

一般口演 | 医療データ解析

一般口演1

医療データ解析

2019年11月22日(金) 09:00 ~ 11:00 C会場 (国際会議場 2階国際会議室)

[2-C-1-08] SOFAスコアと DPCを活用した集中治療室至適入室期間の予測研究

○川崎 博史^{1,2}、札元 和江²、山本 むつみ²、吉田 拓真³、宇都 由美子¹（1. 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科医療システム情報学，2. 鹿児島市立病院看護部，3. 鹿児島大学大学院理工学研究科数理情報科学）

キーワード：SOFA, DPC, Intensive Care Unit, Optimal duration

【背景・目的】2018年度の診療報酬改定で特定集中治療室管理料について、SOFAスコアの測定が要件として加わった。

これは集中治療室入室患者の重症度を客観的に評価でき、今後特定集中治療室管理料加算の施設要件や患者アウトカムに使用されることが予測されている。

先行研究では早期の重症度の改善が集中治療室早期退室に影響していることが明らかになった。また、APACHE-II、SOFAスコア、手術患者の外科的アプガースコア等の患者重症度を使用した集中治療室入室期間の予測モデルによって、目標となる入室期間の予測が可能であることを明らかにした。

今回、特定集中治療室管理料加算の要件として採用され、他施設においても同じルールでデータ収集が開始されたSOFAスコアを使用し、集中治療室入室期間の予測モデルの構築を目的とした。

【方法】集中治療室に入室した救急患者を対象とし、DPC入院期間Ⅱ期までに退院できている患者群を適切な入院期間であった患者群として評価した。その患者群の集中治療室入室時及び、入室翌日のSOFAスコアを使用し、集中治療室入室期間の予測を行った。また、SOFAスコアの内訳である心血管系・呼吸器系・腎臓系・肝臓系・中枢神経系・凝固系の6つのスコアの構成（重み）を加味した予測モデルとの比較を行った。

【結果及び考察】集中治療室入室時及び、入室翌日のSOFAスコアを説明変数として集中治療室入室期間の予測モデルを構築した。また、SOFAスコアの構成（重み）を加味したスコアと予測モデルの分析を行い、同等のSOFAスコアの中でもより影響力の強い要素を解明した。予測モデルの構築によって、SOFAスコアを用いて集中治療室入室期間を予測できるだけでなく、集中治療室退室基準や患者アウトカムの設定の確立が期待できる。

SOFA スコアと DPC を活用した集中治療室至適入室期間の予測研究

川崎博史^{*1,2}、札元和江^{*2}、山本むつみ^{*2}
吉田拓真^{*3}、宇都由美子^{*1}

*1 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科医療システム情報学、*2 鹿児島市立病院看護部、
*3 鹿児島大学大学院理工学研究科数理情報科学

Predictive study of optimal duration of intensive care unit using SOFA score and DPC

Hirofumi Kawasaki^{*1,2}, Kazue Fudamoto^{*2}, Mutsumi Yamamoto^{*2}
Takuma Yoshida^{*3}, Yumiko Uto^{*1}

*1 Medical Informatics Science, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Sciences ,

*2 Nursing Department, Kagoshima City Hospital,

*3 Mathematics and Computer Science, Kagoshima University Graduate School of Science and Engineering

[Background/Objective] Under the 2018 Revision of Remuneration for Medical Fees, the measurement of the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score was appended as a necessary condition for adding the special intensive care unit (ICU) management fee. This stipulation allows an objective evaluation of the severity of hospitalized patients. The SOFA score is expected to be used for patient outcomes in the future. Studies have found that it is possible to predict the ICU hospitalization period using multiple severity scores, including APACHE-II, SOFA score, and surgical Apgar score for surgery patients. The present study aimed to construct a predictive model for ICU hospitalization period using the SOFA score at multiple facilities that had started collecting data under the same rules. [Method] Patients eligible for discharge by DPC hospitalization period II, were evaluated as the patient group with the appropriate hospitalization period. A predictive model for ICU hospitalization period was created with age, sex, surgery status, MDC, and SOFA score (day of and day after admission) as explanatory variables. [Results and Discussion] The predictive model suggested that age, sex, and surgery status had little effect, leaving only MDC and SOFA score as potential predictors. Moreover, the ICU hospitalization period could be established as a patient outcome by setting goals, such as the 50th or 90th percentile of the expected hospitalization period. In comparing prediction performance, we found that the SOFA score the day after hospitalization was higher for the 50th percentile, whereas that from the day of was higher for the 90th percentile. In future, research aiming to build a more precise predictive model through further accumulation of data is necessary.

