

## Original Article

## 入院1か月間のFIM改善を重回帰分析の説明変数に加えることでFIM利得の予測精度が高まる

徳永 誠,<sup>1</sup> 桂 賢一,<sup>1</sup> 時里 香,<sup>1</sup> 本田省二,<sup>1</sup> 中西俊人,<sup>1</sup>  
高井聖子,<sup>2</sup> 中島雪彦,<sup>3</sup> 野尻晋一,<sup>4</sup> 渡邊 進<sup>1</sup>

<sup>1</sup>熊本機能病院リハビリテーション科

<sup>2</sup>熊本機能病院整形外科

<sup>3</sup>熊本機能病院作業療法課

<sup>4</sup>介護老人保健施設清雅苑

## 要旨

Tokunaga M, Katsura K, Tokisato K, Honda S, Nakanishi T, Takai S, Nakashima Y, Nojiri S, Watanabe S. 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.

【目的】FIM利得を目的変数とした重回帰分析の決定係数は低い。入院1か月間のFIM改善を説明変数に加えることでFIM利得の予測精度を高めることを目的とした。

【方法】回復期リハビリテーション病棟に入院した脳卒中患者547例を対象にした。運動FIM利得を目的変数とした重回帰分析において、入院時のデータだけをを用いた予測式(model 1)と1か月間FIM改善を加えた予測式(model 2)を作成し、自由度修正済み決定係数 $R^{*2}$ 、運動FIM利得の実測値から予測値を引いた残差を調査した。

【結果】model 1の $R^{*2}$ は0.364、model 2の $R^{*2}$ は0.711であった。model 1の残差は $0 \pm 12.3$ 、model 2の残差は $0 \pm 8.3$ であり、model 2では残差の標準偏差が縮小した。

【結論】1か月間のFIM改善を説明変数に加えることで運動FIM利得の予測精度が高まった。

**キーワード**：FIM利得、重回帰分析、1か月間、説明変数、脳卒中

## はじめに

入院時の患者基本属性や日常生活動作(ADL)を

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  
2017年2月9日受理

本研究において一切の利益相反はありません。

©Kaifukuki Rehabilitation Ward Association 2017  
doi.org/10.11336/jjcrs.8.16

もとに、重回帰分析によって退院時ADLやADL利得(退院時ADL-入院時ADL)を予測した報告がある。そのような報告に関するMeyerら[1]のレビューにおいて、退院時Functional Independence Measure(FIM)を目的変数とした予測式の決定係数 $R^2$ (説明変数が目的変数のどの程度を説明できるか)は、平均0.65(最小0.35~最大0.82)であったのに対し、FIM利得を目的変数とした予測式の $R^2$ は平均0.22(0.08~0.4)と小さかった。

リハビリテーション(リハ)病院入院時FIMが18点の患者は、退院時FIMも18点のまま(FIM利得が0点)である患者と、大きなFIM利得を獲得した患者に分かれる。この違いを正確に予測するためには、FIM利得に影響を及ぼす数多くの要因を説明変数に投入することが考えられる。Meyerら[1]の27報告のレビューでは、投入された要因は126個あり、そのうち63個が有意な独立変数であった。しかし、この63要因すべてを説明変数に用いた報告は検索しえない。実際には、一つの予測式に組み込まれた有意な要因の数は、平均4.1個(標準偏差2.5)にすぎなかった[1]。さらに、脳卒中治療ガイドライン2015では、「予測に用いる変数を単に増やしても必ずしも予測精度は上がらず、なるべく簡単な予測方法を用いることの利点も示されている」と記載されている[2]。

入院時に入手できる数多くの要因を説明変数に投入して正確な予測式を作成することが困難あるいは有効でないのなら、それら多くの要因が影響した結果である「入院から1か月間でFIMが何点改善したのか(1か月間FIM改善)」を予測式に組み込むことで、FIM利得の予測精度を上げるという手法が考えられる。実際、筆者らは、1か月間のFIM改善によって入院時における予測を修正している。

本研究は、回復期リハ病棟に入院した脳卒中患者を対象にして、重回帰分析を用いてFIM利得を予測した。その際、「1か月間FIM改善を説明変数に加えることで、入院時のデータだけを説明変数とした予測式よりも、予測精度がどの程度高まるのか」を明らかにすることを目的とした。

