

Original Article

運動 FIM と認知 FIM を層別化して4つの予測式を作ることで運動 FIM 利得を目的変数とした重回帰分析の予測精度が高まる —日本リハビリテーション・データベースを用いた研究—

徳永 誠,¹ 當利賢一,¹ 江口 宏,¹ 角 洋子,¹ 池島由貴,¹
牛島美幸,¹ 宮部伸子,¹ 辻本真也,¹ 福田恵美子¹

¹熊本機能病院総合リハビリテーション部

要旨

Tokunaga M, Tori K, Eguchi H, Kado Y, Ikejima Y, Ushijima M, Miyabe S, Tsujimoto S, Fukuda E. 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: 21-29.

【目的】要因を層別化することで運動 FIM 利得を目的変数とした重回帰分析の予測精度を上げることを目的とした。

【方法】脳卒中患者 2,542 例を対象とした。運動 FIM 利得を目的変数とした重回帰分析において 8 つの要因を層別化して予測式を作成し、運動 FIM 利得の実測値と予測値との相関を調査した。

【結果】相関係数は、1 つの予測式 (0.507) よりも、性別 (0.509)、脳卒中のタイプ (0.512)、在院日数 (0.516)、発症から入院までの日数 (0.518)、発症前 modified Rankin Scale (0.520)、年齢 (0.541)、入院時認知 FIM (0.588)、入院時運動 FIM (0.641) の層別化を行うことで大きくなり、入院時の運動 FIM と認知 FIM の 2 要因で 4 群に層別化した場合に 0.653 となった。

【結論】要因を層別化することで運動 FIM 利得の予測精度を高めることができた。

キーワード：Functional Independence Measure, FIM 利得, 重回帰分析, 層別化, 脳卒中

はじめに

機能予後を予測する重回帰分析の目的変数には、退

院時 Functional Independence Measure (FIM) や FIM 利得 (退院時 FIM - 入院時 FIM) が用いられる。Meyer ら [1] は、重回帰分析を用いて急性期脳卒中患者の機能予後を予測した 27 報告・63 予測式に関するレビューを行っているが、重回帰分析の目的変数は、退院時 FIM が 33 予測式、FIM 利得が 20 予測式、FIM 効率 (FIM 利得 / 在院日数) が 3 予測式、退院時 Barthel index (BI) が 5 予測式、BI 効率が 2 予測式であった。FIM 利得を用いた報告が退院時 FIM を用いた報告よりも少なかったのは、決定係数 R^2 の大きさが影響していると思われる。説明変数が目的変数のどの程度を説明できるのかを意味する R^2 は、退院時 FIM を予測した場合は平均 0.65 (最小 0.35 ~ 最大 0.82) であったのに対し、FIM 利得を予測した場合は平均 0.22 (0.08 ~ 0.4) と小さかった [1]。そのため、FIM 利得を予測する重回帰分析では、予測精度を高める手法が必要とされている。

その解決法として、「複数の予測式を作る」という手法がある。重回帰分析では、 $Y = aX_1 + bX_2 + cX_3$ (Y : 目的変数, $X_1 \sim X_3$: 説明変数, $a \sim c$: 偏回帰係数) という予測式が得られる。この式は、要因 (説明変数) と目的変数に直線関係があることを想定している。説明変数と目的変数に直線関係がない場合には、要因を層別化して複数の予測式を作成したほうが予測精度が高まると考えられる。そこで「退院時 FIM」を予測する重回帰分析において、Inouye [2] は、年齢を 5 群に層別化して 5 つの予測式を作成した。Sonoda ら [3] は入院時 FIM で 2 群 (80 点以上と 80 点未満) に層別化すべきことを示し、平野ら [4] は、入院時 FIM を 3 群に層別化して 3 つの予測式を作成した。Tokunaga ら [5] は、入院時運動 FIM、入院時認知 FIM、年齢の 3 つの要因で層別化して 8 つの予測式を作成した。「FIM 利得」を予測する重回帰分析においても、Wang ら [6] や徳永ら [7] は、入院時 FIM を 2 群に層別化して 2 つの予測式を作成し、Imada ら [8] は入院時運動 FIM と認知 FIM で層別化して 3 つの予測式を作成した。しかし、これらの報告 [2-8] では、複数の予測式を作成することで、1 つの予測式よりも予測精度がどの程度高まるのかについては明らかでなかった。