Keywords: SOFA, DPC, Intensive Care Unit, Optimal duration

1. 緒論

2018 年度の診療報酬改定¹⁾で特定集中治療室管理料の加算要件として、SOFA スコアの測定が加わった。集中治療室入室時、入室翌日、また退室日の SOFA スコアを測定することによって、入室患者の重症度を客観的に評価でき、今後特定集中治療室管理料加算の施設要件や患者アウトカムに使用されることが予測されている。

先行研究²⁾³⁾では、集中治療室の入退室時の重症度の比較を行った結果、早期の重症度の改善が集中治療室早期退室に影響していることが明らかになった。また、APACHE-II、SOFA スコア、手術患者の外科的アプガースコア等の患者重症度を使用した集中治療室入室期間の予測モデルによって、目標となる入室期間の予測が可能であることが明らかになった。

集中治療室入室患者は入室期間が延長することによって、活動性が低下しやすく、かつせん妄などのリスクが高まることが分かっている⁴⁾。集中治療室入室後に、効果的に医療資源を投入し、早期退室を目指すために、SOFA スコアという客観的評価を導入した患者アウトカムの設定が急務であると考えた。

今回、特定集中治療室管理料加算の要件として採用され、

他施設においても同じルールでデータ収集が開始された SOFA スコアを使用し、集中治療室入室期間の予測モデルを再構築した。DPC 入院期間 I・II 期以内で退院した患者を適切な入院期間であった患者群として評価し、その患者群の集中治療室入室日及び、入室翌日の SOFA スコアをそれぞれ使用した。SOFA スコアと共に、年齢、性別、手術の有無、主要診断群(以後、MDC とする)を説明変数として、集中治療室入室期間を患者アウトカムとする予測を行った。その結果、SOFA スコアを使用した集中治療室入室期間の予測が可能であり、入室期間の予測を患者アウトカムとできる有用な結果が得られたため報告する。

2. 目的

SOFA スコアを使用し、集中治療室入室期間の予測モデルを構築する。

3. 方法

3.1 期間

2018 年 4 月 1 日～2019 年 3 月 31 日

3.2 対象

上記期間に A 総合病院の集中治療室に入室した救急入室患者。かつ、DPC 入院期間 I・II 期以内に退院した患者。ただし以下の患者については除外した。

- 1) 集中治療室入室後の死亡退院患者
- 2) 集中治療室再入室患者
- 3) 15 歳未満の集中治療室入室患者

3.3 調査項目

- 1) 患者基本情報: 年齢、性別、手術の有無、MDC、集中治療室入室期間
- 2) SOFA スコア: SOFA1 (集中治療室入室日の SOFA スコア)
SOFA2 (入室翌日の SOFA スコア)
SOFA3 (退室日の SOFA スコア)

3.4 分析方法

統計処理には、Microsoft Excel 2013 及びオープンソースの統計解析ソフト R ver3.4.2 を使用し、以下の手順で分析を行った。

- 1) DPC 入院期間 I・II 期以内に退院した患者を、適切な入院期間であった患者群として評価し、その調査項目を取り出す。
- 2) SOFA スコアを構成する、呼吸、凝固、肝、循環、中枢神経、腎のスコアをそれぞれ SOFA1、SOFA2 及び SOFA3 で比較する。
- 3) 集中治療室の入室期間 (Y) を目的変数とし、年齢 (X_1)、性別 (X_2)、手術の有無 (X_3)、MDC (T)、SOFA 値 (Z) を説明変数とする。
- 4) 集中治療室入室期間を予測するモデルを、 $Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + g_mdcT + f(Z)$ とする。SOFA スコア以外は線形モデルを想定し、SOFA スコアは非線形モデルを想定した部分線形モデルとした。 X_2 は男性なら 1、女性なら 0 を割り当てるダミー変数、 X_3 は手術有なら 1、無なら 0 を割り当てるダミー変数である。T はそれぞれの MDC 基準に割り当てられていれば 1、そうでなければ 0 に割り当てられるダミー変数で、 g_mdc はそれぞれのダミー変数にかかる係数である。今回は、MDC8 を基準とし、 g_mdcT は 11 の係数とダミー変数からなる。また、 f は非線形関数であり、SOFA1 と SOFA2 を用いてそれぞれ解析を行う。
- 5) このモデルに対して、各説明変数の下での Y の 50% 分位点 (中央値) と 90% 分位点を求める。

3.5 倫理的配慮

鹿児島市立病院の臨床研究倫理委員会の審査の結果、承認を得た (承認番号 2017-60)。得られた情報を取り扱う際は、個人を特定できるデータは除外し、匿名加工情報等として扱い、データ分析を行った。