## 対象と方法

本研究は、後ろ向き調査である。急性期病院で治療後、2013年4月1日～2016年6月17日にA病院の回復期リハ病棟に入院した脳卒中患者770例から、以下の患者を除外した。外傷性くも膜下出血(3例)、40歳未満(29例)、死亡退院(5例)、転帰不明(7例)、発症から入院までの日数が7～60日以外(45例)、在院日数が30日以内(91例)、入退院時のFIMが不明(2例)、入院1か月後のFIMが不明(17例)、再入院(12例)、入院時FIMの運動項目合計点(mFIM)が91点(4例)、mFIM利得がマイナス(8例)である。その結果、547例が対象患者となった。

mFIM利得を目的変数とした重回帰分析を行った。説明変数は、年齢、発症から入院までの日数、入院時mFIM、入院時FIMの認知項目合計点(cFIM)の4項目(model 1)、あるいは1か月間mFIM改善と1か月間cFIM改善を加えた6項目(model 2)とした。得られた二つの予測式について、自由度修正済み決定係数 $R^{*2}$ 、mFIM利得の実測値から予測値を引いた「残差」を調査した。なお、多くの報告では決定係数 $R^2$ の数値が報告されているが、 $R^2$ は、説明変数の数を多くすれば、それが有用なものでなくても高い値になる。そこで、無意味な変数を説明変数に使った時に値が下がるように説明変数の数やデータ数で補正したものが、自由度修正済み決定係数 $R^{*2}$ であり、 $R^2 > R^{*2}$ という関係がある。

本研究は、筆者らが所属する病院の臨床研究審査委員会の許可を得て行った。個人情報はずべてデータ化して個人が特定できないように処理した。FIMはFIM第3版日本語版[3]、統計ソフトはIBM SPSS Statistics version 23.0を用いた。

## 結果

対象患者547例の基本属性データを表1に示す。発症から入院までの日数が短いことを除けば、回復期リハ病棟の全国調査[4]とほぼ同様の患者と考えられた。mFIM利得は、0～77点の範囲にあり、平均は $21.2 \pm$ 標準偏差15.5点であった。

入院時のデータ4項目を説明変数とした予測式(model 1)では、 $R^{*2}$ は0.364であった(表2a)。1か月間mFIM改善と1か月間cFIM改善を加えた6項目を説明変数とした予測式(model 2)では、 $R^{*2}$ は0.711となった(表2b)。model 2では、「発症から入院までの日数」を除く5つの説明変数が有意であった。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「標準化偏回帰係数」は、1か月間mFIM改善、入院時mFIM、入院時cFIM、年齢、1か月間cFIM改善の順に大きかった。mFIM利得の実測値から予測値を引いた「残差」は、model 1が $0 \pm 12.3$ 、model 2が $0 \pm 8.3$ となった。

mFIM利得の実測値と残差との関係は、model 1ではmFIM利得の実測値が10点以下の患者で残差がマイナス(予測値>実測値)、50点以上の患者で残差がプラス(実測値>予測値)となることが多かったが(図1a)、model 2では10点以下の患者における残差の絶対値が縮小した(図1b)。

## 考察

本研究は、回復期リハ病棟に入院した脳卒中患者を対象にして、重回帰分析によってmFIM利得を予測する際に、1か月間FIM改善を説明変数に加えることで、予測式の自由度修正済み決定係数 $R^{*2}$ が0.364から0.711に向上することを明らかにした。特に、

表1. 対象患者の基本属性データ

	対象患者	全国調査 [4]
患者数 (例)	547	9,031
年齢 (歳)	$69.8 \pm 12.1$ (70)	73.3
男性, 女性	300例, 247例	56.7%, 43.3%
脳梗塞, 脳出血, くも膜下出血	318例, 175例, 54例	—
発症から入院までの日数 (日)	$18.3 \pm 9.4$ (16)	$29.6 \pm 13.9$
在院日数 (日)	$91.3 \pm 39.1$ (91)	$81.3 \pm 45.1$
入院時運動 FIM (点)	$45.6 \pm 24.8$ (46)	—
入院時認知 FIM (点)	$22.1 \pm 9.3$ (24)	—
入院時 FIM 総得点 (点)	$67.7 \pm 32.3$ (70)	$71.1 \pm 31.3$
1か月間運動 FIM 改善 (点)	$12.4 \pm 10.7$ (11)	—
1か月間認知 FIM 改善 (点)	$2.4 \pm 3.5$ (2)	—
退院時運動 FIM (点)	$66.8 \pm 24.4$ (77)	—
退院時認知 FIM (点)	$26.4 \pm 8.4$ (29)	—
退院時 FIM 総得点 (点)	$93.2 \pm 31.8$ (107)	$88.3 \pm 33.6$
運動 FIM 利得 (点)	$21.2 \pm 15.5$ (19)	—
認知 FIM 利得 (点)	$4.2 \pm 4.7$ (3)	—
FIM 総得点利得 (点)	$25.4 \pm 18.3$ (23)	$17.1 \pm 17.4$