徳永ら [9] は、脳卒中患者の退院時 FIM を予測す

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 8 日受理

本研究において一切の利益相反はありません。

る際に、年齢で2群、入院時FIMで3群、計6群に層別化して6つの予測式を作ったほうが、1つの予測式よりも退院時FIMの実測値と予測値の相関が大きい(相関係数は前者が0.893、後者が0.863)ことを示した。しかし、入院時FIMを層別化する意義は、退院時FIMを予測する場合よりもFIM利得を予測する場合のほうが大きいと考えられる。入院時FIMを横軸、退院時FIMを縦軸にした図を作ると(多少上に凸の関係はあるが)入院時FIMが高いほど退院時FIMが高いという関係があるのに対し、FIM利得を縦軸にした場合は、山型の関係になる(入院時FIMとFIM利得との関係は直線関係ではない)(図1)。これは、全介助レベルには改善の難しい患者が多く含まれるため、軽介助レベルでは天井効果のためにFIM利得が小さくなるのに対し、中等介助の患者の利得は大きいことが多いからである[10]。そのため、FIM利得を予測する場合には(退院時FIMを予測する場合以上に)、入院時FIMで層別化すべきだろう。

最近、Tokunagaら[11]は、脳卒中患者の運動FIM利得を予測する際、入院時運動FIMで2群に層別化して2つの予測式を作成すると、層別化しない1つの予測式よりも運動FIM利得の実測値と予測値との相関が大きい(相関係数は前者が0.641、後者が0.507)ことを示した。しかし運動FIM利得を予測する場合、入院時運動FIM以外のさまざまな要因を層別化することで、どの程度まで運動FIM利得の実測値と予測値の相関が高まるのかについては、明らかでなかった。

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全国データを用い、重回帰分析によって運動FIM利得を予測した。その際、年齢、性別、脳卒中のタイプ、発症前modified Rankin Scale(mRS)、発症から入院までの日数、入院時運動FIM、入院時認

知FIM、在院日数などを層別化して予測式を作り、運動FIM利得の実測値と予測値との相関係数を比較することを目的とした。

対象と方法

日本リハビリテーション・データベース(Japan Rehabilitation Database: JRD)の患者データを用いた。JRDを運用する日本リハビリテーション・データベース協議会(Japan Association of Rehabilitation Database: JARD)は、リハビリテーションに関わるデータベースを構築・運用することにより、リハビリテーション医学・医療の質の向上に資することを目的として、2012年9月に設立された[12]。JARDの構成団体は、日本リハビリテーション医学会、日本理学療法士協会、日本作業療法士協会、日本語聴覚士協会であり、全国の参加施設から、脳卒中、大腿骨頸部骨折、脊髄損傷の患者データが集められている[13]。JRDでは、個人情報すべてデータ化され、個人が特定できないように処理されている。本研究は、JARDの許可を得て行った。

本疫学研究は、後ろ向き調査である。2015年4月版JRD(脳卒中・回復期リハビリテーション病棟)に登録された脳卒中患者6,322例から、外れ値と見なせる例外的な患者の影響を低減するために、次の選択基準を満たす者に限定した。年齢が15~99歳、発症から入院までの日数が5~90日、回復期リハビリテーション病棟の在院日数が21~210日、入院時運動FIMが91点を除く、FIM利得が0点以上、検討項目がすべて入力されているという条件である(図2)。こうして得られた2,542例を対象患者とした。この対象患者は、以前の報告[11]と同じ患者である。対象患者の基本属性データを表1に示す。

