

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19500460

研究課題名 (和文) 血液透析治療時間内における運動療法介入の安全性と長期介入効果

研究課題名 (英文) Improvements of motor functions and activities of daily living in chronic renal failure patients receiving a 3-month exercise training program during hemodialysis sessions

研究代表者

松永篤彦 (MATSUNAGA ATSUHIKO)

北里大学・医療衛生学部・教授

研究者番号：00286387

研究成果の概要 (和文)：維持血液透析患者の多くは、運動機能や日常生活活動 (activities of daily living : ADL) が著しく低下しているため、定期的な運動療法が必要とされているが、週 3 回の血液透析治療による時間的制限があるなど、未だ効果的な介入方法は確立されていない。そこで、本研究は、外来通院している維持血液透析 (HD) 患者を対象に、1) 血液透析期間と身体活動量の関係、2) 運動機能と日常生活動作 (ADL) の特性、3) 非透析日における運動療法 (在宅トレーニング) が運動機能に及ぼす効果、および 4) 血液透析時間内に実施される運動療法の安全性と長期効果を検討した。その結果、1) では HD 患者 (対象 73 症例) の身体活動量は加齢に伴い減少し、運動機能はその影響を受けて低下するが、その低下率は血液透析期間が長くなると大きくなることが認められた。2) では HD 患者 (対象 102 症例) の運動機能は地域在住者 (健常者) と比べて約 7 割に低下し、ADL のうち約 5 割の者が移動中に困難感を感じていることが認められた。3) の研究 (対象 44 例) では、患者の運動機能の改善が得られたが、運動継続のためのエフィカシーを改善するには至らなかった。さらに主題である 4) の研究 (対象 5 症例) では、血液透析治療開始後の 30 分以内で実施する運動療法は安全であり、運動機能や ADL の向上に有効な介入法であることが認められた。3) の主研究では、血液透析治療日以外の在宅における運動療法の効果を検討したが、自己管理による運動実施の継続は困難であり、4) の研究で検討した透析治療中の運動療法を実施することが運動習慣を高めるなど、HD 患者の疾患管理を含めた有用な介入手段となることが示唆された。

研究成果の概要 (英文) : Advances in medical treatment and hemodialysis (HD) therapy have increased the life expectancy of patients with chronic renal failure on HD, and now, improvements in the motor functions and quality of life (QOL) of these patients are being sought, to allow these patients to lead more fulfilling social lives. We sought to confirm 1) the relation between physical function and the duration of HD treatment, 2) the characteristics of physical function and activity of daily living in patients with chronic renal failure who have regularly received HD therapy, 3) the effectiveness of home-based exercise training on physical function and self-efficacy, and 4) the safety and effectiveness, especially for elderly patients, of exercise training during HD sessions as one of the methods of improving motor functions and QOL for patients on maintenance HD. Findings of research 1 and 2 revealed that physical function and ADL scores of HD patients gradually decline with the prolongation of HD duration. In research 3, findings suggested that a home-based exercise training was an effective program to improve motor function, but also to prevent deterioration of their QOL. In main research 4, a 3-month exercise training program was undertaken during the HD sessions in 5 elderly patients with chronic renal failure on maintenance HD. The patients exercised in their beds using a stationary cycle ergometer three times a week, during their routine HD sessions. There

were no exercise-induced adverse events in any patient throughout the 3-month exercise training period. Laboratory and echocardiographic examination did not demonstrate significant changes in any patient after the exercise training period. On the other hand, significant improvements were observed in the motor functions, as assessed by the peak oxygen consumption, motor function, and also on ADL scores, after the exercise training period. In conclusion, exercise training during HD sessions appears to be a safe and effective intervention for improving motor functions and QOL in elderly HD patients.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学，リハビリテーション学科・福祉学

キーワード：医療福祉，血液透析，リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

近年，透析医療技術の進歩により，維持血液透析（HD）患者の生命予後は飛躍的に改善している。このため，HD患者に対する治療のアウトカムは日常生活動作（ADL）や生活の資（QOL）の向上に焦点が向けられるようになった。しかし，HD患者特有の痛み，搔痒感および治療後の疲労感に対する評価とその介入効果に関する報告は散見されるものの，ADLを規定すると考えられている運動機能，身体活動量，さらには運動療法の効果的な介入法に関する研究は極めて少ないのが現状である。とくに，HD治療導入後の期間は長期化しており，HD患者の身体活動量低下に伴う弊害が懸念されている。

