腎皮質 TG 含有量低下や xanthine oxidase 活性抑制が関与している可能性が示唆された。

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 11 件)

1. Suzuki Y, Ito O, Kohzuki M, Ichiki M, Sato Y. Persistent physical exercise raises the plasma concentration of vasohibin-1 in patients with peripheral vascular disease. *Gen Int Med Clin Innov* 1: (6)1-4, 2016, 査読あり
<https://oatext.com/Persistent-Physical-Exercise-Rises-the-Plasma-Concentration-of-Vasohibin-1-in-Patients-with-Peripheral-Vascular-Disease.php>
2. Muroya Y, Ito O. Effects of clofibrate on fatty acid oxidation in the kidney of puromycin-induced nephrotic rats. *Clin Exp Nephrol* 20: 862-870, 2016, 査読有
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10157-016-1253-0>
3. Tamura Y, Mori N, Xu B, Nakamaura T, Yamakoshi S, Hirose T, Ito O, Totsune K, Takahashi K, Kohzuki M. Water deprivation increases (pro)renin receptor levels in the kidney and decreases plasma concentrations of soluble (pro)renin receptor. *Tohoku J Exp Med* 239: 185-192, 2016, 査読あり
doi: 10.1620/tjem.239.185
4. 伊藤修. 内部障害リハビリテーションの最近の知見と課題. *Monthly Book Medical Rehabilitation* 200: 8-13, 2016, 査読なし
5. 伊藤修. 腎臓機能障害のリハビリテーション. *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine* 53: 834-838, 2016, 査読なし
6. Ito D, Cao P, Kakihana T, Sato E, Suda C, Muroya Y, Ogawa Y, Hu G, Ishii T, Ito O, Kohzuki M, Kiyomoto H. Chronic running exercise alleviates early progression of nephropathy with upregulation of nitric oxide synthases and suppression of glycation in Zucker diabetic rats. *PLoS One* 10: e0138037, 2015, 査読有
doi: 10.1371/journal.pone.0138037. eCollection 2015
7. 作山晃裕, 伊藤修, 坂田佳子, 戎栄, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットの腎レニン-アンジオテンシン系への長期的運動の効果. *運動器リハビリテーション* 26: 87-94, 2015, 査読あり
8. 伊藤修, 伊藤大亮, 上月正博. 心腎症候群と心臓リハビリテーション. *心臓リハビリテーション* 20: 60-64, 2015, 査読なし
9. Rong R, Ito O, Mori N, Muroya Y, Tamura Y, Mori T, Ito S, Takahashi K, Totsune K, Kohzuki M. Expression of (pro)renin receptor and its upregulation by high salt intake in the rat nephron. *Peptide* 63: 156-162, 2015, 査読あり doi: 10.1016/j.peptides.2014.12.007
10. 伊藤修, 戎栄, 胡巧尊, 作山晃裕, 坂田佳子, 室谷嘉一, 上月正博. ラット腎におけるアンジオテンシンIIによる脂肪酸 水酸化酵素 CYP4A の発現誘導効果. *Therapeutic Research* 35: 982-983, 2014, 査読なし
11. 伊藤修, 胡巧尊, 戎栄, 徐斌, 作山晃裕, 坂田佳子, 伊藤大亮, 上月正博. 高血圧自然発症ラットの血圧と腎 Nitric oxide 合成酵素に対する Pitavastatin 長期投与の効果. *Therapeutic Research* 35: 987-988, 2014, 査読なし

[学会発表](計 45 件)

