

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：82674

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700774

研究課題名(和文)超音波画像解析による高齢者の大腿四頭筋の形態的特徴の分類と新たな筋評価指標の開発

研究課題名(英文)Assessment of feature of the quadriceps muscle in community-dwelling older people by using ultrasound

研究代表者

河合 恒(Kawai, Hisashi)

地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター(東京都健康長寿医療センター研究所)・東京都健康長寿医療センター研究所・研究員

研究者番号：50339727

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円、(間接経費) 570,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、超音波画像計測による筋厚や筋エコー強度(EI)によって、高齢者の運動器リスクやサルコペニア評価に用いることのできる新たな指標を検討することを目的とした。地域在住高齢者男女913名の大腿四頭筋の超音波画像を記録し、大腿筋厚、大腿EIを測定した。これらの指標と基本チェックリストによる運動器リスクや、筋肉量、膝伸展筋力、歩行速度などのサルコペニア関連指標との関係を検討した。大腿筋厚、大腿EIは運動器リスク発生と横断的な関連を認めたものの、縦断的には関連を認めなかった。しかし、将来的な筋肉量減少に対しては有意な関連を認め、サルコペニアの簡易スクリーニングには活用できる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to investigate novel measures by quadriceps muscle thickness (MT) and echo intensity (EI) obtained from ultrasound, which can assess the risk of motor functional deterioration or sarcopenia among community-dwelling older people. Ultrasound images of quadriceps muscles were recorded in 913 community-dwelling older people, and MT and EI were measured. Relationships between these ultrasound measures and the risk of motor functional deterioration by "Kihon Check-list" or sarcopenia, such as skeletal muscle mass (SMM), knee extension strength and gait speed, were examined by a cross-sectional and a longitudinal analysis. Although MT and EI were correlated with the risk of motor functional deterioration in the cross-sectional analysis, those were not correlated in the longitudinal analysis. However, MT was correlated with the future decrease of SMM. It may be possible to utilize this for the simple screening of sarcopenia.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：超音波 サルコペニア 運動器 高齢者 大腿四頭筋

1. 研究開始当初の背景

(1) 超音波画像による筋機能評価の意義

加齢による筋萎縮(サルコペニア)は、高齢者の下肢筋力の低下をもたらす、生活機能低下の原因となる。従って、筋量の減少や下肢筋力低下を介護予防事業や在宅など的高齢者の身近な場所において、適切に評価し、早期に対処していくことが重要である。しかし、下肢筋力や筋量の測定は安全性や計測機器が高価であるなどの問題から、介護予防事業や在宅で手軽に使用することはできなかった。これに対して、超音波画像計測装置は、小型のものが開発され、安全で簡便な筋機能評価に活用できる可能性が注目されていた。

(2) 学術的背景

超音波画像計測装置から得られた大腿四頭筋の筋厚が膝伸展筋力と相関するということについては、数多くの報告があった。しかし、高齢者においては、筋厚は筋力と相関はあるものの寄与率が低く、この理由として、高齢者では筋の繊維化が進行している場合があるためと考えていた。

筋の繊維化の状態を、超音波画像から定量する方法としては、エコー強度による評価があり、既に、高齢者の大腿四頭筋をこれにより評価した研究があった。しかし、筋厚とエコー強度を合わせても、膝伸展筋力推定への寄与率はそれほど高くはなく、依然として、高齢者において超音波画像計測のみからの膝伸展筋力の予測は困難な状況であった。

このような状況に対して、研究代表者は、高齢者の大腿四頭筋の超音波画像を観察するなかで、筋の繊維化をいくつかのパターンに分類することで、運動器リスクやサルコペニアを精度よく予測することができるのではないかと考えていた。このためには大規模集団にてエコー強度を評価し、将来的な各リスク発生との関係を分析する必要があった。

2. 研究の目的

本研究では、地域在住高齢者の大規模集団において、大腿四頭筋部の超音波画像から筋厚(大腿筋厚)、エコー強度(大腿EI)を測定し、追跡調査による運動器リスクやサルコペニア発生との関係を調べることで、超音波画像による指標からこれらのリスクの予測が可能か検討した。