2. 研究の目的

透析クリニックに外来通院している維持血液透析（HD）患者を対象に，1）血液透析期間と身体活動量の関係，2）運動機能と日常生活動作（ADL）の特性，3）非透析治療日の運動療法（在宅トレーニング）の効果，および4）血液透析時間内に実施する運動療法の安全性と長期効果を検討した。

3. 研究の方法

(1) 研究1：透析期間と身体活動量

①対象：外来通院している維持透析患者のう

ち，運動機能の測定が可能であった73例（男性19例，女性54例，平均年齢62±11歳）を対象とした。さらに透析期間によって，A群（5年未満，27例），B群（5年以上15年未満，28例）およびC群（15年以上，18例）に分類した。

②測定項目：透析期間，年齢，dry weight，併存症，ヘマトクリット値，ヘモグロビン値，アルブミン値，ADLスコア（日本語版，Kidney Disease Quality of Life Short Form: KDQOL-SFの身体機能を採用），身体活動量および運動機能とした。身体活動量は多メモリー加速度測定装置付き歩数計（Life Corder, SUZUKEN）を用いて，1週間の歩数と消費カロリーを測定した。運動機能は，下肢の柔軟性と膝伸展筋力を測定した。

③解析：目的変数を運動機能の項目，説明変数を透析期間，共変量を年齢，ヘマトクリット値，アルブミン値および身体活動量とした共分散分析を行い，運動機能に影響を与える因子（関係）を透析期間を考慮に入れて検討した。

(2) 研究2：運動機能とADLの特性

①対象：週3回のHD療法を受けている通院HD患者のうち，本研究の趣旨に対して同意が得られた102例（男性34例，女性68例，年齢65±9歳，HD期間9.7±7.6年）を対象とした。また，地域に在住する同年代の

健常者 20 例を対照者として採用した。

②測定項目：年齢、性別、HD 期間、身長、体重、body mass index、血清アルブミン値、ヘモグロビン値、および併存疾患保有数を診療録より調査した。運動機能は下肢筋力の指標として等尺性膝伸筋力、歩行能力として 10m 最大歩行速度、バランス能力の指標としてファンクショナルリーチを測定した。身体活動量は研究 1) と同様とした。ADL については表 1 に示す項目を基本動作、歩行動作および階段動作の自立度と自覚的困難感 (1 点「できない」、2 点「とても困難」、3 点「やや困難」、4 点「やや楽だ」、5 点「とても楽だ」の 5 段階) を調査した。

表 1 移動動作評価表

基本動作	椅子から立ち上がる
	床から立ち上がる
	床へ座る
歩行動作	歩行 (100m)
	歩行 (300m)
	歩行 (600m)
	歩行 (1km)
	早歩きする (20m)
階段動作	階段昇る (2階まで)
	階段昇る (3階まで)
	階段降りる (2階から)
	階段降りる (3階から)

③解析：運動機能については、地域在住の健常者を 100 とした時の割合で評価した。また、ADL については、各評価項目について自覚的困難感の割合を算出した。

(3) 研究 3：非透析治療日の運動効果

①対象：週 3 回 HD 療法を受けており、本研究の趣旨に対して同意が得られた外来 HD 患者 44 例 (男性 10 例、女性 34 例、年齢 63 ± 12 歳) を対象とした。さらに、6 週間の運動療法を非透析治療日に在宅で実施可能であった運動群 (24 例) と非運動群 (20 例) に分類した。

②測定項目：測定項目は研究 1 と 2 に加えて、日常生活の身体活動を自ら実施する自信度 (セルフエフィカシー) を評価した。

③運動療法：在宅で実施可能な自重を用いたスクワットならびにゴムチューブを用いた elastic resistance training を上肢ならびに下肢筋群に対して実施した。なお、運動強度や回数は週 1 回、外来にて担当理学療法士が個別に評価し指導した。