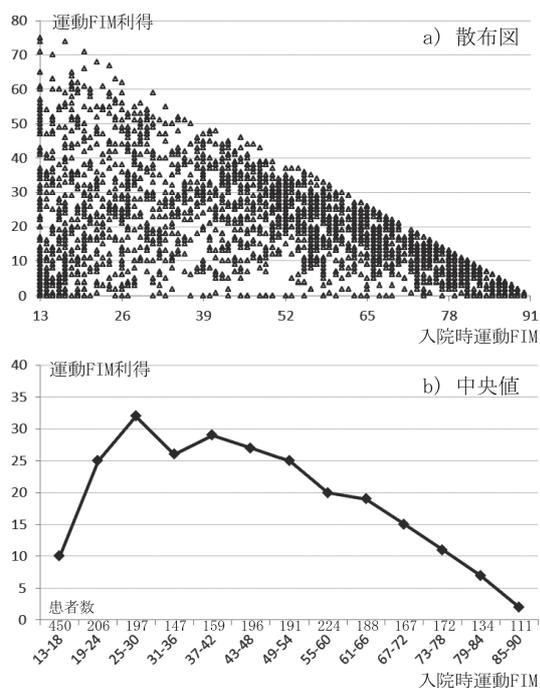


図1. 入院時運動FIMと運動FIM利得との関係
本研究の対象患者2,542例のデータ。

検討1：層別化した要因ごとの運動FIM利得

年齢、性別、脳卒中のタイプ、発症前mRS、発症から入院までの日数、入院時運動FIM、入院時認知FIM、在院日数の8要因を層別化した。脳卒中のタイプは3群(脳梗塞、脳出血、くも膜下出血)に分けたが、それ以外の7要因は2群に分けた。性別は、男性と女性の2群に分けた。年齢は、70歳以上のFIM改善は年齢が上がるとほぼ直線的に低下する[14-16]ことから、69歳以下と70歳以上の2群に分けた。発症から入院までの日数は41日以下と42日以上、入院時認知FIMは5~14点と15~35点でFIM改善が異なる[17]ことから、発症から入院までの日数と入院時認知FIMはこの区分で2群に分けた。入院時運動FIMは、25~30点[14]、31~36点[17]あたりが運動FIM利得のピークであることから、以前の報告[11]と同様に、13~30点と31~90点の2群に分けた。発症前mRSと在院日数は、中央値(表1)を基準にして、発症前mRSは0点と1~5点の2群、在院日数は99日以下と100日以上の2群に分けた。そしてこの2群(脳卒中のタイプのみ3群)間で運動FIM利得を比較した。2群間比較にはMann-Whitney U検定を用いた。3群間比較には、Kruskal-Wallis検定を行い、有意差があればSceffé法による多重比較を行った。

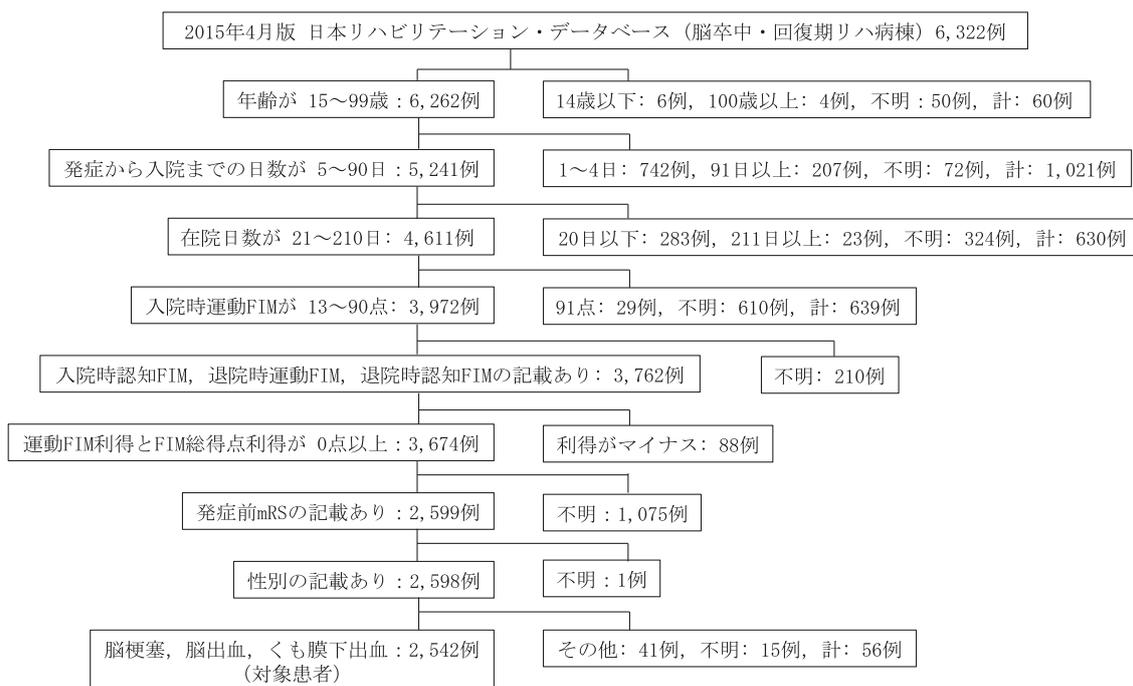


図 2. 対象患者絞り込みのフローチャート
FIM: Functional Independence Measure, mRS: modified Rankin Scale.

表 1. 基本属性データ

患者数	2,542 例
男性, 女性	1,492 例, 1,050 例
脳梗塞, 脳出血, くも膜下出血	1,613 例, 772 例, 157 例
年齢 (歳)	69.3±12.9 (71)
発症前 mRS	0.7±1.4 (0)
発症から入院までの日数 (日)	36.3±15.2 (33)
在院日数 (日)	101.6±44.8 (100)
入院時運動 FIM(点)	45.7±23.2 (46)
入院時認知 FIM(点)	21.9±9.0 (23)
入院時 FIM 総得点(点)	67.6±29.9 (69)
退院時運動 FIM(点)	65.7±23.1 (74)
退院時認知 FIM(点)	25.7±8.3 (28)
退院時 FIM 総得点(点)	91.4±29.9 (101)
運動 FIM 利得 (点)	20.0±14.8 (18)

数値: 平均 ± 標準偏差 (中央値).

検討 2: 運動 FIM 利得を目的変数とした重回帰分析

以前の報告 [11] と同様に, 年齢, 発症前 mRS, 発症から入院までの日数, 入院時運動 FIM, 入院時認知 FIM の 5 項目を説明変数, 運動 FIM 利得を目的変数とした重回帰分析を行った. その際, 年齢を 69 歳以下と 70 歳以上に分けて 2 つの予測式を作成した. 同様に他の 7 つの要因も検討 1 で示した区分で層別化して 2 つ (脳卒中のタイプのみ 3 つ) の予測式を作成した.