3. 研究の方法

(1) 被検者

被検者は、平成23年度の包括的な生活機能検査「お達者健診2011」の受診者であった。受診者は、東京都板橋区のうち9地区に在住する65歳~84歳の男女全員を抽出し、施設入居者や過去の健診受診者を除外した6,699名に対して案内状を発送し募集した。913名がこの健診を受診した(ベースライン調査)。

ベースライン調査から1年後の平成24年

度と2年後の平成25年度に追跡のための健診を実施した(追跡調査)。

ベースライン調査における対象者の性・年齢階級の分布を表1に、年齢、身長、体重の平均値および標準偏差を表2に示す。

表1 被検者の性・年齢階級の分布

| 性別 | | 65~69歳 | 70~74歳 | 75~79歳 | 80~84歳 | 合計 |
|----|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| 男性 | 人 | 90 | 105 | 112 | 56 | 363 |
| | % | 24.8% | 28.9% | 30.9% | 15.4% | 100.0% |
| 女性 | 人 | 143 | 206 | 127 | 74 | 550 |
| | % | 26.0% | 37.5% | 23.1% | 13.5% | 100.0% |
| 合計 | 人 | 233 | 311 | 239 | 130 | 913 |
| | % | 25.5% | 34.1% | 26.2% | 14.2% | 100.0% |

表2 被検者の年齢・身長・体重の平均値および標準偏差

| 性別 | 項目 | N | 平均値 | 標準偏差 | 範囲 |
|----|--------|-----|-------|------|---------------|
| 男性 | 年齢(歳) | 363 | 73.8 | 5.06 | 65 - 84 |
| | 身長(cm) | 363 | 163.1 | 6.07 | 142 - 182.5 |
| | 体重(kg) | 363 | 62.1 | 9.45 | 42.9 - 103.2 |
| 女性 | 年齢(歳) | 550 | 73.2 | 5.01 | 65 - 84 |
| | 身長(cm) | 550 | 150.8 | 5.60 | 135.1 - 165.3 |
| | 体重(kg) | 550 | 51.2 | 8.34 | 28.9 - 95.1 |

なお、本研究の参加者に対しては、「疫学研究に関する倫理指針」に基づき、研究の目的などについて明確に説明し、本人から書面による同意(インフォームドコンセント)を得た。また、データ収集を行った「お達者健診2011」については、所属機関の倫理委員会において審査され、承認を受けている。

(2) 各指標の測定

大腿筋厚

大腿筋厚を超音波計測装置(みるキューブ、グローバルヘルス社製)にて測定した。

測定では、対象者が椅子に座って膝関節を90度屈曲させた姿勢で、足を床につけて筋を弛緩させたときの膝蓋骨上縁から大腿骨の長軸に沿って15cm近位の大腿四頭筋部に、筋線維走行に垂直にプローブを当て、超音波画像を記録した。測定側は利き足または麻痺や痛みがなく強い力を出せる側とした。

記録された超音波画像を測定者がディスプレイ上で視察により皮下脂肪、筋膜、大腿骨を同定し、筋厚を0.1mmの精度で測定した。

大腿EI

超音波画像から、画像解析ソフトウェア(Adobe Photoshop Element 7.0)のグレースケール画像解析のヒストグラム機能を用い、大腿四頭筋部(大腿直筋・中間広筋)の平均輝度を大腿EIとして測定した(図1)。輝度は0(黒:低い)~255(白:高い)までの数値で表される。

皮下脂肪、筋膜の他、筋部の脂肪組織、筋が線維化した組織などの輝度は高く(白く)、筋部の筋や水分などの輝度は低く(黒く)映る。輝度が高い状態は、筋の繊維化が進行している状態を表す。輝度は測定装置の出力設

定により変動するため、任意単位の値である。

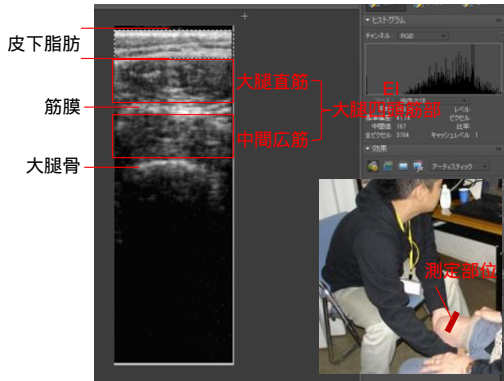


図 1 標準的な大腿前面の超音波画像の例と大腿 EI の測定画面

運動器リスクの該当・非該当

ベースライン調査、追跡調査において、基本チェックリストを自記式により実施し、厚生労働省の基準に従って運動器リスクの該当・非該当を判定した。追跡調査における該当者は、2 回いずれかの追跡調査で該当となった者をリスク該当者、いずれも非該当の者を非該当者とした。

