

## Original Article

# 脳卒中患者の回復期リハビリテーション病棟退院時運動 FIM を予測する重回帰分析において用いるべき説明変数 —入院時運動 FIM が 40 点未満の患者における調査—

徳永 誠<sup>1</sup> 三宮克彦<sup>2</sup><sup>1</sup>熊本機能病院リハビリテーション科<sup>2</sup>熊本機能病院理学療法課

## 要旨

Tokunaga M, Sannomiya K. Explanatory variables to use in a multiple regression analysis to predict stroke patients' motor FIM score at discharge from convalescent rehabilitation wards: an investigation of patients with a motor FIM score of less than 40 points at admission. Jpn J Compr Rehabil Sci 2020; 11: 102–108.

【目的】重症脳卒中患者の回復期リハビリテーション病棟入院中の運動 Functional Independence Measure(FIM)改善を予測する重回帰分析で用いるべき説明変数を明らかにする。

【方法】入院時運動 FIM が 40 点未満の脳卒中患者 230 例を対象にした。17 要因を層別化し群間で運動 FIM effectiveness に有意差のあった要因を、退院時運動 FIM を目的変数とした変数選択重回帰分析に投入した。

【結果】有意差があったのは 12 個、有効な説明変数として選択されたのは、年齢、入院時認知 FIM、入院時運動 FIM、発症から入院までの日数、発症前 modified Rankin Scale、麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ、body mass index、座位安定性、Japan Coma Scale、半側空間無視の 10 個であった。

【結論】この 10 個を重回帰分析の説明変数として用いることが望まれる。

**キーワード：**脳卒中、重回帰分析、FIM 改善、用いるべき説明変数のセット、入院時低 FIM 患者

## はじめに

リハビリテーション医療において帰結予測は、治療プランを立案・実行する上で重要である。多変量解析である重回帰分析は、退院時の Functional Independence Measure (FIM) [1] や FIM 利得 (退院時 FIM－入院

時 FIM) などのアウトカムを予測する目的で頻用されている。しかし、重回帰分析の予測精度は期待するほど高くはない。過去の重回帰分析を用いた予測論文をレビューした Heinemann ら [2] の報告では、重回帰係数の 2 乗 (決定係数) は 0.46 から 0.73 程度であり、これは集団としての傾向は予測できるものの、個々の症例での予測が当たるというほどではないレベルとされている [3]。

重回帰分析による運動 FIM (mFIM) 改善の予測精度を高めるために、入院時 mFIM を逆数に変換して説明変数として用いる手法 [4]、mFIM 改善率 (mFIM effectiveness) を重回帰分析で予測して退院時 mFIM に変換する手法 [5]、入院時 mFIM が低い患者と高い患者で 2 つの予測式を作る手法 [6] などが報告された。しかしこれらは、mFIM 利得の天井効果 (入院時 mFIM が高い患者で mFIM 利得が小さいこと) という問題点への対処法であり [7, 8]、天井効果のある高 mFIM 群 (入院時 mFIM が 40～90 点の患者) においては予測精度を有意に高めたが、天井効果のない低 mFIM 群 (入院時 mFIM が 13～39 点の患者) では予測精度は改善しなかった [8]。低 mFIM 群で予測精度を上げるためには、適切な説明変数を用いることが重要と思われる。

「本邦の回復期リハビリテーション病棟に入院した脳卒中患者において FIM 改善を予測した重回帰分析」

(以下、脳卒中回復期の FIM 改善を予測した重回帰分析) 35 編のレビューにおいて、4 つ以上の論文で用いられ、その半数以上で有意であった説明変数は、入院時 mFIM (26 論文で有意、29 論文で用いられた、以下 26/29)、年齢 (23/32)、入院時認知 FIM (cFIM) などの認知機能 (15/15)、入院日数 (8/14)、発症から入院までの日数 (9/17)、発症前 modified Rankin Scale (mRS) (4/5)、訓練量 (3/5)、body mass index (BMI) (3/5)、Brunnstrom ステージ (2/4) の 9 個であった [9, 10]。日本リハビリテーション医学会では、脳卒中に関する臨床研究・調査を行う場合には、上記要因以外に、性別、脳卒中の病型、病巣の左右、病巣がテント上かテント下か、半側空間無視、失語症の 6 個を必要としている [11]。さらに低 mFIM 群の予後予測には、体幹機能 [12] や Japan Coma Scale (JCS) [13] が有用という報告もある。そのため上記 17 要因が、脳卒中患者の mFIM 改善を予測する重回帰分