数値：平均±標準偏差(中央値)、FIM：Functional Independence Measure、—：記載なし。

表 2. 運動 FIM 利得を目的変数とした重回帰分析

a) model 1：入院時のデータ 4 項目を説明変数とした予測式

	偏回帰係数 (B)	B の 95%信頼区間		標準偏回帰係数 ( $\beta$ )	有意確率 (p)
		下限	上限		
年齢	-0.444	-0.534	-0.355	-0.348	<0.001
発症から入院までの日数	-0.202	-0.316	-0.088	-0.123	0.001
入院時運動 FIM	-0.497	-0.559	-0.435	-0.798	<0.001
入院時認知 FIM	0.770	0.601	0.938	0.461	<0.001

回帰式の p 値：<0.001, 決定係数  $R^2$ ：0.368, 自由度修正済み決定係数  $R^{*2}$ ：0.364, 定数項：61.530.

b) model 2：1 か月間 FIM 改善を加えた 6 項目を説明変数とした予測式

	偏回帰係数 (B)	B の 95%信頼区間		標準偏回帰係数 ( $\beta$ )	有意確率 (p)
		下限	上限		
年齢	-0.238	-0.301	-0.175	-0.186	<0.001
発症から入院までの日数	-0.060	-0.138	0.017	-0.036	0.128
入院時運動 FIM	-0.338	-0.384	-0.292	-0.543	<0.001
入院時認知 FIM	0.492	0.354	0.630	0.294	<0.001
1 か月間運動 FIM 改善	0.859	0.781	0.937	0.596	<0.001
1 か月間認知 FIM 改善	0.467	0.214	0.721	0.105	<0.001

回帰式の p 値：<0.001, 決定係数  $R^2$ ：0.715, 自由度修正済み決定係数  $R^{*2}$ ：0.711, 定数項：31.645. 6 つの説明変数の間で 0.8 以上の相関はなかった.

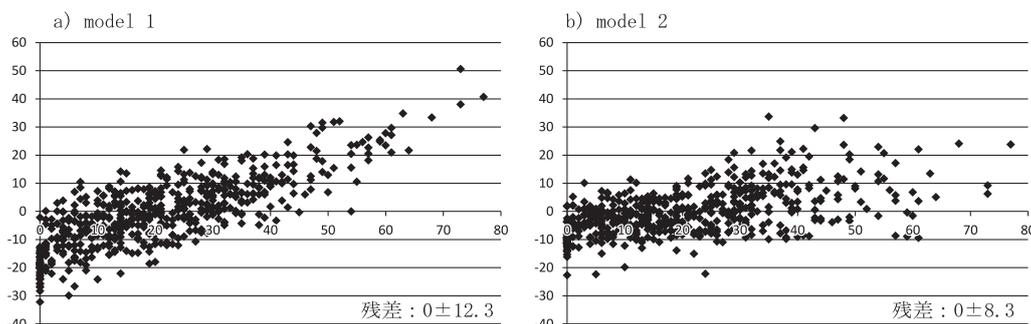


図 1. 運動 FIM 利得の実測値と残差との関係  
 model 1：入院時のデータ 4 項目を説明変数とした予測式.  
 model 2：1 か月間 FIM 改善を加えた 6 項目を説明変数とした予測式.  
 横軸：運動 FIM 利得の実測値, 縦軸：残差 (運動 FIM 利得の実測値-予測値).  
 点は個々の患者を示す.

mFIM 利得が 10 点以下の患者における予測精度が向上した. 回復期リハ病院に入院した脳卒中患者を対象にして重回帰分析によって FIM 利得を予測した報告 [5-9] のうち, 本研究のような「1 か月間 FIM 改善を説明変数に加えた予測式」はなかった (表 3).