サルコペニア関連リスクの判定

筋肉量、膝伸展筋力、通常歩行時間からサルコペニア関連リスクを判定した。

筋肉量：InBody720 (Biospace 社製) を用い、生体インピーダンス法による四肢筋肉量を求め、身長²で除して四肢 SMI (kg/m²) にて評価した。

膝伸展筋力：被験者に椅子で端座位姿勢をとらせ、下腿部を下垂させ膝関節を 90 度屈曲させた開始姿勢から、大腿筋厚測定と同じ側の等尺性最大膝関節伸展筋力を測定した。測定には専用のフレームに簡易型膝伸展筋力測定器 (IsoforceGT610S: OG 技研社製) を固定した装置を用いた。さらに、関節裂隙から、脛骨長軸上で筋力測定器の中央までの距離 (下腿長) を測定し、得られた力に下腿長を乗じて膝伸展トルク (Nm) を算出した。

通常歩行時間：予備路 3m ずつを開始と終了に設けた歩行路の中間の 10m の距離を被験者が普段歩いている速さで歩いたときの所要時間をストップウォッチにて計測した。

本研究参加者のデータより、性別下位 20% の値をカットオフとして、筋肉量減少、筋力低下、身体機能低下を定義し、運動器リスクと同様にいずれかの追跡調査で該当となった者を該当者とした。

筋肉量 (四肢 SMI): 男性<6.70 kg/m²、女性<5.37 kg/m²

膝伸展筋力(膝伸展トルク): 男性<62.20 Nm、女性<42.83 Nm

通常歩行時間: 男性>8.4 秒、女性>8.5 秒

(3) 統計解析

大腿筋厚、EI の性・年齢別の平均値、標準

偏差、4 分位値を求めた。

大腿筋厚、大腿 EI の年齢区分別の 4 分位をもとに対象者を 4 段階の区分に分け、ベースライン調査における運動器リスクの出現、追跡調査における運動器リスクの出現、サルコペニア関連リスクとの関係を² 検定にて検討したうえで、各リスク出現を従属変数、大腿筋厚、大腿 EI を独立変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った。

統計には IBM SPSS Statistics Version 19 を用い、有意水準は 5% とした。

4. 研究成果

(1) 性・年齢区分別の大腿筋厚および大腿 EI の分布

性・年齢区分別の大腿筋厚と大腿 EI の平均値、標準偏差、4 分位値を表 3、4 に示した。これらの値は、地域在住高齢者の基準値として用いることができる。

表 3 性・年齢区分別大腿筋厚の平均値・標準偏差・4 分位値 (mm)

| 性別 | 年齢区分 | N | 平均値 | 標準偏差 | 25%tile | 50%tile | 75%tile |
|----|--------|-----|------|------|---------|---------|---------|
| 男性 | 65～69歳 | 89 | 24.0 | 4.46 | 20.9 | 23.5 | 27.2 |
| | 70～74歳 | 103 | 24.8 | 5.89 | 21.1 | 24.4 | 28.0 |
| | 75～79歳 | 110 | 22.8 | 4.91 | 18.8 | 23.0 | 26.0 |
| | 80～84歳 | 55 | 21.9 | 6.44 | 17.2 | 21.2 | 26.4 |
| | 男性全体 | 357 | 23.5 | 5.44 | 19.9 | 23.4 | 27.0 |
| 女性 | 65～69歳 | 138 | 24.3 | 5.72 | 21.1 | 23.3 | 27.9 |
| | 70～74歳 | 205 | 24.1 | 6.07 | 19.2 | 24.0 | 27.6 |
| | 75～79歳 | 124 | 22.0 | 5.92 | 17.6 | 20.9 | 25.7 |
| | 80～84歳 | 73 | 21.0 | 5.68 | 16.3 | 20.8 | 24.8 |
| | 女性全体 | 540 | 23.2 | 6.01 | 18.9 | 23.1 | 27.3 |