著者連絡先：徳永 誠  
熊本機能病院リハビリテーション科  
〒860-8518 熊本市北区山室 6-8-1  
E-mail: tokunaga@juryo.or.jp  
2020 年 9 月 12 日受理

本研究において一切の利益相反はありません。

析で用いるべき説明変数の候補として有力と考えられる。しかし、この 17 要因すべてを説明変数に用いた報告は検索しえない。また、どの要因が mFIM 改善に対する影響力が大きいのかも明らかでない。

本研究は、回復期リハビリテーション病棟に入院した脳卒中患者のうち入院時 mFIM が 40 点未満の患者を対象にして重回帰分析を行い、上記 17 個の説明変数のどれが退院時 mFIM に対する影響力が大きいのかを明らかにし、「脳卒中回復期の FIM 改善を予測する重回帰分析で用いるべき説明変数のセット」を提案することを目的とした。

## 対象と方法

急性期病院で治療後、2013 年 1 月 1 日～2020 年 3 月 31 日に K 病院の回復期リハビリテーション病棟に入院した脳卒中患者のうち、入院時 mFIM が 13～39 点の患者を対象とした。例外的な患者による影響を除くために、以下の患者を除外した。くも膜下出血、発症から入院までの日数が 4 日以内と 61 日以上、在院日数が 29 日以内と 181 日以上、mFIM 利得がマイナス、両側麻痺である。そして残った 230 例を対象とした。

方法は、性別、年齢、脳卒中の病型（脳梗塞、脳出血）、麻痺側（左右）、病巣がテント上かテント下か、発症前 mRS、発症から入院までの日数、入院時 mFIM、入院時 cFIM、BMI、JCS、麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ、半側空間無視の有無、失語症の有無、座位の安定性、訓練量、入院日数の 17 項目と退院時 mFIM について診療録を後方視的に調査した。訓練量は、1 日あたりの理学療法と作業療法の合計単位数（1 単位は 20 分）とした。座位の安定性 [14] は、寝たきりともたれ座位を座位不安定、独立座位以上を座位安定とした。

### 1. 層別化した群での mFIM effectiveness

性別、脳卒中の病型、麻痺側、テント上下、半側空間無視の有無、失語症の有無、座位の安定性に関して、2 群間で mFIM effectiveness を比較した。年齢、発症から入院までの日数、入院時 mFIM、入院時 cFIM、訓練量、入院日数は、中央値未満と中央値以上の 2 群間で比較した。JCS は、100～300 の患者がいなかったため、0～3 と 10～30 の 2 群間比較とした。BMI は、18.5 kg/m<sup>2</sup> 未満の underweight、18.5～27.5 kg/m<sup>2</sup> 未満の normal weight と overweight、27.5 kg/m<sup>2</sup> 以上の obese [15] の 3 群に分けることを考えたが、obese 群が 16 例と少なかったため、18.5 kg/m<sup>2</sup> 未満と 18.5 kg/m<sup>2</sup> 以上の 2 群間比較とした。発症前 mRS (0～1, 2～3, 4～5)、麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ (I～II, III～IV, V～VI) は 3 群間で比較した。なお mFIM effectiveness は、mFIM 利得/(91 点－入院時 mFIM) である [16]。mFIM 改善点数である mFIM 利得は、天井効果の影響を強く受けるのに対し、mFIM 改善割合である mFIM effectiveness は、入院時 mFIM の影響を受けにくく、mFIM 改善の調査において mFIM 利得以上に頻用されている [16]。

2 群間比較には Mann-Whitney U 検定を行った。多群間の比較には Kruskal-Wallis 検定を行い、有意差があれば多重比較を Steel-Dwass 法で行った。有意水準