4. 結果

4.1 調査項目の結果と SOFA スコアの内訳

全対象者 126 名の調査項目の結果を表 1、MDC の内訳と人数を表 2 に示した。また、図 1 に SOFA1、SOFA2 及び SOFA3 の内訳の結果を示した。

表 1 調査項目の結果

項目	対象者 n=126
性別 男 (%)	74(58.7)
女 (%)	52(41.3)
年齢 $M \pm SD$	61.60 \pm 19.73
手術有 (%)	59(46.8)
SOFA1 $M \pm SD$	5.02 \pm 3.86
SOFA2 $M \pm SD$	5.18 \pm 4.05
SOFA3 $M \pm SD$	2.98 \pm 2.34
ICU 入室期間 (日) $M \pm SD$	4.98 \pm 4.68

表 2 MDC の内訳と人数 (n=126)

MDC	人数
01	20
04	11
05	19
06	32
07	3
08	1
10	6
11	7
12	8
13	3
16	8
18	8

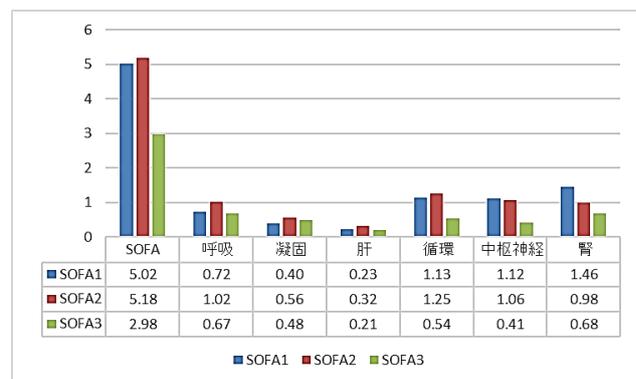


図 1 SOFA1、SOFA2、SOFA3 のスコアとその内訳

4.2.1 集中治療室入室期間の予測 (SOFA1)

SOFA1 の場合の線形モデルに相当する部分、つまり年齢、性別、手術の有無、MDC の、50% 分位点と 90% 分位点の回帰係数を表 3 に示した。表 3 からわかるように、年齢、性別、手術の有無の係数推定値の値が 1 以下であった。MDC の中で、大きな影響があるのは、MDC1、MDC4、MDC5、MDC6、MDC7、MDC13 であった。

表 3 線形モデル部分の係数推定値 (SOFA1)

	年齢	性別	手術の有無	MDC1	MDC4	MDC5	MDC6
50%点	0.000	-0.040	-0.006	0.197	0.655	1.631	0.586
90%点	0.000	0.198	0.539	1.331	3.714	5.703	1.418
	MDC7	MDC10	MDC11	MDC12	MDC13	MDC16	MDC18
50%点	2.682	1.544	2.423	-0.167	-1.572	1.384	0.193
90%点	1.792	-0.620	0.168	1.418	10.242	0.220	0.238

図 2 には MDC で層別した下での Y と Z の関係を示した。ここでは、MDC の中で大きな影響があったものと、一定数のデータ数が確保できた MDC1、MDC4、MDC5、MDC6 について示している。各曲線は SOFA1 の値に対する集中治療室入室期間の 50%分位点、90%分位点である。グラフにおいて、年齢は 60 歳、性別は男性、手術の有無は有で固定しているが、表 3 の結果から、これらの変数は集中治療室入室期間にほとんど影響を与えていないため、他の変数を用いてもほぼ同じ結果が得られる。したがって、MDC の層別のみグラフとしている。

4.2.2 集中治療室入室期間の予測 (SOFA2)

表 4 には SOFA2 の場合の線形モデルに相当する部分の、50%分位点と 90%分位点の回帰係数を示した。MDC の影響を見ると、50%分位点では MDC5、MDC7 が大きく、90%分位点では MDC1、MDC5 の影響が大きい結果となった。SOFA1 の場合と同様に、年齢、性別、手術の有無に関する影響は小さく、手術の有無の 90%分位点以外は 1 以下の値となった。

表 4 線形モデル部分の係数推定値 (SOFA2)

	年齢	性別	手術の有無	MDC1	MDC4	MDC5	MDC6
50%点	-0.004	0.159	-0.057	0.862	1.270	2.559	1.142
90%点	-0.065	0.768	1.739	3.224	-0.616	1.797	-0.172
	MDC7	MDC10	MDC11	MDC12	MDC13	MDC16	MDC18
50%点	2.867	0.835	0.628	0.594	0.114	1.598	0.014
90%点	0.737	-1.206	-2.784	-0.344	-7.105	-2.708	-3.634