1. 伊藤修, 胡巧尊, 張聰宇, 三浦平寛, 上月正博. 高フルクトース摂取ラットにおける長期的運動の腎保護効果. 腎と脂質研究会, 2017.3.18, ホテルグランヴィア 広島(広島市・広島県)
2. 伊藤修. 腎臓リハビリテーションの最近の動向. 第 41 回日本リハビリテーション医学会東北地方会(仙台), 2017.3.11, 仙台市情報・産業プラザ(仙台市・宮城県)(招待講演)
3. 中村貴裕, 伊藤修, 山越聖子, 須田千尋, 森信芳, 上月正博. 5/6 腎摘出腎不全モデルラットの腎線維化への長期的運動療法の効果. 第 7 回日本腎臓リハビリテーション学会, 2017.2.18-19, つくば国際会議場(つくば市・茨城県)
4. 伊藤修. 慢性運動による腎保護効果とその機序. 第 7 回日本腎臓リハビリテーション学会, 2017.2.18-19, つくば国際会議場(つくば市・茨城県)(招待講演)
5. 三浦平寛, 作山晃裕, 室谷嘉一, 小川佳子, 上月正博, 伊藤修. Dahl 食塩感受性ラットにおける高食塩食摂取による xanthine oxidase 活性化と febuxostat による降圧・腎保護効果. 第 50 回日本痛風・核酸代謝学会, 2017.2.16-17, 京王プラザホテル(新宿区・東京都)
6. 高橋麻子, 伊藤修, 作山晃裕, 中村貴裕, 三浦平寛, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットの心障害における xanthine oxidase 活性化と febuxostat による心保護効果. 第 50 回日本痛風・核酸代謝学会, 2017.2.16-17, 京王プラザホテル(新宿区・東京都)
7. Miura T, Sakuyama A, Kohzuki M, Ito O. Febuxostat suppresses high salt-induced hypertension and renal damages in Dahl salt-sensitive rats. *KIDNEY WEEK 2016* (国際学会), 2016.11.17-20 (Chicago, USA)
8. 三浦平寛, 作山晃裕, 室谷嘉一, 小川佳子,

- 上月正博, 伊藤修. Dahl 食塩感受性ラットにおける高食塩食摂取による xanthine oxidase 活性化と febuxostat による降圧・腎保護効果. 第 39 回日本高血圧学会, 2016.9.30-10.2, 仙台国際センター(仙台市・宮城県)
9. 中村貴裕, 伊藤修, 山越聖子, 須田千尋, 森信芳, 上月正博. 5/6 腎摘除慢性腎不全ラットにおける長期的運動の降圧・腎線維化抑制効果. 第 39 回日本高血圧学会, 2016.9.30-10.2, 仙台国際センター(仙台市・宮城県)
 10. Nakamura T, Ito O, Yamakoshi S, Suda C, Mori N, Kohzuki M. Effects of exercise training on renal damage and renin-angiotensin system in rats with chronic renal failure. ISH 2016 satellite symposium, Renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) (国際学会), 2016.9.23-24 コングレスクエア日本橋(中央区・東京都)
 11. 中村貴裕, 伊藤修, 山越聖子, 須田千尋, 森信芳, 上月正博. 5/6 腎摘除慢性腎不全ラットへの長期的運動が腎レニン・アンジオテンシン系に与える影響. 第 40 回日本リハビリテーション医学会東北地方会, 2016.9.3, 秋田拠点センター(秋田市・秋田県)
 12. 伊藤修, 上月正博. 腎不全ラットにおける長期的運動の効果. 第 22 回日本心臓リハビリテーション学会, 2016.7.16-17, 東京フォーラム(千代田区・東京都) (招待講演)
 13. 作山晃裕, 伊藤修, 三浦平寛, 小川佳子, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットにおける febuxostat の降圧および腎保護効果. 第 59 回日本腎臓学会, 2016.6.17-19, パシフィコ横浜(横浜市・神奈川県)
 14. 三浦平寛, 伊藤修, 坂田佳子, 森信芳, 上月正博. 多発性嚢胞腎ラットにおける長期的運動の腎保護効果の検討. 第 53 回日本リハビリテーション医学会, 2016.6.9-11, 国立京都会議場(京都市・京都府)
 15. 上月正博, 伊藤修. 腎臓リハビリテーション. 第 53 回日本リハビリテーション医学会, 2016.6.9-11, 国立京都会議場(京都市・京都府) (招待講演)