はいずれも 5% 未満とした。

### 2. 退院時 mFIM を目的変数とした重回帰分析

検討 1 の 17 項目のうち群間で有意差のあった 12 項目を説明変数とし、退院時 mFIM を目的変数とした変数選択重回帰分析を行った。F 値が 2 以上を有効な変数として選択した。年齢、発症から入院までの日数、入院時 mFIM、入院時 cFIM、訓練量は、層別化せず数値として投入した。発症前 mRS (0～5) と麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ (I～VI) は順序尺度の数値として投入した。JCS (0, 1, 2, 3, 10, 20, 30) は 1 桁と 2 桁の間で数値としての差が大きく数値を投入することは適切でないためダミー変数化した [17]。具体的には、JCS 0 を基準として 0, 0, JCS 1～3 を 1 桁ダミーとして 1, 0, JCS 10～30 を 2 桁ダミーとして 0, 1 とした。脳卒中の病型は、脳梗塞 0・脳出血 1、半側空間無視は、なし 0・あり 1、座位の安定性は、不安定 0・安定 1 とした。BMI と mFIM 改善には直線関係がないため [18]、BMI が 18.5 kg/m<sup>2</sup> 未満を 0、18.5 kg/m<sup>2</sup> 以上を 1 とした。そして各説明変数において目的変数に対する説明変数の相対的な関連の強さを意味する「標準偏回帰係数  $\beta$ 」を調査した。なお、統計ソフトは 4 steps エクセル統計 [19] を用いた。

## 結果

対象患者の基本属性データを表 1 に示す。入院時 mFIM の平均は 21.0 点であった。

17 項目のうち層別化した群間で mFIM effectiveness に有意差があったのは、年齢、脳卒中の病型、発症前 mRS、発症から入院までの日数、入院時 mFIM、入院時 cFIM、BMI、JCS、麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ、半側空間無視、座位安定性、訓練量の 12 項目であり、性別、麻痺側、テント上下、失語症、入院日数の 5 項目では、群間での有意差は明らかでなかった (表 2)。

群間で有意差のあった 12 項目の間で、相関係数 0.6 以上のものはなく、多重共線性はなかった。12 項目を説明変数とし、退院時 mFIM を目的変数とした変数選択重回帰分析を行うと、有意な予測式が得られた (表 3)。決定係数は 0.707、自由度修正済み決定係数は 0.694 であった。12 個の説明変数のうち、脳卒中の病型、訓練量の 2 つを除いた 10 個が有効な説明変数として選択された。標準偏回帰係数  $\beta$  の絶対値が大きいのは、年齢、入院時 cFIM、入院時 mFIM、発症から入院までの日数、発症前 mRS、麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ、BMI、座位安定性、JCS 2 桁ダミー、半側空間無視の順であった。

## 考察

本研究は、脳卒中回復期の FIM 改善を予測する重回帰分析で頻用されている説明変数 9 個、日本リハビリテーション医学会が勧めている説明変数 6 個、入院時 mFIM が低い患者の予後予測に有用とされる説明変数 2 個、計 17 個を説明変数の候補とした。このうち層別化した群間で mFIM effectiveness に有意差

表 1. 対象患者 230 例の基本属性データ

性別	男性 127, 女性 103
年齢	72.4±13.1 (28~93)
病型	脳梗塞 109, 脳出血 121
麻痺側 (左右)	右 113, 左 117
テント上下	テント上 205, テント下 25
発症前 mRS	(0) 151, (1) 23, (2) 18, (3) 21, (4) 13, (5) 4
発症から入院までの日数	17.2±8.1 (5~56)
入院時 mFIM	21.0±8.8 (13~39)
入院時 cFIM	15.5±7.8 (5~35)
BMI	21.9±3.7 (14.7~36.2)
JCS	(18.5 未満) 38, (18.5 以上・27.5 未満) 176, (27.5 以上) 16
麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ	(I) 52, (II) 65, (III) 22, (IV) 32, (V) 42, (VI) 17
半側空間無視	なし 143, あり 87
失語症	なし 141, あり 89
座位安定性	不安定 177, 安定 53
訓練量	5.7±0.8 (4~7)
入院日数	117.9±33.8 (31~179)
退院時 mFIM	46.4±23.8 (13~90)
mFIM 利得	25.4±19.8 (0~70)
mFIM effectiveness	0.379±0.088 (0~0.982)

数値：患者数あるいは平均±標準偏差（最小～最大），FIM: Functional Independence Measure, mFIM: 運動 FIM, cFIM: 認知 FIM, BMI: body mass index, JCS: Japan Coma Scale.