図 3 には、SOFA1 と同様に、年齢は 60 歳、性別は男性、手術の有無は有で固定し、さらに MDC で層別した時の集中治療室入室期間と SOFA2 の予測関数を示した。ここでも、SOFA1 と同様 MDC1、MDC4、MDC5、MDC6 について示した。

4.3 SOFA1 と SOFA2 の予測性能の比較

SOFA1 と SOFA2 のどちらを用いた方が各分位点の予測性能が高いか情報量基準 (以後、BIC: Bayesian Information Criteria) を用いて評価した。

SOFA1、SOFA2 を用いたときの 50%分位点の BIC はそれぞれ 219.200、203.146 であった。

90%分位点の BIC は SOFA1、SOFA2 を用いたとき、それぞれ 158.538、160.491 であった。

5. 考察

5.1 調査項目の結果と SOFA スコアの内訳

入院期間が適切であった患者、つまり DPC 入院期間 I . II 以内で退院した患者が、集中治療室入室日及び、入室翌日

の SOFA スコアは 5 点以上あり、退室時のスコアである SOFA3 は 3 点以下となっていることがわかった。先行研究の結果と同様に、医療資源の投入によって、早期の重症度の改善が、集中治療室早期退室に影響していることがわかる。

SOFA スコアの内訳を見ると、SOFA1、SOFA2 において、循環、中枢神経、腎で平均が 1 点以上あり、ついで呼吸のスコアが高い。SOFA スコアは 6 臓器 (呼吸、凝固、肝臓、心血管、中枢神経、腎臓) における臓器不全の有無を 0~4 の 5 段階で点数化し、それらの合計をもって臓器障害の程度としている⁵⁾。日本版敗血症診療ガイドライン 2016 (以後、J-SSCG2016)⁶⁾ によると、SOFA スコアは敗血症の診断基準に定義されており、SOFA スコアと共に、qSOFA (quickSOFA) も診断基準に導入されている。qSOFA は、1) 意識変容、2) 呼吸数、3) 収縮期血圧を初療の現場で簡易的に評価し、敗血症の診断指標となっている。つまり、多様な病態や症状を示す集中治療室入室患者において、入室後早期の段階では、循環や呼吸、中枢神経においてスコアが反映されやすい項目であると考えられる。

また、J-SSCG2016⁶⁾ では、感染症の評価と SOFA スコアの 2 点以上の上昇が敗血症の診断に有用であると記載されている。SOFA1、SOFA2 と SOFA3 のスコアの乖離が 2 点以上示している今回の結果は、SOFA スコアの特性上有意義な結果であると考えられる。

5.2.1 集中治療室入室期間の予測 (SOFA1)

年齢、性別、手術の有無の係数推定値が 1 以下であったことから、これらの変数は集中治療室入室期間が 1 日以内の誤差程度しか影響していないことが明らかになった。つまり、集中治療室入室期間を予測する上で、MDC と SOFA スコアのみに着目すれば、予測が可能である。

図 2 では、50%分位点、90%分位点共に、SOFA1 のスコアの増加によって、集中治療室入室期間が増加する傾向にあることが明らかになった。また、ほとんどの患者が 90%分位点に収まっていることがわかる。MDC1 で、90%分位点から大きく外れた症例が 1 件あるが、これは、クモ膜下出血患者の症例であり、破裂部位の特定に難渋し、長期間鎮静管理を余儀なくされた症例であった。このような例外を考慮する必要はあるが、おおむね SOFA スコアによる入室期間の予測が可能となっている。また、MDC1 は神経系疾患の分類である。SOFA スコアの項目であれば、中枢神経が反映されやすい疾患群であると考えられ、比較的スコア自体は低値であり、かつ短期間で退室が可能となることがわかる。また、MDC4、MDC5、MDC6 は呼吸器系、循環器系、消化器系、肝臓・胆道、膵臓系疾患であり、酸素化能や循環不全によって、臓器障害を来しやすい疾患群であると考えられる。その分集中治療の適応となりやすく、症例数も多い。50%分位点と 90%分位点のグラフに一定の幅があり、予測精度も維持できている。

5.2.2 集中治療室入室期間の予測 (SOFA2)

SOFA1 の場合と同様に、年齢、性別、手術の有無の効果は小さく、MDC と SOFA スコアのみで集中治療室入室期間が予測できることが明らかになった。ただし、90%分位点に関しては、手術有と無の乖離が 1.7 日程度あった。