「予測に用いる変数を単に増やしても必ずしも予測精度は上がらず [10, 11], なるべく簡単な予測方法を用いることの利点も示されている [12]」と脳卒中治療ガイドライン 2015 に記載されている [2]. 一方で, 併存疾患 [13], Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) [14], 日常生活機能評価表 [9] などを説明変数に加えた方が, 重回帰分析の予測精度が高まるという報告もある. mFIM 利得に対する影響力の大きい要因を適切な数だけ予測式に組み込むことで, 予測精

度を向上させるという研究も, もちろん必要である.

mFIM 利得の予測における  $R^{*2}$  の大きさ (0.364 から 0.711 に向上) について考察する. Meyer ら [1] の「急性期病院」に入院した脳卒中患者を対象にしたレビューにおいて, FIM 利得を予測する際の  $R^2$  は 0.08~0.4 (平均 0.22) と低かった. 「回復期リハ病院」に入院した脳卒中患者を対象にした報告でも  $R^2$  は 0.275~0.426 程度であった [5-9] (表 3).  $R^2$  がどれくらい以上あればよいという明確な基準はないが,  $R^2 \geq 0.5$  (望ましくは  $R^2 \geq 0.7$ ) と言われている [15]. FIM 利得を予測する重回帰分析の  $R^{*2}$  が 0.711 という数値は, これまでの報告のなかで最も大きく, 望ましい  $R^2$  に達した. 併存疾患を加えることによる退院時 FIM の  $R^{*2}$  上昇が 0.066 (0.732 から 0.798 へ)

表 3. 回復期リハ病院に入院した脳卒中患者を対象にして重回帰分析によって FIM 利得を予測した報告

報告	FIM	患者数	有意な説明変数の数	$R^2$	$R^{*2}$
Nishioka et al. [5]	FIM 総得点	178	6	0.426	—
徳永ら [6]	運動 FIM	1,884	7	0.421	—
Tokunaga et al. [7]	運動 FIM	2,542	6	—	0.405
Scrutinio et al. [8]	FIM 総得点	722	5	0.275	—
Tokunaga et al. [9]	FIM 総得点	256	3	0.275	—
本研究	運動 FIM	547	5	0.715	0.711

$R^2$ ：決定係数， $R^{*2}$ ：自由度修正済み決定係数。

[13], SIAS を加えることによる退院時 FIM の  $R^{*2}$  上昇が 0.03 (0.61 から 0.64 へ) [14], 日常生活機能評価表を加えることによる FIM 利得の  $R^2$  上昇が 0.036 (0.239 から 0.275 へ) [9] であったことと比較すると, mFIM 利得の  $R^{*2}$  上昇が 0.347 (0.364 から 0.711 に向上) という数値は大きかった。なお, 目的変数を退院時 mFIM にした解析を行うと, model 1 の  $R^{*2}$  は 0.744, model 2 の  $R^{*2}$  は 0.884 であった (データ未提示)。

本研究の限界として以下の点が挙げられる。第 1 に, 4 つの説明変数が適切かという点である。「本邦の回復期リハ病院に入院した脳卒中患者において, 重回帰分析を用いて退院時 FIM あるいは FIM 利得を予測した 16 報告のレビュー」において, 5 つ以上の報告で用いられその半数以上で有意であった要因は, 年齢, 発症から入院までの日数, 入院時 mFIM, 入院時 cFIM, 入院時 FIM 総得点, 在院日数の 6 項目であった [16]。そのため本研究では FIM 総得点と在院日数を除く 4 項目を説明変数として用いた。第 2 に, mFIM 利得の予測では, あくまで入院時のデータだけで予測すべきという意見である。これが理想だが, 現在の重回帰分析の予測精度は, 退院時 FIM を予測する場合でも, 「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ほどではないレベル」とされている [17]。mFIM 利得の予測精度を上げるためには, 1 か月間 FIM 改善を説明変数に加えるという手法も考慮されるべきだろう。第 3 に,  $R^2$  や  $R^{*2}$  の数値は対象患者によって異なる点である。そのためこの数値の大小を対象患者の異なる報告の間で正確に比較することは難しい。第 4 に, 1 病院における調査という点である。第 5 に, 妥当性について検証していない点である。