表 2. 層別化した群間での mFIM effectiveness 比較

項目	mFIM effectiveness	p 値
性別	男性 0.391±0.295, 女性 0.364±0.300	0.52
年齢	73 歳未満 0.524±0.291, 73 歳以上 0.254±0.241	<0.001
病型	脳梗塞 0.326±0.274, 脳出血 0.426±0.310	<0.05
麻痺側 (左右)	右 0.384±0.308, 左 0.374±0.287	0.86
テント上下	テント上 0.376±0.294, テント下 0.404±0.326	0.68
発症前 mRS	mRS 0-1 0.415±0.301, mRS 2-3 0.281±0.252, mRS 4-5 0.228±0.262	<0.01 *
発症から入院までの日数	13 日未満 0.482±0.310, 13 日以上 0.337±0.282	<0.01
入院時 mFIM	21 点未満 0.266±0.275, 21 点以上 0.544±0.247	<0.001
入院時 cFIM	16 点未満 0.251±0.252, 16 点以上 0.536±0.273	<0.001
BMI	18.5 未満 0.213±0.259, 18.5 以上 0.411±0.294	<0.001
JCS	JCS 0-3 0.396±0.293, JCS 10-30 0.205±0.291	<0.01
麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ	BRS I-II 0.326±0.294, BRS III-IV 0.428±0.288, BRS V-VI 0.438±0.296	<0.05 **
半側空間無視	なし 0.432±0.307, あり 0.290±0.258	<0.05
失語症	なし 0.388±0.295, あり 0.364±0.301	0.57
座位安定性	不安定 0.327±0.291, 安定 0.552±0.250	<0.001
訓練量	6 単位未満 0.207±0.226, 6 単位以上 0.414±0.298	<0.001
入院日数	118 日未満 0.349±0.301, 118 日以上 0.406±0.292	0.11

数値：mFIM effectiveness の平均±標準偏差, p 値：群間比較 (2 群間は Mann-Whitney U 検定, 3 群間は Kruskal-Wallis 検定), <0.01 \*: 多重比較において mRS 0-1 と 2-3, mRS 0-1 と 4-5 の間で有意差あり, <0.05 \*\*: 多重比較において BRS I-II と V-VI の間で有意差あり.



表 3. 退院時 mFIM を目的変数とした変数選択重回帰分析

	標準偏回帰係数 $\beta$	偏回帰係数 B	標準誤差	F 値
年齢	-0.381	-0.691	0.071	94.5
入院時 cFIM	0.298	0.909	0.146	38.9
入院時 mFIM	0.235	0.634	0.148	18.2
発症から入院までの日数	-0.200	-0.591	0.112	27.7
発症前 mRS	-0.135	-2.351	0.692	11.5
麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ	0.108	1.547	0.647	5.7
BMI	0.095	6.085	2.440	6.2
座位安定性	0.089	5.018	2.475	4.1
JCS 2 桁ダミー	-0.088	-7.228	3.216	5.1
半側空間無視	-0.058	-2.845	1.987	2.0

定数項: 72.0, 予測式の  $p$  値:  $<0.001$ , 決定係数  $R^2$ : 0.707. 説明変数は標準偏回帰係数  $\beta$  が大きい順に並べた.  
 予測式: 退院時 mFIM =  $-0.691 \times \text{年齢} + 0.909 \times \text{入院時 cFIM} + 0.634 \times \text{入院時 mFIM} - 0.591 \times \text{発症から入院までの日数} - 2.351 \times \text{発症前 mRS} + 1.547 \times \text{麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ} + 6.085 \times \text{BMI}$  (18.5 未満を 0, 18.5 以上を 1)  $+ 5.018 \times \text{座位安定性}$  (0 不安定・1 安定)  $- 7.228 \times \text{JCS 2 桁ダミー}$  (JCS 0 と 1 桁を 0, JCS 2 桁を 1)  $- 2.845 \times \text{半側空間無視}$  (0 なし・1 あり).