④解析：運動群と非運動群の運動機能とセルフエフィカシーの推移を分散分析を用いて比較検討した。

(4) 研究 4：透析治療時間内の運動療法効果

①対象者：採用基準は、1 年以上の透析治療

を経験しているもの、心不全を合併していない者、下肢にシャントを増設していない者、および下肢の運動を妨げる整形外科疾患を有していない者とした。また、12 週間にも及ぶ運動療法の参加に同意が得られた者 (30 例) を採用したが、12 週間に治療内容が変化した者、運動療法とは直接関係のない理由により運動の継続が一時中断した者はすべて除外した。なお、2009 年度は新型インフルエンザが研究施設で発生したため、多くの採用患者から運動療法の中止の申し入れがあり、12 週間の運動療法を完遂可能であったものは表 2 に示す 5 例のみであった (表 2)。

表 2 研究 4 の対象者のプロフィール

	症例1	症例2
年齢(歳)	75	65
性別	男性	男性
身長(cm)	166.0	173.0
ドライウエイト(kg)	59.0	74.8
Body mass index(kg/m <sup>2</sup> )	21.4	25.0
透析期間(月)	31	25
原疾患	糖尿病性腎症	多発性嚢胞腎
合併症、既往歴	2型糖尿病 腰痛症	内腸骨動脈瘤に対し 人工血管置換術
定期的な運動習慣	なし	月に数回ゴルフ
日常の身体活動量(歩数)	2820	9701
日常生活活動の自立度	自立	自立
日常生活活動の困難感	歩行時に息切れや 疲労感	長距離歩行時に 疲労感

	症例3	症例4	症例5
年齢(歳)	62	66	76
性別	男性	女性	男性
身長(cm)	173.0	153.0	149.0
ドライウエイト(kg)	71.0	36.7	40.3
Body mass index(kg/m <sup>2</sup> )	23.7	15.7	18.2
透析期間(月)	116	62	39
原疾患	不明	糖尿病性腎症	不明
合併症、既往歴	頸椎症 腰痛症	2型糖尿病 高血圧症	高血圧症 脳梗塞 頸椎ヘルニア
定期的な運動習慣	なし	なし	なし
日常の身体活動量(歩数)	1007	8148	2690
日常生活活動の自立度	自立	自立	自立
日常生活活動の困難感	短距離歩 行でも 息切れ、 疲労感	階段昇降時に 疲労感	短距離歩 行でも 疲労感

②測定項目：患者の背景因子は研究 1~3 の項目に心機能 (心エコー) 検査所見を加えた。運動機能については、運動処方内容を客観的に評価するために、呼気ガス分析を用いて測定を行い、運動時の酸素摂取量を追加して測定した。また、QOL として、Medical Outcomes Study 36-Item Short Form Health Survey version 2 (SF-36v2) を採用し、身体的側面の評価 (Physical component score) を算出した。さらに、Transtheoretical Model を用いて、運動習慣の推移を評価した。また、運動療法の安全性を検討する目的で、運動中の血圧、心拍数および経皮的動脈血酸素飽和度を評価した。

③血液透析治療時間内の運動療法：運動様式は自転車エルゴメータを採用した（図 1, Cycla, Kinetec France）. 図 1 の機器は, watts 数を個別に設定可能である. なお, 透析治療時間内に実施するため, リクライニングベッドに固定するための器具を独自に作成し（酒井医療株式会社 製作, 図 2, 図 3）, すべての患者に個別にセッティングした（図 4）. 運動処方は無酸素性作業閾値以下の強度, 運動時間は最高 30 分/回, 頻度は週 3 回とし, 実施（介入期間）は連続 3 か月とした.



図 1 Cycla, Kinetec France

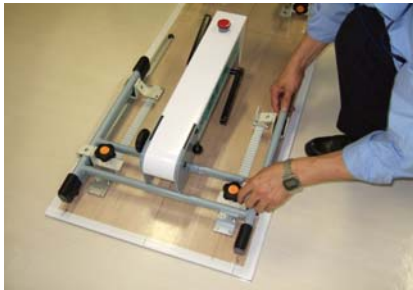


図 2 Cycla の固定機器（酒井医療）



図 3 Cycla をベッドに固定した様子



図 4 運動療法の実際の風景

④解析方法：運動中のバイタルサインを記録し, 変化を評価した. すべての効果指標に関する項目について, 運動療法介入前と介入後で比較した.

