

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500638

研究課題名(和文)腎機能障害患者への電気刺激及び運動療法の有効性の確立

研究課題名(英文)Effects of a Renal Rehabilitation Exercise Program in Patients with CKD

研究代表者

三浦 美佐(MIURA, Misa)

筑波技術大学・保健科学部・准教授

研究者番号：30612014

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：近年の血液透析療法の進歩により、長期間の生存が可能となった一方で、腎機能障害者の運動耐容能自体は心不全患者や、呼吸不全患者の運動耐容能と同程度まで低下している。われわれは、平均年齢72.9才の腎機能障害者に対して、下肢の運動または微弱電気刺激を12週間行い、介入前後に運動群では上下肢筋力、運動負荷量、身体活動量、収縮期血圧や生化学検査結果に有意な改善が認められた。電気刺激群でも上下肢筋力、透析効率上昇、収縮期血圧の低下を認めたが、対照群では変化がなかった。したがって、運動または電気刺激は安全で効果的で、腎機能障害者の身体運動機能改善に有効であるが、それぞれ異なる作用があることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Hemodialysis patients show reduced physical function and greater risk of arteriosclerosis because of hypertension, metabolic disturbances, and vascular calcification. Meanwhile, exercise training in hemodialysis patients improves fitness, physical function, quality of life. This study aimed to determine whether aerobic training and electrical stimulation to skeletal muscles for 12 weeks could improve physical function and dialysis efficacy in patients with end-stage renal disease (ESRD). A total of 30 ESRD patients (18 males, 12 females; age: 72.9±7.7 years) were randomized to receive 12 weeks of aerobic training exercise, electrical stimulation to the lower limbs, or no specific intervention. In this study, the safety and efficacy of training and electrical stimulation were confirmed without sudden drop of blood pressure or any other side effects. Therefore, training might improve physical function with specific whole-body effects as well as local effects in ESRD patients.

研究分野：リハビリテーション科学

 キーワード：腎機能障害 血液透析 有酸素運動 微弱下肢電気刺激 身体機能改善 エルゴメータ運動 運動耐容
能 筋力

1. 研究開始当初の背景

- (1)研究開始当初、わが国の内部障害者の増加が著しく、中でも腎機能障害者の増加と血液透析導入者の増加は、大きな問題であった。それは国民医療費の上昇にも影響を及ぼしている。
- (2)腎機能障害者の運動機会の不足による運動耐容能低下は、本来もっている筋力・運動能を制限してしまうことが多く、心血管イベントリスクを高め、生存率を低下させる一因となっていた。
- (3)当時、透析患者に対する運動療法の効果が発表された。
- (4)原疾患の違いによる運動療法の効果の比較検討がなされた報告はなかった。

2. 研究の目的

腎機能障害者の代表格である慢性系球体腎炎透析患者と糖尿病性腎症透析患者で、微弱な下肢電気刺激と下肢エルゴメーターによる運動を行い、その有効性について比較検討をし、最も効果的な腎臓リハの科学的メニューを決定することを目的とした。また、血液透析中の運動または下肢電気刺激の効果を調べるに当たり、まずはその安全性を確認した後に実施した。

3. 研究の方法

- (1)倫理委員会の許可を得た後、被験者を集めた。
- (2)健常成人に対し、下肢電気刺激および腹部電気刺激、腹筋運動とスクワット運動が心臓自律神経機能に与える影響の検討を行い、その前後での安全性と効果について、比較検討をした。検討項目は、交感神経活動量・副交感神経活動量・自律神経総活動量とし、測定した被験者の心電図のR-R間隔から、各々を評価した。
- (3)下肢電気刺激または下肢エルゴメーターを開始する前に、腎機能障害者である被験者に対して運動耐容能測定や筋力測定、心機能、各種生化学検査を実施する。
- (4)被験者を3群に分け、透析中運動療法群、透析中電気刺激群、対象群(非運動・非電気刺激群)とした。運動療法や電気刺激条件は重度心不全患者で、われわれが過去に行った方法に準じて行った(Circ J 2006; 70: 75-82)。
- (5)透析中運動療法は下肢エルゴメーターを用いた下肢運動を行った。週2回で各回4時間の透析時間の開始後2時間以内に実施し始め、10~15分の運動と休憩を繰り返しながら実質運動時間60分間、12週間施行した。
- (6)透析中骨格筋微弱電気刺激は、週2回で各回4時間の透析時間の開始後2時間以内に実施し始め、両側の下筋(大腿と下腿)に最大径20cm楕円形のパットを2枚張り付け、1秒間に約10回の刺激を行い、20秒ごとに休止する条件下で行った。刺激の強さは不快や痛みを感じない微弱な範囲に調節した。なお

微弱電気刺激は、透析時間のうちの60分間行った。

- (7)介入12週間後に被験者に対して運動耐容能測定や筋力測定、心機能、各種生化学検査を実施し、介入期間前後でこれらの結果を比較検討した。また上記内容にしたがって、慢性系球体腎炎透析患者と糖尿病性腎症透析患者で運動療法または電気刺激を行い、効果を比較検討した。