があった 12 個を説明変数として変数選択重回帰分析を行うと, 10 個が有効な説明変数として選択された. そして, 標準偏回帰係数  $\beta$  が大きい (mFIM 改善に対する影響が大きい) 説明変数の順位は, 年齢, 入院時 cFIM, 入院時 mFIM, 発症から入院までの日数, 発症前 mRS, 麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ, BMI, 座位安定性, JCS, 半側空間無視であることを明らかにした.

本研究の特徴は, 1) 入院時 mFIM が 40 点未満の患者に絞ったこと, 2) 重回帰分析に投入すべき説明変数を客観的に選択したこと, 3) 標準偏回帰係数  $\beta$  が大きい順番を明らかにしたことである. これらについて以下に考察する.

### 1. 入院時 mFIM が 40 点未満の患者に絞った理由

mFIM 改善に及ぼす要因の影響の大きさは患者層によって異なる (リハの阻害因子はどの日常生活動作 (ADL) レベルにも一律に影響する訳ではない) [12, 20]. そのため患者を層別化して調査する必要がある. 高 mFIM 群では予測精度を高める手法が報告されているが [4-6], これらの手法は低 mFIM 群では有効でなかった [8]. 本研究では, 適切な説明変数を用いることで低 mFIM 群の予測精度を高めることを目指した.

### 2. 重回帰分析に投入すべき説明変数の客観的な選択

リハビリテーションの阻害因子は数多くあり, 長谷川 [21] の総説では 60 個が挙げられている. Kwakkel ら [22] は, 機能回復の信頼できる予測因子は, 年齢, 脳卒中の既往, 尿失禁, 発症時意識障害, 場所と時間の見当識障害, 麻痺の重症度, 座位バランス, 入院時の ADL, 社会的資源, 高血圧患者における梗塞巣以外でのブドウ糖代謝率であると報告している. 重回帰分析では, 説明変数の数  $\times 10$  あるいは  $\times 15$  以上の症例数が必要とされており [23], 投入する説明変数がある程度絞る必要がある. これまで説明変数は, 「著者が必要と考えたもの」が用いられており, 説明変数は報告によって大きく異なっていた [9,

10]. 本研究は, 客観的に選択した 10 個の説明変数を「脳卒中回復期の FIM 改善を予測する重回帰分析で用いるべき説明変数のセット」として提案するものである.

用いるべき説明変数が 10 個というのは少ないという印象を受けるかもしれない. しかし, 脳卒中回復期の FIM 改善を予測する重回帰分析 19 報告のレビュー [10] では, 4~18 個 (中央値 7.5 個) の説明変数が投入されたが, 有意であった説明変数の数は, 1~8 個 (中央値 4 個) にすぎなかった. 今回の 10 個の説明変数は基本となるセットであり, 研究者が検討したい要因をこれに追加することは自由である.

### 3. 標準偏回帰係数 $\beta$ が大きい順番

脳卒中回復期の FIM 改善を予測する重回帰分析 16 報告のレビュー [9] において, 標準偏回帰係数  $\beta$  は, 入院時 mFIM, 入院時 cFIM, 年齢において大きい傾向があったが, 報告ごとに順位が異なっていた. 本研究で  $\beta$  が大きかったのは, 年齢, 入院時 cFIM, 入院時 mFIM の順であり, 年齢の  $\beta$  が最も大きかった (mFIM 改善に及ぼす影響が最も大きい). 退院時 mFIM を目的変数とした決定木分析において, 体幹機能低下が帰結に影響したのは入院時 mFIM が 19 点未満の患者, 認知機能が帰結に影響したのは入院時 mFIM が 31~53 点の患者, そして年齢が帰結に影響したのは入院時 mFIM が 53 点以下の患者であった [12]. 本研究は対象を入院時 mFIM が 40 点未満の患者に絞ったために, 全患者を対象とした調査よりも, 年齢の影響が強く表れたのだろう.