#### 4. 研究成果

##### (1) 研究 1：透析期間と運動機能

HD 患者の身体活動量は加齢によって低下するが, 透析期間が長くなるとその低下率は大きくなる（図 5）. さらに, 身体活動量の低下に伴って, すべての運動機能は低下し, とくに C 群（15 年以上）となるとその低下率は著しいことが認められた.

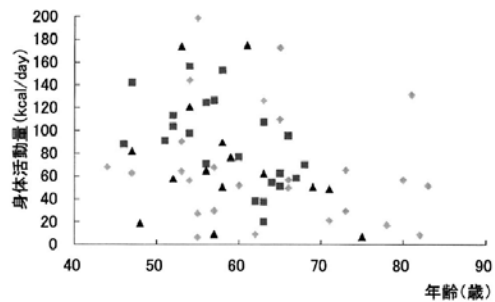


図 5 年齢と身体活動量の関係（◆：A 群, ■：B 群, ▲：C 群）

##### (2) 研究 2：運動機能と ADL の特性

##### 図 6 運動機能の特性（健常者を 100 とする）

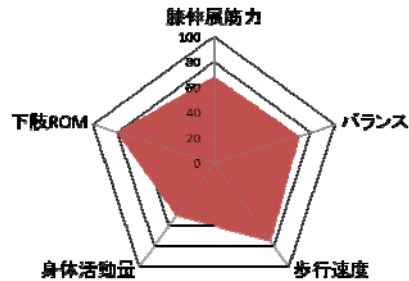


図 7 ADL の特性（移動動作における困難感）

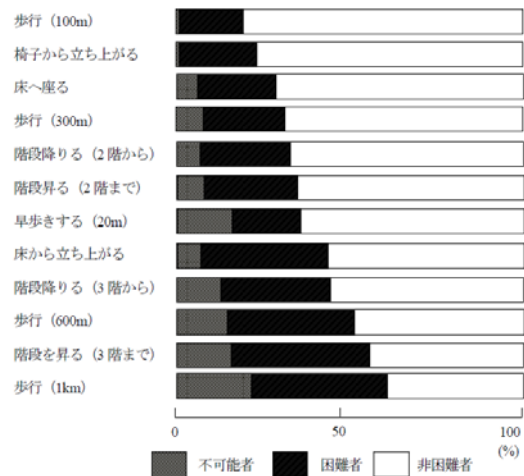


図 6 に HD 患者の運動機能と身体活動量の



レーダーチャートを示した。運動機能は健常者の7~8割に低下し、身体活動量は5割と著しく低下していた。

図7にADL, つまり移動動作時の自覚的困難感の割合を示した。とくに, 600m以上の歩行となると, 約半数が自覚的に困難と感じていることが認められた。

(3) 研究3: 非透析治療日の運動効果

運動群の運動機能は運動療法介入後に有意に増加したのに対して, 非運動群は変化を示さなかった(図8)。なお, セルフエフィカシーについては, 運動群においても改善は見られなかった。このことから, 非透析日(在宅のみ)の運動だけでは運動の習慣化を図ることは困難であると考えられた。

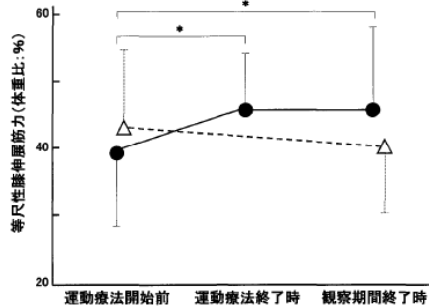


図8 非透析日の運動療法の効果 (●: 運動群, △非運動群)

(4) 研究4: 透析治療時間内の運動療法効果

図9は症例1の血液透析治療中に運動療法を実施した際のバイタルサインの推移を非運動療法時と比べたものである。血液透析治療中に運動療法を実施しても, バイタルサインの変化はなく, 血压に関してはむしろ安定していることが認められた。なお, 他の症例2~5についても同様の結果が得られている。