4. 研究成果

(1)腹筋運動と腹部電気刺激が自律神経機能に与える影響の比較

健常者においては腹部電気刺激前後で交感神経活動に差は認められなかったが、副交感神経活動の増加($p<0.05$)を認め、腹筋運動では、交感神経活動の低下($p<0.05$)を認めた。その他の群では、有意な変化は認められなかった。また全被験者において大きな問題なく電気刺激プロトコルを終了しえたこと、運動と同等以上に副交感神経活動改善効果を認めた。したがって人工透析中の電気刺激療法の安全性の確認ができた。このデータの一部は、Proceedings of the 7th Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (ISPRM)他に発表をした。

(2)血液透析患者と非血液透析者での運動耐容能と心臓自律神経活動の比較

被験者に対する運動耐容能測定の結果では、非腎機能障害者>腎機能障害者>HDの順の差が認められた。心臓自律神経活動は、持続的交感神経活動が腎機能障害者>非腎機能障害者>HDの順で、交感神経活動は腎機能障害者>HD>非腎機能障害者の順で差が認められ、副交感神経活動と自律神経総活動量は非腎機能障害者>腎機能障害者>HDの順に差が認められた。ゆえに腎障害が重度なほど運動耐容能は低く、運動耐容能は改善しなかった。他方、交感神経活動のみは緊張していた。ゆえに、HDは運動療法で運動耐容能を改善させ、交感神経活動を抑制することが肝要なことが示唆された。

(3)血液透析中の運動療法や下肢電気刺激の影響

被験者に対してHD中に、週2回の運動または電気刺激を12週間継続し、介入前後の身体機能に与える影響を比較検討した。平均年齢 71.7 ± 8.9 歳のHD患者30名を、運動群14名、電気刺激群6名、および対照群10名に振り分けて実施した。介入前後で、血液検査値、貧血因子、透析効率、栄養状態、血圧、身体運動機能、身体活動量測定を実施した。その結果、介入前後に運動群では収縮期血圧、CRP、LDL、透析効率に有意な低下($p<0.05$)が認められ、電気刺激群では透析効率上昇と収縮期血圧の低下($p<0.05$)を認め、対照群では変化がなかった。運動群では上下肢筋力、運動負荷量、身体活動量が改善し($p<0.05$)、電気刺激群では下肢筋力と身体活動量が改

善した ($p < 0.05$)。対照群には変化が認められなかった。その他のパラメータは、全群で変化は認められなかった。このことにより、運動と電気刺激は、HD 患者の身体運動機能改善に有効であるが、それぞれ異なる作用があることが示唆された。

また、糖尿病性腎症 HD 患者と慢性糸球体腎炎 HD 患者に分けて解析したところ、運動と電気刺激による改善効果は、運動耐容能、筋力で慢性糸球体腎症でより効果的に現れることがわかった ($p < 0.05$)。糖尿病性腎症では、血清脂質の改善がより効果的に現れた ($p < 0.05$)。したがって、疾患別による腎臓リハビリテーションプログラムは、有効であ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 10 件)

1. 三浦美佐, 伊藤 修. 透析患者における転倒対策. 臨床透析 30:1259-1266, 2014 (査読有)
2. 金 珉智, 伊藤 修, 三浦美佐, 柿花隆昭, 森 信芳, 長坂 誠, 海老原覚, 赤松大二郎, 上月正博. 血行再建術の適応外と判断された PAD 患者の歩行能力と健康関連 QOL に対する運動療法の効果. Asian Journal of Human Services 6: 47-58, 2014 (査読有)
3. Miura M, Tanaka N, Nagasaka M, Iguchi M, Ito O, Kohzuki M. Effects of electrical stimulation of the abdomen in inactive elderly patients with chronic indwelling urinary catheters. NTUT Education of Disabilities 12: 11-13, 2014 (査読無)
4. Kohzuki M. Classification of the physical disabilities and actual conditions of visceral impairment in Japan. Asian Journal of Human Services, 6: 125-137, 2014 (査読有)
5. Miura M, Ito O, Nagasaka M, Kohzuki M. Effects of electrical stimulation to skeletal muscle and exercise on the autonomic nervous activity. Proceedings of the 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine.192, 2013 (査読有)
6. Miura M, Nagasaka M, Ito O, Kawai Y,

Kohzuki M. Short term and long term effects of lower body positive pressure (LBPP) exercise for late elderly patients. Proceedings of the 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine.139-140, 2013 (査読有)

7. Tanaka N, Miura M, Nagasaka M, Iguchi M, Ito O, Kohzuki M. Electrical stimulation to the abdomen preserves activities of the elderly with chronic indwelling urinary catheters. Proceedings of the 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine. 208, 2013 (査読有)
8. Jia T, Miura M, Ito O, Nagasaka M, Rong R, Kohzuki M. Effect of music therapy and combination therapy on the autonomic nervous activity. Proceedings of the 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine. 209, 2013 (査読有)
9. Kohzuki M, Dobsak P, Nagasaka M, Sakata Y, Ito O. Electrical stimulation of skeletal muscles and aerobic training in patients with heart failure. Proceedings of the 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine. 63-64, 2013 (査読有)
10. Kohzuki M, Sakata Y, Mori N, Ebihara S, Ito O. Renal rehabilitation in patients with chronic kidney disease. Proceedings of the 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine. 5-6, 2013 (査読有)