検討 3: 運動 FIM と認知 FIM の 2 要因による層別化

検討 2 において 8 要因それぞれの層別化の影響は, 入院時運動 FIM, ついで入院時認知 FIM で大きかったことから, この 2 要因で層別化した. 具体的には, 入院時運動 FIM を 2 群 (13~30 点と 31~90 点), 入院時認知 FIM を 2 群 (5~14 点と 15~35 点), 計 4 群に層別化して, 重回帰分析の予測式を 4 つ作成した.

検討 4: 重回帰分析で予測した退院時運動 FIM から入院時運動 FIM を引いた予測運動 FIM 利得

重回帰分析を用いた報告では, 退院時運動 FIM を予測したほうが, 運動 FIM 利得を予測するよりも決定係数 R^2 が大きい [1] ことから, まず重回帰分析によって退院時運動 FIM を予測した. この退院時運動 FIM の予測値から入院時運動 FIM を引いて, 運動 FIM 利得の予測値を求めた.

検討 2~4 において得られた運動 FIM 利得の予測値と実測値との相関, 実測値から予測値を引いた残差を調査した. 相関係数は, Pearson 相関係数の検定で求めた. 統計ソフトは Statcel 4 [18] と Mulcel [19] を用いた. 有意水準は 5% 未満とした.

結果

運動 FIM 利得は, 年齢, 発症前 mRS, 発症から入院までの日数, 入院時運動 FIM, 入院時認知 FIM, 在院日数において層別化した 2 群間で有意差を認め (Mann-Whitney U 検定). 具体的には, 69 歳以下, 発症前 mRS が 0 点, 発症から入院までの日数が 41 日以内, 入院時運動 FIM が 30 点以下, 入院時認知 FIM が 15 点以上, 在院日数が 100 日以上において, 有意に運動 FIM 利得が大きかった (表 2). 脳卒中のタイプも 3 群間で有意差があり (Kruskal-Wallis 検定),

脳出血は脳梗塞よりも有意に運動 FIM 利得が大きかった (Scheffé 法)。一方、性別による運動 FIM 利得の有意差は明らかでなかった。

重回帰分析の偏回帰係数は、年齢、発症前 mRS、発症から入院までの日数、入院時運動 FIM では負の数値 (これらの数値が大きいほど運動 FIM 利得は小さい)、入院時認知 FIM では正の数値 (入院時認知 FIM が高いほど運動 FIM 利得は大きい) であった (表 3)。

運動 FIM 利得の実測値と予測値との相関係数は、入院時運動 FIM による 2 群の層別化 (0.641)、入院時認知 FIM による 2 群の層別化 (0.588)、年齢による 2 群の層別化 (0.541)、発症前 mRS による 2 群の層別化 (0.520)、発症から入院までの日数による 2 群の層別化 (0.518)、在院日数による 2 群の層別化 (0.516)、脳卒中のタイプによる 3 群の層別化 (0.512)、性別による 2 群の層別化 (0.509)、層別化を行わない 1 つの予測式 (0.507) の順で大きかった (表 3)。運動 FIM 利得の実測値から予測値を引いた「残差」の平均値はいずれも 0 であり、残差の標準偏差 (SD) は 11.4 (入院時運動 FIM) ~12.8 (性別) の範囲にあった。

入院時運動 FIM と入院時認知 FIM の 2 要因で層別化した 4 つの予測式では、運動 FIM 利得の実測値と予測値との相関係数は 0.653 であり、相関係数が最も大きくなった (表 4)。残差 (平均 ±SD) は 0 ± 11.2 であり、残差の SD は最も小さくなった。入院時運動 FIM の偏回帰係数の符号は、13~30 点の群では正の

数値 (入院時運動 FIM が高いほど運動 FIM 利得が大きい)、31~90 点では負の数値 (入院時運動 FIM が低いほど運動 FIM 利得が小さい) であった。この 4 つの予測式について、運動 FIM 利得の実測値を横軸に、予測値を縦軸にとると (図 3c, d)、層別化しない 1 つの予測式 (図 3a, b) よりも、運動 FIM 利得の実測値と予測値が一致する直線にわずかに近づいた。しかし、入院時運動 FIM が 13~30 点の患者 (図 3c) や運動 FIM 利得の実測値が 0 点あるいは 60 点近くの両極端の患者を予測することは困難であった。

退院時運動 FIM を予測する重回帰分析の R^2 は 0.693 であった。重回帰分析で得られた退院時運動 FIM の予測値から入院時運動 FIM を引いて運動 FIM 利得の予測値を求めた場合、運動 FIM 利得の実測値と予測値との相関係数は 0.507 となり、運動 FIM 利得の予測値を重回帰分析で直接求めた場合と同じ数値になった。