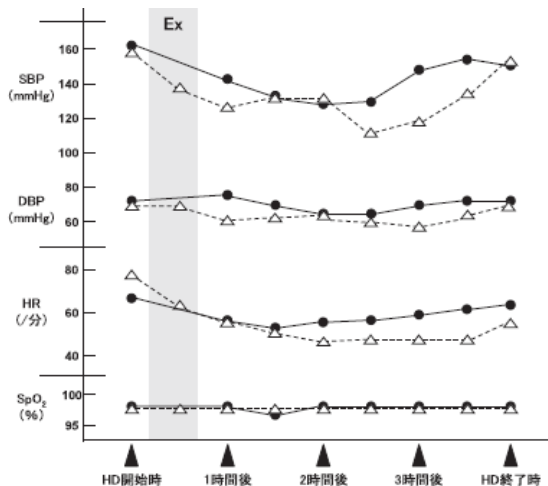


図9 運動療法施行時のバイタルサインの推移 (●: 運動療法施行時, △: 運動療法非施行時, SBP: 収縮期血圧, DBP: 拡張期血圧, HR: 心拍数, SpO2: 動脈血酸素飽和度)

心機能検査所見(左室拡張末期径, 左室収縮末期径, 左室駆出率)には変化は認められなかった。長期(3ヵ月)間の運動療法継続による運動機能の結果を図10~12に示した。最高酸素摂取量(図10), 筋力(図11)およびバランス機能を示す片脚立位時間は全症例において改善を示した。

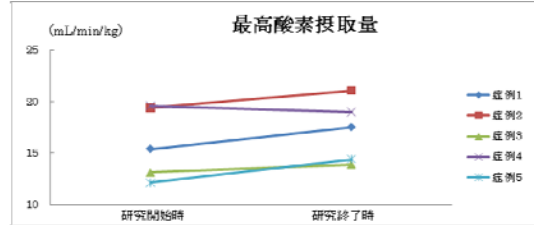


図10 最高酸素摂取量の変化

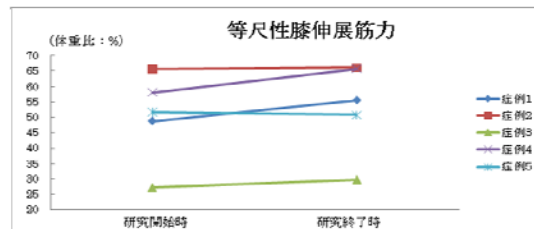


図11 膝伸筋筋力の変化

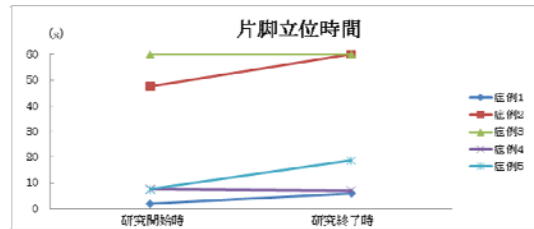


図12 片脚立位時間の変化

図13にQOL, 図14にセルフエフィカシー, 図15に運動の習慣化を表す trans-theoretical modelの結果を示した。QOLのうち身体的側面を示すスコアは5例中3例が改善を示した。セルフエフィカシーは5例中4例が改善を示した。研究3の結果ではセルフエフィカシーの改善には至らなかったが, 透析治療中に実施する頻回で監視型の運動療法では効果が認められた。さらに, 運動の習慣化の指標である transtheoretical modelは症例1は既に満点の5点を示していたが, 他の3点以下であった症例はすべて改善を示した。

以上, 研究1~4をまとめると, HD患者の生命予後は改善している反面, 透析期間の長期化と高齢化が進んでおり, 身体活動量の慢性的な減少に伴う運動機能の低下とADLの制限が認められた。これらの問題に対する治療介入として, 非透析治療日における運動療法(在宅トレーニング)を実施したが, 運動機能を改善できても運動に対する自信や日常生活活動の向上, さらには運動習慣の改善までには至らなかった。一方, 透析治療中に実施する運動療法は安全であり, 運動機能の改

善だけでなく、QOL や運動に対するセルフエフィカシーを改善させ、運動を習慣化させることが認められた。このことから、透析治療時間内に実施する運動療法は、HD 患者の身体活動量の低下を防ぐ有用な治療法の一つと考えられた。