表 4 性・年齢区分別大腿 EI の平均値・標準偏差・4 分位値

| 性別 | 年齢区分 | N | 平均値 | 標準偏差 | 25%tile | 50%tile | 75%tile |
|----|--------|-----|------|------|---------|---------|---------|
| 男性 | 65～69歳 | 89 | 83.1 | 14.3 | 74.3 | 85.9 | 91.8 |
| | 70～74歳 | 103 | 82.8 | 14.7 | 73.1 | 83.6 | 92.7 |
| | 75～79歳 | 110 | 88.3 | 15.7 | 79.3 | 87.5 | 97.4 |
| | 80～84歳 | 56 | 88.2 | 17.6 | 72.8 | 88.9 | 102.3 |
| | 男性全体 | 358 | 85.4 | 15.6 | 74.7 | 86.8 | 95.6 |
| 女性 | 65～69歳 | 138 | 89.9 | 16.7 | 78.6 | 88.7 | 100.0 |
| | 70～74歳 | 205 | 91.2 | 16.5 | 80.3 | 89.6 | 101.6 |
| | 75～79歳 | 124 | 96.5 | 16.3 | 84.9 | 97.3 | 107.1 |
| | 80～84歳 | 73 | 98.9 | 15.9 | 88.8 | 97.9 | 107.9 |
| | 女性全体 | 540 | 93.1 | 16.7 | 82.0 | 92.5 | 103.8 |

(2) 大腿筋厚・大腿 EI と運動器リスクとの横断的な関係

筋厚と横断的な運動器リスク出現との関係は有意ではなかったが、EI が高いほど運動器リスクの出現率が有意に高かった(表 5、6)。つまり、横断的な運動器リスクには筋厚よりも、筋の質の影響が大きいことが示唆された。

(3) 大腿 EI の横断的な運動器リスク出現へのオッズ比

多重ロジスティック回帰分析の結果、大腿 EI は運動器リスクの出現に独立して有意に関連しており、大腿 EI が最も高い段階の者では、最も低い段階の者に比べて、2.24 倍 (95%信頼区間 (CI): 1.09 - 4.59)、やや高

い区分の者は 2.00 倍 (CI : 1.04 - 3.86) 運動器リスクの出現率が高かった (図 2)。

表 5 筋厚と運動器リスクとの横断的な関係

| 筋厚4段階 | | 運動器リスク_非該当 | 運動器リスク_該当 | 合計 |
|-------|---|------------|-----------|--------|
| 薄い | 人 | 187 | 35 | 222 |
| | % | 84.2% | 15.8% | 100.0% |
| やや薄い | 人 | 203 | 24 | 227 |
| | % | 89.4% | 10.6% | 100.0% |
| やや厚い | 人 | 196 | 32 | 228 |
| | % | 86.0% | 14.0% | 100.0% |
| 厚い | 人 | 201 | 21 | 222 |
| | % | 90.5% | 9.5% | 100.0% |
| 合計 | 人 | 787 | 112 | 899 |
| | % | 87.5% | 12.5% | 100.0% |

$\chi^2=5.317, p=0.15$

表 6 EI と運動器リスクとの横断的な関係

| EI4段階 | | 運動器リスク_非該当 | 運動器リスク_該当 | 合計 |
|-------|---|------------|-----------|--------|
| 高い | 人 | 184 | 37 | 221 |
| | % | 83.3% | 16.7% | 100.0% |
| やや高い | 人 | 190 | 34 | 224 |
| | % | 84.8% | 15.2% | 100.0% |
| やや低い | 人 | 204 | 23 | 227 |
| | % | 89.9% | 10.1% | 100.0% |
| 低い | 人 | 203 | 18 | 221 |
| | % | 91.9% | 8.1% | 100.0% |
| 合計 | 人 | 781 | 112 | 893 |
| | % | 87.5% | 12.5% | 100.0% |

$\chi^2=10.017, p<0.05$

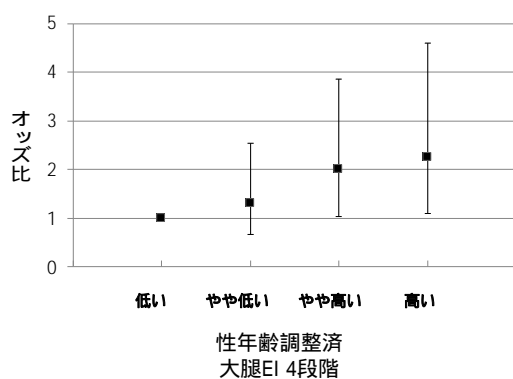


図2 運動器リスク出現への大腿EIのオッズ比 (誤差線は95%信頼区間, *p<0.05)