考察

運動 FIM 利得の実測値と予測値との相関係数は、1 つの予測式では 0.507、入院時運動 FIM で層別化して 2 つの予測式を作成すると 0.641 であった。これは、以前の検討 [11] と同じ結果である。今回は、年齢、性別、脳卒中のタイプ、発症前 mRS、発症から入院までの日数、入院時認知 FIM、在院日数の 7 つの要因を層別化する意義について調査した。その結

表 2. 要因を層別化した群間での運動 FIM 利得の比較

	層別化	患者数	運動 FIM 利得	有意差
年齢	69 歳以下	1,133	21.8 ± 15.5 (20)	$p < 0.001$
	70 歳以上	1,409	18.5 ± 14.1 (16)	
性別	男性	1,492	20.0 ± 14.6 (18)	0.68
	女性	1,050	20.0 ± 15.2 (18)	
脳卒中	脳梗塞	1,613	18.9 ± 14.0 (17)*	$p < 0.001$
	脳出血	772	22.2 ± 15.7 (20)*	
	くも膜下出血	157	20.0 ± 17.4 (16)	
発症前 mRS	0	1,795	20.7 ± 15.0 (19)	$p < 0.001$
	1~5	747	18.1 ± 14.2 (16)	
発症~入院	41 日以下	1,701	21.1 ± 15.0 (19)	$p < 0.001$
	42 日以上	841	17.7 ± 14.3 (16)	
入院時運動 FIM	13~30 点	853	23.2 ± 19.3 (20)	$p < 0.01$
	31~90 点	1,689	18.3 ± 11.7 (17)	
入院時認知 FIM	5~14 点	614	19.4 ± 17.4 (16)	$p < 0.01$
	15~35 点	1,928	20.1 ± 13.9 (18)	
在院日数	99 日以下	1,263	16.9 ± 13.8 (14)	$p < 0.001$
	100 日以上	1,279	22.9 ± 15.2 (22)	

FIM: Functional Independence Measure, mRS: modified Rankin Scale, 発症~入院: 発症から入院までの日数。運動 FIM 利得の数値: 平均 ± 標準偏差 (中央値), 有意差: 2 群間比較は Mann-Whitney U 検定, 3 群間比較は Kruskal-Wallis 検定。

*: 多重比較 (Scheffé 法) で * と * の間で有意差あり ($p < 0.01$)。

表 3. 運動 FIM 利得を目的変数とした重回帰分析

層別化	なし	入 mFIM		年齢		性別		脳卒中のタイプ		
		13~30 点	31~90 点	69 歳以下	70 歳以上	男性	女性	脳梗塞	脳出血	くも膜下出血
患者数	2,542	853	1,689	1,133	1,409	1,492	1,050	1,613	772	157
説明変数										
年齢	-0.212	-0.45	-0.142	-0.130	-0.300	-0.178	-0.265	-0.179	-0.229	-0.160
発症前 mRS	-1.528	-1.493	-1.233	-1.123	-1.553	-1.486	-1.517	-1.404	-1.682	-0.170
発症一入院	-0.139	-0.211	-0.092	-0.084	-0.189	-0.146	-0.128	-0.130	-0.171	-0.166
入 mFIM	-0.410	0.674	-0.561	-0.505	-0.326	-0.410	-0.408	-0.400	-0.425	-0.439
入 cFIM	0.539	0.653	0.194	0.479	0.575	0.506	0.578	0.551	0.583	0.461
定数項	47.647	43.572	59.899	47.195	51.893	46.218	50.222	43.711	49.950	50.736
p 値	p < 0.001									
R ²	0.257	0.314	0.510	0.366	0.203	0.259	0.260	0.248	0.273	0.227
相関係数	0.507	0.641		0.541		0.509		0.512		
残差	0±12.8	0±11.4		0±12.5		0±12.8		0±12.7		

層別化	発症前 mRS		発症一入院		入 cFIM		在院日数	
	0	1~5	41 日以下	42 日以上	5~14 点	15~35 点	99 日以下	100 日以上
患者数	1,795	747	1,701	841	614	1,928	1,263	1,279
説明変数								
年齢	-0.188	-0.293	-0.218	-0.204	-0.404	-0.184	-0.141	-0.272
発症前 mRS	/	-1.236	-1.554	-1.514	-1.417	-1.398	-1.213	-1.771
発症一入院	-0.137	-0.149	-0.121	-0.061	-0.155	-0.131	-0.14	-0.147
入 mFIM	-0.441	-0.304	-0.454	-0.318	-0.151	-0.461	-0.397	-0.381
入 cFIM	0.509	0.580	0.521	0.536	2.111	0.299	0.489	0.578
定数項	48.115	48.524	50.218	38.753	40.068	54.608	42.355	50.960
p 値	p < 0.001							
R ²	0.301	0.172	0.303	0.164	0.247	0.395	0.241	0.230
相関係数	0.520		0.518		0.588		0.516	
残差	0±12.7		0±12.7		0±12.0		0±12.7	

FIM：Functional Independence Measure, mFIM：運動 FIM, cFIM：認知 FIM, 入：入院時, mRS：modified Rankin Scale.
 発症一入院：発症から入院までの日数, 説明変数の数値：偏回帰係数, R²：決定係数, 残差の数値：平均 ± 標準偏差.
 相関係数：運動 FIM 利得の実測値と予測値との相関係数 (Pearson 相関係数の検定), 残差：運動 FIM 利得の実測値から予測値を引いた数値
 層別化なしと入 mFIM での層別化の結果は文献 11 と同様である.
 /：発症前 mRS が 0 の場合は, 説明変数に発症前 mRS を加えなかった.