本研究で有用性を示した「1 か月間 FIM 改善を説明変数に加えること」に, 適切な要因を適切な数だけ説明変数に加えること, 入院時 mFIM を層別化すること [7, 18, 19] などを組み合わせることで, 重回帰分析を個々の症例での予測が当たるレベルまで高めることが, 今後の研究課題である。さらに, 1 か月間 FIM 改善よりもっと早い時点 (1 週間 FIM 改善など) での調査が望まれる。筆者らは, 入院 1 か月後に家族面談を行っており, 1 か月間の FIM 改善によって入院時の予後予測を修正している。この調査時点が退院時 (在院日数の中央値は 91 日) に近づくほど予測精度は上がるはずである。もっと早期に FIM 改善を評価した場合に, どの程度正確な予後予測ができる

のか, 今後明らかにされる必要がある。

## 文献

1. Meyer MJ, Pereira S, McClure A, Teasell R, Thind A, Koval J, et al. A systematic review of studies reporting multivariable models to predict functional outcomes after post-stroke inpatient rehabilitation. *Disabil Rehabil* 2015; 37: 1316–23.
2. The Japan Stroke Society. Japanese guidelines for the management of stroke 2015. Tokyo: Kyowa Kikaku; 2015. p. 272–4. Japanese.
3. The Data Management Service of the Uniform Data System for Medical Rehabilitation and the Center for Functional Assessment Research: Guide for use of the uniform data set for medical rehabilitation (Ver.3.0). New York: State University of New York at Buffalo; 1990.
4. 2015 Annual Report from the Annual Survey Committee of Kaifukuki Rehabilitation Ward Association. 2016. p. 1–169. Japanese.
5. Nishioka S, Wakabayashi H, Nishioka E, Yoshida T, Mori N, Watanabe R. Nutritional improvement correlates with recovery of activities of daily living among malnourished elderly stroke patients in the convalescent stage. *J Acad Nutr Diet* 2016; 116: 837–43.
6. 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.
7. Tokunaga M, Mori Y, Ogata Y, Tanaka Y, Uchino K, Maeda Y, et al. Predicting FIM gain in stroke patients by adding median FIM gain stratified by FIM score at hospital admission to the explanatory variables in multiple regression analysis. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2016; 7: 13–8.
8. Scrutinio D, Monitillo V, Guida P, Nardulli R, Multari V, Monitillo F, et al. Functional gain after inpatient stroke rehabilitation: correlates and impact on long-term survival. *Stroke* 2015; 46: 2976–80.
9. Tokunaga M, Fukunaga K, Sannomiya K, Imada Y, Hamasaki H, Noguchi D, et al. The difference between measured Nichijo-seikatsu-kino-hyokahyo (NSKH) score and predicted NSKH score derived from ADL is related to FIM gain. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2013; 4: 61–6.
10. Gladman JR, Harwood DM, Barer DH. Predicting the outcome of acute stroke: prospective evaluation of five multivariate models and comparison with simple methods.

- J Neurol Neurosurg Psychiatry 1992; 55: 347–51.
11. Barer DH, Mitchell JR. Predicting the outcome of acute stroke: do multivariate models help? *Q J Med* 1989; 70: 27–39.
  12. Counsel C, Dennis M, McDowall M. Predicting functional outcome in acute stroke: comparison of a simple six variable model with other predictive systems and informal clinical prediction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 401–5.
  13. Liu M, Domen K, Chino N. Comorbidity measures for stroke outcome research. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 166–72.
  14. Tsuji T, Liu M, Sonoda S, Domen K, Chino N. The stroke impairment assessment set. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 863–8.
  15. Tsushima E. Learning medical data analysis with SPSS. Tokyo: Tokyo Tosyo; 2015. p. 88. Japanese.
  16. 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.
  17. Sonoda S. Significance of outcome study in rehabilitation. *Sogo Rehabil* 2008; 36: 7–10. Japanese.
  18. 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.
  19. Tokunaga M, Ikeda Y, Inoue M, Kodama J, Sakamoto M, Nagatomo M, et al. Multiple regression analysis stratified by age and FIM at admission. *J Clin Rehabil* 2015; 24: 828–34. Japanese.