(4) 大腿筋厚・大腿 EI と縦断的な運動器リスク、サルコペニア関連リスクとの関係

ベースライン時の大腿筋厚、大腿 EI と、追跡調査における運動器リスクの出現との関係は統計学的に有意ではなかった。縦断的なリスクの発生には、筋厚や EI 以外の要因の関与がより大きいことが考えられた。

一方、大腿筋厚は筋肉量低下リスクの出現とは統計学的に有意な関連があった (表 7)。大腿筋厚測定は局所的な測定ながらも、サル

コペニアの簡易スクリーニングに活用できるのではないかと考えられた。

また、大腿 EI は有意ではないものの筋力低下リスクと関連がある傾向が見られた (表 8) 筋力低下や身体機能低下をともなう重症サルコペニアの予測に活用できるかは、さらに追跡が必要と考えられる。

表 7 大腿筋厚と筋肉量低下との関係

| 筋厚4段階 | | 筋肉量低下_非該当 | 筋肉量低下_該当 | 合計 |
|-------|---|-----------|----------|--------|
| 薄い | 人 | 63 | 26 | 89 |
| | % | 70.8% | 29.2% | 100.0% |
| やや薄い | 人 | 81 | 35 | 116 |
| | % | 69.8% | 30.2% | 100.0% |
| やや厚い | 人 | 108 | 13 | 121 |
| | % | 89.3% | 10.7% | 100.0% |
| 厚い | 人 | 98 | 13 | 111 |
| | % | 88.3% | 11.7% | 100.0% |
| 合計 | 人 | 350 | 87 | 437 |
| | % | 80.1% | 19.9% | 100.0% |

$\chi^2=23.548, p<0.01$

表 8 大腿 EI と筋肉量低下との関係

| EI4段階 | | 筋力低下_非該当 | 筋力低下_該当 | 合計 |
|-------|---|----------|---------|--------|
| 高い | 人 | 79 | 17 | 96 |
| | % | 82.3% | 17.7% | 100.0% |
| やや高い | 人 | 88 | 8 | 96 |
| | % | 91.7% | 8.3% | 100.0% |
| やや低い | 人 | 112 | 11 | 123 |
| | % | 91.1% | 8.9% | 100.0% |
| 低い | 人 | 108 | 9 | 117 |
| | % | 92.3% | 7.7% | 100.0% |
| 合計 | 人 | 387 | 45 | 432 |
| | % | 89.6% | 10.4% | 100.0% |

$\chi^2=7.133, p=0.068$

(5) 筋肉量低下への筋厚、EI のオッズ比

多重ロジスティック回帰分析では、大腿筋厚が最も厚い段階の者に比べ、最も薄い段階の者では、3.13 倍 (95%信頼区間 (CI) : 1.35 - 7.24) やや薄い段階の者では3.27 倍 (CI : 1.51 - 7.11) 筋肉量低下リスクの出現率が高かった (表 9)。

表 9 筋肉量低下への筋厚、EI のオッズ比

| | オッズ比 | オッズ比の 95% 信頼区間 | |
|-------------|-------|----------------|----------|
| | | 下限 | 上限 |
| 大腿筋厚 | | | |
| 厚い | 1.000 | | |
| 薄い | 3.128 | 1.351 | 7.239 ** |
| やや薄い | 3.271 | 1.505 | 7.112 ** |
| やや厚い | 0.884 | 0.375 | 2.086 |
| 大腿EI | | | |
| 低い | 1.000 | | |
| 高い | 1.003 | 0.454 | 2.216 |
| やや高い | 1.119 | 0.524 | 2.389 |
| やや低い | 1.072 | 0.513 | 2.238 |

**p<0.01

以上の結果から、超音波画像から測定した地域在住高齢者の大腿筋厚、大腿 EI は将来的な運動器リスクの予測については限定的であるが、筋肉量を反映したサルコペニアの簡易スクリーニングには活用できる可能性があると結論付けられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

Ishi S, Tanaka T, Shibasaki K, Ouchi Y, Kikutani T, Higashiguchi T, Obuchi PS, Tanaka K, Hirano H, Kawai H, Tsuji T, and Iijima K: Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults, *Geriatrics and Gerontology International*, 2014 Feb;14 Suppl 1:93-101, 査読有.