果, 相関係数は, 入院時認知 FIM (0.588), 年齢 (0.541), 発症前 mRS (0.520), 発症から入院までの日数 (0.518), 在院日数 (0.516), 脳卒中のタイプ (0.512) の順で大きいことが明らかになった. 性別の相関係数は 0.509 にすぎず, 検討 1 の運動 FIM 利得の比較においても性別による有意差がなかったことから, 男女で別の予測式を作る意義は乏しいと考えられた.

重回帰分析の 5 個の説明変数のうち, 年齢, 発症前 mRS, 発症から入院までの日数, 入院時認知 FIM では, 層別化した 2 つの予測式において, これら要因の偏回帰係数の数値は異なっていたが, 符号は同じであった. たとえば, 入院時認知 FIM の偏回帰係数は, 入院時認知 FIM が 5~14 点の群では 2.111 であり, 15~35 点の群では 0.299 であった. 一方, 入院時運動 FIM の偏回帰係数の符号は, 13~30 点の群では正, 31~90 点では負になり, 入院時運動 FIM と運動 FIM 利得との山型の関係 (図 1) を正確に反映してい

た. そして, このように説明変数と目的変数が直線関係から大きく外れる要因ほど, 層別化を行う意義が大きいと考えられた.

重回帰分析のレビューを行った Meyer ら [1] は, 「興味深いことに, 退院時 FIM を目的変数とした場合, 入院時 FIM の偏回帰係数は常に正の数値であったが, FIM 利得を目的変数とした場合は, 9 予測式のうち 6 予測式において負の数値であった。」と述べている. これは, 入院時運動 FIM が 31~90 点 (入院時運動 FIM の偏回帰係数は負) の患者数が, 13~30 点 (偏回帰係数は正) の患者数がよりも多いために, 1 つの予測式しか作らない場合は, 入院時運動 FIM の偏回帰係数は負の数値になると説明できる.

入院時運動 FIM と入院時認知 FIM を層別化する意義が大きかったことから, この 2 要因を組み合わせる 4 つの予測式を作成したところ, 相関係数は最も大きくなり (0.653), 残差の SD は最も小さくなった. そのため, 本研究で行った重回帰分析のなかでは, こ

表 4. 運動 FIM と認知 FIM で 4 群に層別化した 4 つの予測式

入院時運動 FIM	13~30 点		31~90 点	
	5~14 点	15~35 点	5~14 点	15~35 点
患者数	482	371	132	1,557
説明変数				
年齢	-0.429	-0.499	-0.276	-0.132
発症前 mRS	-1.186	-1.740	-2.502	-1.134
発症—入院	-0.167	-0.252	-0.063	-0.094
入 mFIM	0.781	0.367	-0.478	-0.566
入 cFIM	1.613	0.709	0.655	0.203
定数項	30.370	52.657	59.714	59.311
p 値	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.001$
R ²	0.314	0.262	0.333	0.529
相関係数	0.653			
残差	0±11.2			