 16. Ito O, Cao P, Ito D, Rong R, Sakuyama A, Ogawa Y, Muroya Y, Kohzuki M. SOD mimetic tempol enhances exercise training-induced nitric oxide synthases in the kidney of spontaneously hypertensive rats. 10th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (国際学会), 2016.5.29-6.2 (Kuala Lumpur, Malaysia)
 17. Miura T, Ito O, Komatsu M, Ogawa Y, Muroya Y, Kohzuki M. Effects of exercise training in the kidney of polycystic kidney rats. 10th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (国際学会), 2016.5.29-6.2 (Kuala Lumpur, Malaysia)
 18. 小松美和, 小川佳子, 作山晃裕, 胡巧尊, 三浦平寛, 伊藤修, 上月正博. 高血圧発症前からの運動が食塩感受性高血圧とそれに伴う腎障害の進展に及ぼす影響. 第 38 回日本リハビリテーション医学会東北地方会, 2015.9.19, 八戸地域地場産業振興センター(八戸市・青森県)
 19. 小松美和, 小川佳子, 作山晃裕, 胡巧尊, 三浦平寛, 伊藤修, 上月正博. 長期的運動は雌性 Dahl 食塩感受性ラットの高血圧と腎障害を改善するか? 第 34 回日本臨床運動療法学会, 2015.9.5-6 東北大学医学部良陵会館(仙台市・宮城県)
 20. 作山晃裕, 伊藤修, 小川佳子, 小松美和, 胡巧尊, 三浦平寛, 須田千尋, 上月正博. Dahl 食塩感受性高血圧ラットへの長期的運動が腎 renin-angiotensin 系へ及ぼす影響. 第 34 回日本臨床運動療法学会, 2015.9.5-6 東北大学医学部良陵会館(仙台市・宮城県)
 21. Sakuyama A, Ito O, Sakata Y, Hu G, Suda C, Kohzuki M. Effects of exercise training on renin-angiotensin system in the kidney of Dahl salt-sensitive rats. American Heart Association High Blood Pressure Research 2015 Scientific Sessions (国際学会), 2015.9.9-12 (Washington DC, USA)
 22. Sakuyama A, Ito O, Ogawa Y, Komatsu M, Hu G, Miura T, Muroya Y, Suda C, Kohzuki M. Effects of febuxostat on blood pressure and renal functions in Dahl salt-sensitive rats. American Heart Association High Blood Pressure Research 2015 Scientific Sessions (国際学会), 2015.9.9-12 (Washington DC, USA)
 23. 伊藤修. 心腎連関と心不全リハビリテーション. 第 21 回日本心臓リハビリテーション学会, 2015.7.18-19, 福岡国際会議場(福岡市・福岡県) (招待講演)
 24. Kohzuki M. Chronic kidney disease - a new target of cardiac rehabilitation. 9th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (国際学会), 2015.6.19-23 (Berlin, Germany)
 25. Sakata Y, Ito O, Sakuyama A, Suda C, Ito D, Muroya Y, Kohzuki M. Effects of exercise training on renal function and the cytochrome P-450 4A metabolism of arachidonic acid in the kidney of salt-sensitive hypertensive rats. 9th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (国際学会), 2015.6.19-23 (Berlin, Germany)
 26. 伊藤修, 作山晃裕, 坂田佳子, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットにおける febuxostat の降圧および腎保護効果. 第 58 回日本腎臓学会, 2015.6.5-7, 名古屋国際会議場(名古屋市・愛知県)
 27. 伊藤修, 坂田佳子, 森信芳, 上月正博. Dahl 食塩感受性高血圧ラットの腎レニン・アンジオテンシン系への長期的運動の影響. 第 52 回日本リハビリテーション医学会,