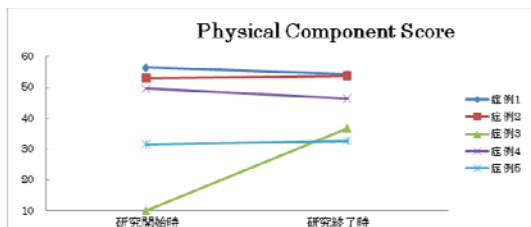


図 13 QOL (SF-36) の変化

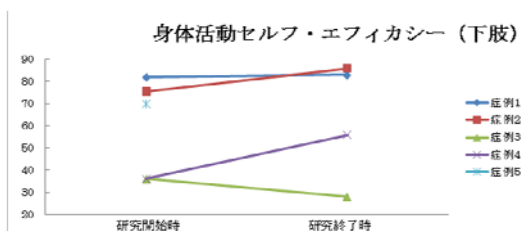


図 14 セルフエフィカシーの変化

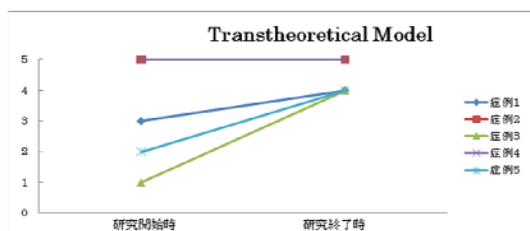


図 15 Transtheoretical Model の変化

## 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 8 件)

- ① 小澤哲也, 松永篤彦 (員数 9, 2 番), 維持血液透析患者の移動動作時の自覚的困難さに注目した疾患特異的移動動作評価表の開発, 日本透析医学会雑誌, 査読有, 2010, 印刷中
- ② 小澤哲也, 松永篤彦 (員数 10, 2 番), 維持血液透析患者に対する自覚的困難さに注目した移動動作評価表の信頼性と妥当性の検討, 理学療法学, 査読有, 37 巻, 2010, 193-200
- ③ Toshiki Kutsuna, Atsuhiko Matsunaga (員数 11, 2 番), Physical activity is necessary to prevent deterioration of the walking ability of patients undergoing maintenance hemodialysis, Therapeutic Apheresis and Dialysis, 査読有, Vol.14, 2010, 193-200

- ④ 忽那俊樹, 松永篤彦 (員数 12, 3 番), 維持血液透析患者の身体活動セルフ・エフィカシーに対する運動療法の介入効果について, 日本透析医学会雑誌, 査読有, 41 巻, 2008, 489-495
- ⑤ 忽那俊樹, 松永篤彦 (員数 9, 2 番), 血液透析時に実施した 3 ヶ月間の運動療法によって運動機能と QOL の改善が得られた 2 例, 日本透析医学会雑誌, 査読有, 40 巻, 2007, 789-797

[学会発表] (計 9 件)

- ① Atsuhiko Matsunaga (員数 8, 1 番), Development of a questionnaire for assessing perceived difficulty in performing activities of daily living related to lower-limb function in ambulatory hemodialysis patients, 5<sup>th</sup> World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, (2009 年 6 月 13-17 日, イスタンブール, トルコ)
- ② Kutsuna T, Matsunaga A (員数 8, 2 番), Physical activity level necessary to prevent deterioration of motor function and QOL hemodialysis patients American College of Sports and Medicine's 55th Annual Meeting, (2008 年 5 月 29 日, 米国, インディアナポリス, インディアナ州)
- ③ Ozawa T, Matsunaga A (員数 8, 2 番), Factors influencing perceived difficulty in performing activities of daily living in ambulatory hemodialysis patients. World Physical Therapy. 10<sup>th</sup> International congress of the Asian Confederation for Physical Therapy, (2008 年 9 月 29 日, 千葉, 日本)

[図書] (計 0 件)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

松永 篤彦 (MATSUNAGA ATSUHIKO)  
北里大学・医療衛生学部・教授  
研究者番号: 00286387

### (2) 研究分担者

渡邊 裕之 (WATANABE HIROYUKI)  
北里大学・医療衛生学部・講師  
研究者番号: 40348602  
小倉 彩 (OGURA MISAO)  
北里大学・医療衛生学部・助教  
研究者番号: 10337991