[学会発表](計 15 件)

1. 三浦美佐, 上月正博, 松下昌之助, 平山 暁, 坂田佳子, 伊藤 修. 腎機能障害者の心臓自律神経活動と運動耐容能の比較. 第 1 回呼吸・心血管・糖尿病理学療法学会合同学術集会 2014.12.21(JA 共済ビルカンファレンスホール(東京都千代田区))
2. 三浦美佐, 上月正博, 伊藤 修, 松下昌之助. 腎機能障害者の心臓自律神経活動と運動耐容能の比較. 第 20 回日本心臓リハビリテーション学会, 2014.7.19-20(京都市勧業館みやこめっ

せ(京都府京都市))

3. Miura M, Kohzuki M, Sakata Y, Ito O, Hirayama A, Matsushita S. Effects of aerobic training on exercise tolerance and the autonomic nervous activity in patients with chronic kidney disease. Asian Preventive Cardiology & Cardiac Rehabilitation Conference 2014.11.6-9 (Hong Kong)
 4. 三浦美佐, 上月正博, 伊藤 修, 長坂 誠, 木下裕光, 河合康明. 後期高齢者に対する下肢陽圧式免荷歩行装置による運動療法の効果. 第 51 回日本リハビリテーション医学会, 2014.6.5-7(名古屋国際会議場(愛知県名古屋市))
 5. 伊藤 修, 柿花隆昭, 三浦美佐, 田澤 泰, 大山千佳, 鈴木文歌, 高橋珠緒, 坂田佳子, 森 信芳, 海老原覚, 上月正博. 中等症以上の末梢動脈患者の運動 耐容能に対する運動療法の効果:自転車エルゴメータ CPX による検討. 第 51 回日本リハビリテーション医学会, 2014.6.5-7(名古屋国際会議場(愛知県名古屋市))
 6. 伊藤 修, 三浦美佐, 柿花隆昭, 田澤 泰, 大山千佳, 鈴木文歌, 高橋珠緒, 坂田佳子, 森 信芳, 海老原覚, 上月正博. 中等症以上の末梢動脈患者の歩行 能力と健康関連 QOL に対する運動療法の効果. 第 51 回日本リハビリテーション医学会, 2014.6.5-7(名古屋国際会議場(愛知県名古屋市))
 7. Jia T, Sakata Y, Miura M, Kohzuki M. Effects of music and exercise combination on cardiac autonomic nervous system. 8th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine 2014.6.1-5(Cancun, Mexico)
 8. Ito O. Beneficial effects of exercise training in cardio-renal syndrome. International Symposium for 50th Anniversary of Japanese Association of Rehabilitation Medicine 2014.4.19 (Tokyo, Japan)
 9. 三浦美佐, 櫻庭 陽, 松下晶之助, 平山 暁, 石塚和重, 伊藤 修, 上月正博. 血液透析患者と非血液透析者での運動 耐容能と心臓自律神経活動の比較. 第 4 回日本腎臓リハビリテーション学会, 2014.3.29-30(福岡国際会議場(福岡県福岡市))
 10. Miura M, Ito O, Nagasaka M, Kohzuki M. Effects of electrical stimulation to skeletal muscle and exercise on the autonomic nervous activity. 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine 2013.6.16-20(Beijing, China)
 11. Miura M, Kohzuki M, Ito O, Nagasaka M, Seki K, Handa Y. Surface Electrical stimulation to the abdomen improves motor performances in the inactive elderly. 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine 2013.6.16-20 (Beijing, China)
 12. Miura M, Nagasaka M, Ito O, Kawai Y, Kohzuki M. Short-term and long-term effects by the exercise using lower body positive pressure-bearing walking machine for late-stage elderly patients. 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine 2013.6.16-20(Beijing, China)
 13. Tanaka N, Miura M, Nagasaka M, Ito O, Kohzuki M. Electrical muscle stimulation to the abdomen preserves motor performance for the bladder urethral catheter long-term custody impotence patients. 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine 2013.6.16-20 (Beijing, China)
 14. Jia T, Miura M, Ito O, Rong R, Kohzuki M. Effect of music therapy and combination therapy on the autonomic nervous activity. 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine 2013.6.16-20 (Beijing, China)
 15. Kohzuki M, Ito O. Renal Rehabilitation in Japan. 7th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine 2013.6.16-20 (Beijing, China)
6. 研究組織
(1)研究代表者
三浦 美佐 (MIURA, Misa)
筑波技術大学・保健科学部・准教授
研究者番号: 30612014

(2)研究分担者

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

上月 正博 (KOHZUKI, Masahiro)

東北大学・医学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号： 70234698

長坂 誠 (NAGASAKA, Makoto)

東北大学・医学(系)研究科(研究院)・臨床准教授

研究者番号： 70375062