### 頻用される説明変数と必要な説明変数

脳卒中回復期の FIM 改善を予測する重回帰分析 35 編のレビューにおいて有意であった論文が多かった 9 個の説明変数 [9, 10] と本研究で得られた 10 個の説明変数を比較すると, 年齢, 入院時 cFIM, 入院時 mFIM, 発症から入院までの日数, 発症前 mRS, 麻痺側下肢の Brunnstrom ステージ, BMI の 7 個は共通し

ていた。

一方、入院日数と訓練量は前者で [9, 10], JCS, 座位安定性, 半側空間無視は後者 (本研究) で認められた。

入院日数が長い患者は重症であるために、全患者を対象とした既報告では、入院日数が FIM 改善の低さと関連したのかもしれない。一方、低 mFIM 群に絞った本研究では、入院日数で分けた 2 群間で mFIM effectiveness に有意差を認めなかった。

訓練量に関しては、熊本県では保険診療において 85 歳未満の脳卒中患者では 9 単位/日のリハビリテーションが認められるが、85 歳以上の脳卒中患者では 6 単位/日が上限とされている。そのため、訓練量が年齢に依存した指標になっている。そこで、84 歳以下の患者に絞って追加の調査を行ったが、訓練量は有効な説明変数として選択されなかった。後ろ向き調査では、訓練量と mFIM 改善との関係ではなく、「なぜこの患者にこの訓練量が処方されたのか」と mFIM 改善との関係しか明らかにできないだろう。訓練量と FIM 改善との関係を正確に評価するためには、1~9 単位の訓練量が無作為に割り付ける前向き研究を行う必要がある。

JCS, 座位安定性, 半側空間無視に関しては、脳卒中回復期の FIM 改善を予測した重回帰分析 35 編のレビューにおいて、半側空間無視は 1 論文で用いられていたが、JCS と座位安定性は用いられていなかった [10]。今後、これらも重回帰分析において頻用されることが望まれる。

### 入院時データだけを用いて予測する難しさ

入院時に ADL を阻害する意識障害や全失語などがあると、これらの症状が入院後に軽減した患者では大幅に FIM が改善することがある [24]。そのため、併存疾患は、低い退院時 mFIM の予測因子だけでなく、高い退院時 mFIM の予測因子にもなりうる。入院時だけのデータを用いた退院時 mFIM の予測精度には限界があることから、入院後 2 週間 [25] あるいは 1 か月間 [26] の mFIM 改善点数を説明変数に加えることで退院時 mFIM の予測精度を上げるという手法も報告されている。

### 最後に

本研究は、脳卒中回復期の FIM 改善を予測する重回帰分析で用いるべき 10 個の説明変数を明らかにした。今後、本研究では検討していない有用な説明変数がこのセットに追加され、重回帰分析の予測精度がさらに高まることが望まれる。

### 文献

1. Data management service of the Uniform Data System for Medical Rehabilitation and the Center for Functional Assessment Research: Guideline for use of the Uniform Data Set for Medical Rehabilitation. Version 3.1, State University of New York at Buffalo, Buffalo, 1990.
2. Heinemann AW, Linacre JM, Wright BD, Hamilton BB, Granger C. Prediction of rehabilitation outcomes with

disability measures. Arch Phys Med Rehabil 1994; 75: 133-43.