Fujiwara Y, Suzuki H, Kawai H, Hirano H, Yoshida H, Kojima M, Ihara K, Obuchi S: Characteristics of older community residents with mild cognitive impairment as assessed by Japanese version of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA-J), *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 2013 26(4):209-220, 査読有.

Nishihara K, Kawai H, Kanemura N, Hara M, and Gomi T: Novel approach for evaluating nerve function in healthy elderly persons: A pilot study, *Medical Science Monitor*, 2013 19:309-316, 査読有.

新井武志, 大淵修一, 小島成実, 柴喜崇, 河合恒, 大室和也: 虚弱高齢者の膝関節伸展角速度測定値と身体機能との関係等尺性膝関節伸展筋力との比較, *理学療法科学*, 2013 28(3), 317-322, 査読有.

〔学会発表〕(計9件)

藤原佳典, 鈴木宏幸, 河合恒, 安永正史, 長沼亨, 平野浩彦, 吉田英世, 小島基永, 井原一成, 大淵修一: 地域高齢者における MoCA-J の縦断変化と低下の予知因子, 2013 年度日本老年医学会学術集会, 2013 年 6 月 4-6 日, 大阪.

河合恒, 大淵修一, 光武誠吾, 吉田英世, 平野浩彦, 小島基永, 藤原佳典, 井原一成: 超音波画像による大腿前面筋エコー強度と運動器の機能低下リスクとの関係, 第 48 回日本理学療法学術集会, 2013 年 5 月 24-26 日, 名古屋.

小島基永, 大淵修一, 河合恒, 吉田英世, 平野浩彦, 藤原佳典, 井原一成: 過去 1 年間に転倒経験のある地域在住高齢者の歩行動作の特徴 情報量のエントロピーを用いて, 第 8 回東京都福祉保健医療学会, 2012 年 12 月 21 日, 東京.

端詰勝敬, 蜂須貢, 吉田英世, 河合恒, 平野浩彦, 小島基永, 藤原佳典, 大淵修

一, 井原一成: 地域高齢者における脳由来神経栄養因子とうつ、健康パラメータとの関連性について, 第 71 回日本公衆衛生学会総会 2012 年 10 月 24-26 日, 山口.

河合恒, 大淵修一, 吉田英世, 平野浩彦, 小島基永, 藤原佳典, 井原一成: 地域在住高齢者の大腿四頭筋の質の超音波エコー強度による評価, 第 67 回日本体力医学会, 2012 年 9 月 14-16 日, 岐阜.

蜂須貢, 端詰勝敬, 吉田英世, 河合恒, 平野浩彦, 小島基永, 藤原佳典, 大淵修一, 井原一成: 地域高齢者における血清中脳由来神経栄養因子(BDNF)とうつ、認知、健康パラメータとの関連, 第 9 回日本うつ病学会, 2012 年 7 月 27-28 日, 東京.

端詰勝敬, 蜂須貢, 吉田英世, 河合恒, 平野浩彦, 小島基永, 藤原佳典, 大淵修一, 井原一成: 地域高齢者における脳由来神経栄養因子とうつ状態との関連, 第 27 回日本老年精神医学会, 2012 年 6 月 21-22 日, さいたま.

鈴木宏幸, 藤原佳典, 河合恒, 安永正史, 長沼亨, 鄭恵元, 竹内瑠美, 村山陽, 平野浩彦, 吉田英世, 小島基永, 井原一成, 大淵修一: MoCA-J における操作的 MCI の認知機能の特徴, 第 27 回日本老年精神医学会, 2012 年 6 月 21-22 日, さいたま.

藤原佳典, 鈴木宏幸, 河合恒, 安永正史, 長沼亨, 鄭恵元, 竹内瑠美, 平野浩彦, 吉田英世, 小島基永, 井原一成, 大淵修一: MoCA-J による操作的 MCI の心身・社会的特徴, 第 27 回日本老年精神医学会, 2012 年 6 月 21-22 日, さいたま.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河合 恒 (KAWAI, Hisashi)

地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター・東京都健康長寿医療センター研究所・研究員

研究者番号: 50339727