たとえば、入院時運動 FIM が 13 点・入院時認知 FIM が 5 点の患者は、左端の予測式を用いて運動 FIM 利得の予測値を算出する。

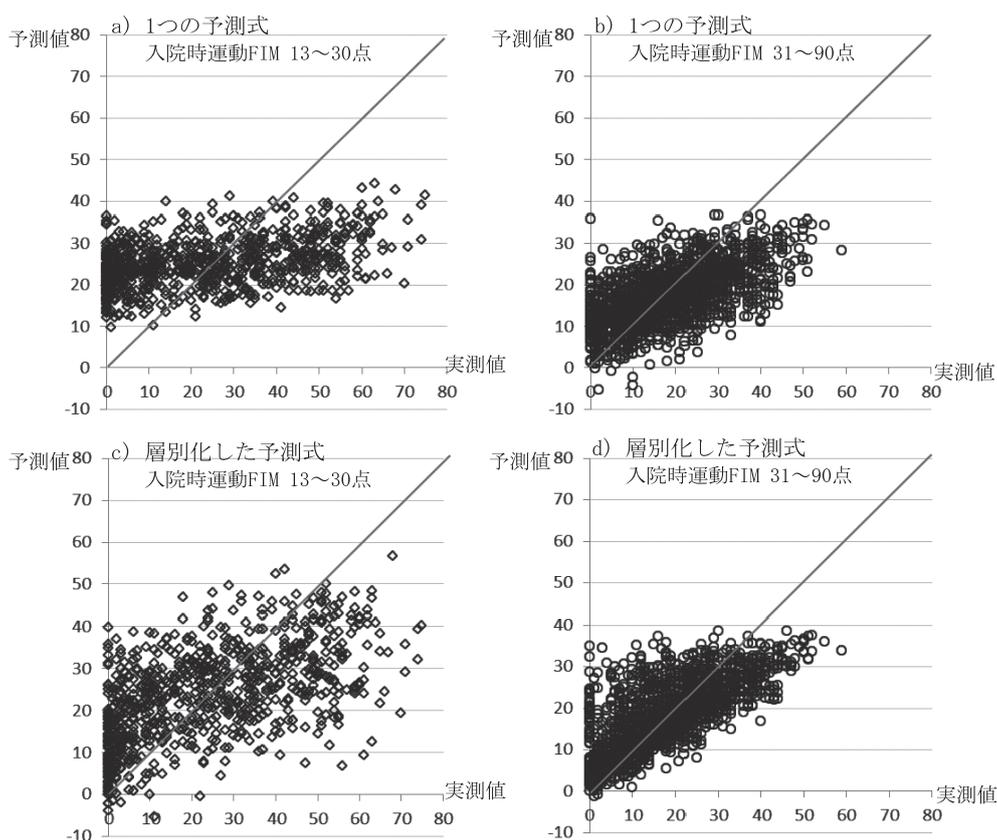


図 3. 運動 FIM 利得の実測値と予測値との関係
層別化した予測式：入院時運動 FIM で 2 群，入院時認知 FIM で 2 群，計 4 群に層別化した 4 つの予測式。

の「運動 FIM と認知 FIM を層別化して 4 つの予測式を作る」方法が、最も運動 FIM 利得の予測精度が高いと考えられた。脳卒中患者すべてに適合する 1 つの予測式を作ることは難しく、患者の運動 FIM と認

知 FIM に合う複数の予測式を作るべきだろう。

さらに 3 番目に層別化する意義が大きかった年齢を加えて、入院時運動 FIM，入院時認知 FIM，年齢の 3 要因で 8 群に層別化することを考えた。しかし、

入院時運動 FIM が 31～90 点で入院時認知 FIM が 5～14 点という群の患者数が 132 例 (表 4) であったため、さらに年齢で層別化することはできなかった。これは重回帰分析では、説明変数の数×15 以上の患者数が必要とされるため [20]、5 個の説明変数を用いた場合、各群 75 例以上の患者数が必要になるからである。

退院時 FIM を予測する際の決定係数 R^2 (平均 0.65) は、FIM 利得を予測する際の R^2 (平均 0.22) よりも大きい [1] ことから、重回帰分析でまず退院時運動 FIM を予測し、これから入院時運動 FIM を引くことで運動 FIM 利得の予測値を求めてみたが、重回帰分析で運動 FIM 利得の予測値を直接求めた場合と予測精度は同じであった。「退院時 FIM = 入院時 FIM + FIM 利得」であることから、入院時 FIM と退院時 FIM には相関があり、そのために、退院時 FIM を予測する場合の R^2 が大きくなっているのである。したがって、退院時 FIM の R^2 も (FIM 利得の R^2 と同様に) 高い数値とはいえないだろう。

本研究の課題として以下の点が挙げられる。第一に、入院時運動 FIM が 13～30 点の患者の機能予後予測が困難な点である。残差の平均値が 0 点といっても SD は 11.2～12.8 点もあった。特に日常生活活動がまったく改善せず運動 FIM 利得が 0 点になる患者や著明に改善して運動 FIM 利得が 60 点近くになる患者を的確に予測することは困難であった。第二に、説明変数の数が 5 個で十分かという点である。しかし、Meyer ら [1] のレビューにおいても、予測式に組み込まれた有意な説明変数の数は、平均 4.1 個であった。第三に、本研究で検討した要因以外にも層別化すべき要因があるという可能性である。第四に、妥当性を検証していないことである。対象患者を作成群と検証群の 2 群に分け、検証群のデータを用いて予測式の内的妥当性を検証すること、あるいは他の施設の患者群を用いて外的妥当性 [21] を検証することが望ましい。だが、対象患者が 2,542 例あっても、入院時運動 FIM と入院時認知 FIM で 4 群に層別化すると、4 群のうち最も患者数の少ない群は 132 例になった。もし作成群と検証群の 2 群に分ければ、66 例ほどになる。これでは、検討 3 の「入院時運動 FIM と入院時認知 FIM で 4 群に層別化した重回帰分析」が行えない。第五に、層別化を増やすと 1 群あたりの患者数が減る、解析が煩雑になるという問題点である。第六に、層別化は、どこで区切るか、何群に層別化するかによって結果が異なる可能性がある点である。