3. Sonoda S. Significance of outcome study in rehabilitation. Sogo Rehabil 2008; 36: 7-10. Japanese.
4. Sonoda S, Saitoh E, Nagai S, Okuyama Y, Suzuki T, Suzuki M. Stroke outcome prediction using reciprocal number of initial activities of daily living status. J stroke Cerebrovasc Dis 2005; 14: 8-11.
5. Tokunaga M, Watanabe S, Sonoda S. A method of calculating Functional Independence Measure at discharge from Functional Independence Measure effectiveness predicted by multiple regression analysis has a high degree of predictive accuracy. J Stroke Cerebrovasc Dis 2017; 16: 1923-8.
6. Tokunaga M, Tori K, Eguchi H, Kado Y, Ikejima Y, Ushijima M, et al. The stratification of motor FIM and cognitive FIM and the creation of four prediction formulas to enable higher prediction accuracy of multiple linear regression analysis with motor FIM gain as the objective variable—An analysis of the Japan Rehabilitation Database—. Jpn J Compr Rehabil Sci 2017; 8: 21-9.
7. Wada Y, Sonoda S, Okamoto S, Watanabe M, Okazaki H, Okuyama Y. Comparison of prediction accuracy of the total score of FIM motor items at discharge in post-stroke patients in a Kaifukuki rehabilitation ward. Jpn J Compr Rehabil Sci 2019; 10: 71-6.
8. Tokunaga M, Yamanaga H. Comparison of the accuracy of multiple regression analysis using four methods to predict the functional independence measure at discharge. Jpn J Compr Rehabil Sci 2020; 11: 65-72.
9. Tokunaga M, Hori K, Ehara K, Murao S, Akase R, Nishi S, et al. Review of multiple regression analysis for stroke patients hospitalized in Kaifukuki rehabilitation ward. J Clin Rehabil 2016; 25: 821-6. Japanese.
10. Tokunaga M. Review of multiple regression analysis for stroke patients hospitalized in Kaifukuki Rehabilitation Wards. J Clin Rehabil 2020; 29: 958-63. Japanese.
11. The Japanese Association of Rehabilitation Medicine. Guideline for the clinical research and study of stroke. <http://www.jarm.or.jp/topics/member/781.html>. Japanese.
12. Okamoto S, Sonoda S, Watanabe M, Okazaki H, Yagihashi K, Okuyama Y. Relationship between Functional Independence Measure (FIM) score on admission and influence of inhibitive factors in a comprehensive inpatient stroke rehabilitation ward. Jpn J Compr Rehabil Sci 2018; 9: 59-65.
13. Tokunaga M, Noguchi D, Hamasaki H, Terasaki T, Hasimoto Y. The prediction accuracy of multiple regression analysis can be improved by adding the ordinary measures of modified Rankin Scale before onset and Japan Coma Scale at admission as explanatory variables. J Clin Rehabil 2020; 29: 92-6. Japanese.
14. Katsura K, Tokunaga M, Sannomiya K, Yonemura M, Watanabe S, Hasimoto Y, et al. Mobility capacity at discharge predicted by those at entrance and at one month after entrance in patients with stroke in the convalescence rehabilitation ward. Sogo Rehabil 2008; 36: 289-95. Japanese.
15. WHO Expert Consultation: Appropriate body-mass

- index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004; 363: 157–63.
16. Koh GCH, Chen CH, Petrellia R, Thind A. Rehabilitation impact indices and their independent predictors; a systematic review. *BMJ Open* 2013; 3(9): e003483.
17. Miwa S, Hayashi Y. Applied multivariate analysis with SPSS. Tokyo: Ohmsha; 2015. p. 99–113. Japanese.
18. Tokunaga M, Beppu A, Tanaka K, Ishihara C, Shibata K, Miwa Y, et al. Normal weight stroke patients have higher FIM gain than obese patients. *J Clin Rehabil* 2016; 25: 714–20. Japanese.
19. Yanai H. Statcel, the useful addin forms on Excel, 4th ed. OMS Publishing; 2016. p 1–309. Japanese.
20. Tokunaga M, Taniguchi M, Nakakado K, Mihono T, Okido A, Ushijima T, et al. Assessment of the effects of factors in stroke rehabilitation using eight multiple regression analyses. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2015; 6: 78–85.
21. Hasegawa T. Risk factors and their management on the rehabilitation of cerebrovascular disease. *Sogo Rehabil* 1982; 31: 3047–50. Japanese.
22. Kwakkel G, Wagenaar RC, Kollen RJ, Lankhorst GJ. Predicting disability in stroke, a critical review of the literature. *Age Ageing* 1996; 25: 479–89.
23. Shintani A. Medical statistics. Tokyo: Igaku-shoin; 2015. p. 51–61. Japanese.
24. Mizuno S, Sonoda S, Okuyama Y, Nobotachi N, Okamoto S, Okazaki H, et al. The outcome of the stroke patients admitted to the Kaifukuki rehabilitation ward with total assistance. *J Clin Neurol* 2009; 18: 948–52. Japanese.
25. Hori H, Sonoda S, Watanabe M, Okuyama Y, Okamoto S, Okazaki H. Relationship between change in ADL during two weeks from admission and ADL at discharge in post-stroke patients admitted to Kaifukuki rehabilitation wards. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2019; 10: 82–7.
26. Tokunaga M, Katsura K, Tokisato K, Honda S, Nakanishi T, Takai S, et al. Increasing the prediction accuracy of FIM gain by adding FIM improvement for one month from admission to the explanatory variables in multiple regression analyses. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2017; 8: 16–20.