- 2015.5.28-30, 朱鷺メッセ(新潟市・新潟県)
28. Kakahana, Ito O, Y Sekiguchi, Ito D, Matsumoto Y, Kawamura K, Goto H, Ishihara T, Kohzuki M. Abnormal gait pattern at comfortable and fast walking speed in patients with peripheral arterial disease. American Heart Association Atherosclerosis Vascular Research 2015 Scientific Sessions (国際学会), 2015.5.7-9 (San Francisco, USA)
 29. 伊藤修, 上月正博. 腎障害モデルラットへの長期的運動の効果. 第4回日本腎臓リハビリテーション学会, 2015.3.21-22, 都市センターホテル(千代田区・東京都) (招待講演)
 30. 作山晃裕, 伊藤修, 坂田佳子, 室谷嘉一, 伊藤大亮, 須田千尋, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットの腎における長期的運動によるレニン-アンジオテンシン系への影響. 第5回日本腎臓リハビリテーション学会, 2015.3.21-22 都市センターホテル(千代田区・東京都)
 31. 曹鵬宇, 伊藤修, 伊藤大亮, 上月正博. 高血圧自然発症ラットの NO 合成酵素への長期的運動と tempol の併用効果. 第5回日本腎臓リハビリテーション学会, 2015.3.21-22, 都市センターホテル(千代田区・東京都)
 32. 作山晃裕, 伊藤修, 坂田佳子, 小松美和, 須田千尋, 三浦平寛, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットへの長期的運動が腎 renin-angiotensin 系へ及ぼす影響. 第37回日本リハビリテーション医学会東北地方会, 2015.3.7, 仙台市情報・産業プラザ(仙台市・宮城県)
 33. 作山晃裕, 伊藤修, 坂田佳子, 須田千尋, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットへの長期的運動が腎レニン-アンジオテンシン系へ及ぼす影響. 第37回日本高血圧学会, 2014.10.17-19 パシフィコ横浜(横浜市・神奈川県)
 34. Sakuyama A, Ito O, Sakata Y, Hu G, Suda C, Kohzuki M. Effects of exercise training on renal damage and renin-angiotensin system in Dahl salt-sensitive rats. International Society of Nephrology Nexus Symposium: Hypertension and the Kidney (国際学会), 2014.9.25-28 (Brisbane, Australia)
 35. 伊藤修, 上月正博. CKD への運動療法. 第57回日本腎臓学会サテライトシンポジウム「生活習慣と腎疾患」コラッセふくしま 2014.7.27 コラッセふくしま(福島市・福島県) (招待講演)
 36. 作山晃裕, 伊藤修, 坂田佳子, 室谷嘉一, 伊藤大亮, 須田千尋, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットの腎における長期的運動によるレニン-アンジオテンシン系への影響. 第57回日本腎臓学会, 2014.7.4-6, パシフィコ横浜(横浜市・神奈川県)
 37. 上月正博, 伊藤大亮, 伊藤修. 心臓・心腎症候群における運動療法の役割. 第57回日本腎臓学会, 2014.7.4-6, パシフィコ横浜(横浜市・神奈川県) (招待講演)
 38. 伊藤修, 曹鵬宇, 伊藤大亮, 作山晃裕, 坂田佳子, 上月正博. 長期的運動による NO 合成酵素発現増強への NADPH oxidase 阻害薬と xanthine oxidase 阻害薬の影響. 第57回日本腎臓学会, 2014.7.4-6, パシフィコ横浜(横浜市・神奈川県)
 39. 坂田佳子, 伊藤修, 作山晃裕, 室谷嘉一, 須田千尋, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットにおける長期的運動による腎保護効果. 第57回日本腎臓学会, 2014.7.4-6, パシフィコ横浜(横浜市・神奈川県)
 40. 作山晃裕, 伊藤修, 坂田佳子, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットの腎における長期的運動によるレニン-アンジオテンシン系への影響. 第39回日本運動療法学会, 2014.6.21, ホテルプラザ菜の花(千葉市・千葉県)
 41. Sakata Y, Ito O, Sakuyama A, Rong R, Muroya Y, Ito D, Suda T, Kohzuki M. Effects of exercise training on hypertension and renal function in Dahl salt-sensitive rats. Hypertension 2014, Joint Meeting of the European Society of Hypertension and International Society of Hypertension (国際学会), 2014.6.13-16 (Athens, Greece)
 42. Sakuyama A, Ito O, Sakata Y, Hu G, Suda C, Kohzuki M. Effects of exercise training on renin-angiotensin system in the kidney of Dahl salt-sensitive rats. Hypertension 2014, Joint Meeting of the European Society of Hypertension and International Society of Hypertension (国際学会), 2014.6.13-16 (Athens, Greece)
 43. 坂田佳子, 伊藤修, 伊藤大亮, 須田千尋, 室谷嘉一, 上月正博. Dahl 食塩感受性ラットの腎機能と酸化ストレスに対する長期的運動の効果. 第51回日本リハビリテーション医学会, 2014.6.5-6.7, 名古屋国際会議場(名古屋市・愛知県)
 44. Sakata Y, Ito O, Sakuyama A, Kohzuki M. Effects of exercise training on renal function in salt-sensitive hypertensive rats. 8th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (国際学会), 2014.6.1-5, (Cancun, Mexico)
 45. Sakuyama A, Ito O, Sakata Y, Kohzuki M. Effects of exercise training on renin-angiotensin system in the kidney of Dahl salt-sensitive rats. 8th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (国際学会), 2014.6.1-5, (Cancun, Mexico)
- [図書](計0件)
- [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

伊藤 修 (ITO OSAMU)
東北大学・大学院医学系研究科・准教授
研究者番号：00361072

(2) 研究分担者

森 信芳 (MORI NOBUYOSHI)
東北大学・大学院医学系研究科・非常勤講師
研究者番号：50464790

上月 正博 (KOHZUKI MASAHIRO)
東北大学・大学院医学系研究科・教授
研究者番号：70234698

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()