重回帰分析の予測精度を高める方法は、本研究で検討した層別化以外にも、適切な説明変数を適切な数だけ組み込むことが考えられる。Meyer ら [1] の急性期脳卒中患者の重回帰分析 27 報告のレビューでは、126 個の要因が説明変数として投入され、そのうち有意であった要因は 63 個あった。日本の脳卒中治療ガイドライン 2015 [22] 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ないと記載されているが、併存疾患 [23]、Stroke Impairment Assessment Set [3, 24]、入院時 FIM ごとの FIM 利得の中央値 [11] などを説明変数に加えたほうが、予測精度が高まるという報告もある。

FIM 利得が 0 点となる患者や FIM 利得が極端に大

きくなる患者を正確に予測することが、今後の研究課題である。

謝辞

本研究は、日本リハビリテーション・データベース協議会により運用されている日本リハビリテーション・データベースのデータを用いたもので、データを提供していただいた協議会に感謝します。なお本報告の内容・結論は協議会の見解ではなく、筆者らの見解です。

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. Inouye M. Predicting models of outcome stratified by age after first stroke rehabilitation in Japan. *Am J Phys Med Rehabil* 2001; 80: 586–91.
3. Sonoda S, Saitoh E, Domen K, Chino N. Prognostication of stroke patients using SIAS and FIM. In: Chino N, Melvin JL, editor. *Functional Evaluation of Stroke Patients*. Tokyo: Springer-Verlag; 1995. p.103–14.
4. Hirano Y, Okura Y, Takeuchi M. The influence of ADL severity at admission on ADL at discharge in convalescent stroke rehabilitation. *Tohoku Rigaku-ryoho Kagaku* 2011; 23: 32–7. Japanese.
5. 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.
6. Wang H, Camicia M, Terdiman J, Hung YY, Sandel ME. Time to inpatient rehabilitation hospital admission and functional outcomes of stroke patients. *PM & R* 2011; Apr 3(4): 296–304.
7. Tokunaga M, Kondo K. Training time and FIM gain in patients with stroke in Kaifukuki rehabilitation hospitals. *Sogo Rehabil* 2014; 42: 245–52. Japanese.
8. Imada Y, Tokunaga M, Fukunaga K, Sannomiya K, Inoue R, Hamasaki H, et al. Relationship between cognitive FIM score and motor FIM gain in patients with stroke in a *Kaifukuki* rehabilitation ward. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2014; 5: 12–8.
9. 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.
10. Sonoda S, Nagai S, Saitoh E. A viewpoint and problem of the convalescent rehabilitation wards. *Jpn J Rehabil Med* 2005; 42: 614–7. Japanese.
11. 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.
12. Kondo K. Secondary analysis of the rehabilitation patient database. *Jpn J Rehabil Med* 2012; 49: 142–8. Japanese.
 13. Japan Association of Rehabilitation Database. Japanese. Available from: <http://square.umin.ac.jp/JARD/>
 14. Tokunaga M, Nakanishi R, Eguchi G, Kihara K, Tokisato K, Katsura K, et al. The influence of age on corrected motor FIM effectiveness. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2014; 5: 56–60.
 15. Tokunaga M, Watanabe S, Nakanishi R, Yamanaga H, Yonemitsu H, Mita S, et al. The influence of stroke type, gender, and age on FIM improvement. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2014; 5: 136–40.
 16. Tokunaga M, Honda S, Uyama E, Mita S, Terasaki T, Hirata Y, et al. Difference of FIM improvement between subtypes of brain infarction. *J Clin Rehabil* 2014; 23: 1236–40. Japanese.
 17. Tokunaga M, Sannomiya K, Nakashima Y, Nojiri S, Tokisato K, Katsura K, et al. Formula for predicting FIM gain and discharge FIM: methods using median values of FIM gain stratified by admission FIM, age, cognitive function, and transfer interval. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2015; 6: 6–13.
 18. Yanai H. 4 Steps Excel Statistics. Saitama: OMS Publishing Inc; 2005. p. 1–309. Japanese.
 19. Yanai H. Practical Multivariate Analysis Great Utilities on Excel. Saitama: OMS Publishing Inc; 2005. p. 1–174. Japanese.
 20. Shintani A. Medical Statistics. Tokyo: Igaku-shoin; 2015. p.1–167. Japanese.
 21. Tokunaga M, Sannomiya K, Nakanishi R, Yonemitsu H. The external validity of multiple regression analyses predicting discharge FIM score in patients with stroke hospitalized in *Kaifukuki* rehabilitation wards. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2015; 6: 14–20.
 22. The Japan Stroke Society. Japanese Guidelines for the Management of Stroke 2015. Tokyo: Kyowa Kikaku; 2015. p.1–337. Japanese.
 23. Liu M, Domen K, Chino N. Comorbidity measures for stroke outcome research. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 166–72.
 24. Tsuji T, Liu M, Sonoda S, Domen K, Chino N. The stroke impairment assessment set. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 863–8.