SOFA2 はスコアの上昇と共に集中治療室入室期間も増加していることがわかるが、SOFA2 のスコアが 15 点を超えると、90%分位点は減少傾向を示している。これは、SOFA2 のスコアが 15 点を超える症例数が少なく、(18 例/126 例)、SOFA2

のスコアが高いにも関わらず、入室期間が短い症例に影響された結果だと言える。

MDC1 では、SOFA2 においても 90%分位点から大きく外れた症例があるが、SOFA1 と同様の症例であり、SOFA2 のみでは予測できない要因があると考えられる。MDC5 では、得られたデータに沿う結果が得られているが、MDC4、MDC6 において、50%分位点と 90%分位点が SOFA2 のスコアが低い値で交わっている。これは、特に 90%分位点を正しく予測できていないことを示している。SOFA スコアは原則的に 24 時間の最悪値を評価し、スコアリングする。しかしながら、集中治療室入室日と入室翌日の測定が求められており、患者の入室時間とスコアの測定時間によっては、SOFA1、SOFA2 のスコアが近似する可能性がある。MDC4、MDC6 の 50%分位点と 90%分位点の予測の交わりは、このような SOFA スコア測定の精度と、データ数が少ないことによって生じている可能性がある。

5.3 SOFA1 と SOFA2 の予測性能の比較

結果から、50%分位点は SOFA2、90%分位点は SOFA1 を用いた方が、予測性能が高いことが明らかになった。これは、SOFA1 の MDC1 の外れ値や、SOFA2 の MDC4、MDC6 の予測の交わりなどによって、90%分位点の予測曲線の精度が不十分であると考えられる。今後データを蓄積、学習することで、SOFA1、SOFA2 の予測精度の検証を継続していく必要がある。

6. 結論

- 1) SOFA1、SOFA2 のスコアを構成する要素は、循環、中枢神経、腎、ついで、呼吸の要素のスコアが高いことが明らかになった。
- 2) 年齢、性別、手術の有無、MDC、SOFA スコアを活用した集中治療室入室期間の予測モデルにおいて、集中治療室入室期間の予測が可能である。
- 3) 集中治療室入室期間の予測モデルは、MDCとSOFAスコアがあれば予測が可能であることが示唆された。
- 4) 集中治療室入室期間の予測モデルは、50%分位点、90%分位点のような目標設定が可能であり、集中治療室入室期間を患者アウトカムに設定できる可能性がある。
- 5) 集中治療室入室期間の予測は、50%分位点は SOFA2 が、90%分位点は SOFA1 が予測性能が高いことが明らかになった。

7. おわりに

我が国の診療報酬制度における、特定集中治療室管理料加算は 14 日以内という規定があり、専属医や看護師の配置、また、看護必要度などの施設要件は設定されているが、患者状態を加味した、アウトカム志向の加算要件はない。DPC 入院期間が適切であった患者群の、集中治療室入室時の SOFA スコアを活用し、集中治療室入室期間の予測期間を、患者アウトカムにできる、有用な手法である可能性がある。また、データ数を蓄積することで、より精密な予測が行える可能性がある。

本研究の限界と課題として、今回は一施設の結果であり、集中治療室入室患者の基礎疾患やせん妄の有無、医療費の多寡等は加味していない。今後は、予測モデルと医療コストの現状を比較し、より効果的な予測モデルの構築を目指していきたい。

8. 参考文献

- 1) 厚生労働省ホームページ:<http://www.mhlw.go.jp/>
- 2) 川崎博史, 札元和江, 山本むつみ, 宇都由美子, 熊本一朗. 集中治療室入室患者における患者重症度に沿った至適退室基準の検討. 第 19 回日本医療情報学会看護学術大会論文集 2018; 107-110
- 3) 川崎博史, 札元和江, 山本むつみ, 吉田拓真, 宇都由美子, 熊本一朗. 集中治療室入室患者における患者重症度に沿った至適退室基準の検討. 第 38 回医療情報学連合大会抄録集 2018;61
- 4) 日本集中治療医学会 J-PAD ガイドライン作成委員会. 日本版・集中治療室における成人重症患者に対する痛み・不穏・せん妄管理のための臨床ガイドライン. 日集中医誌 2014;21:539-579
- 5) 武山直志, 田中孝也, 加納秀記, 野口宏. 救急集中治療における重症度評価と臓器機能障害度指標. 日救急医会誌 2010;21:327-42
- 6) 日本版敗血症診療ガイドライン作成特別委員会. 日本版敗血症診療ガイドライン 2016 2016;15-18

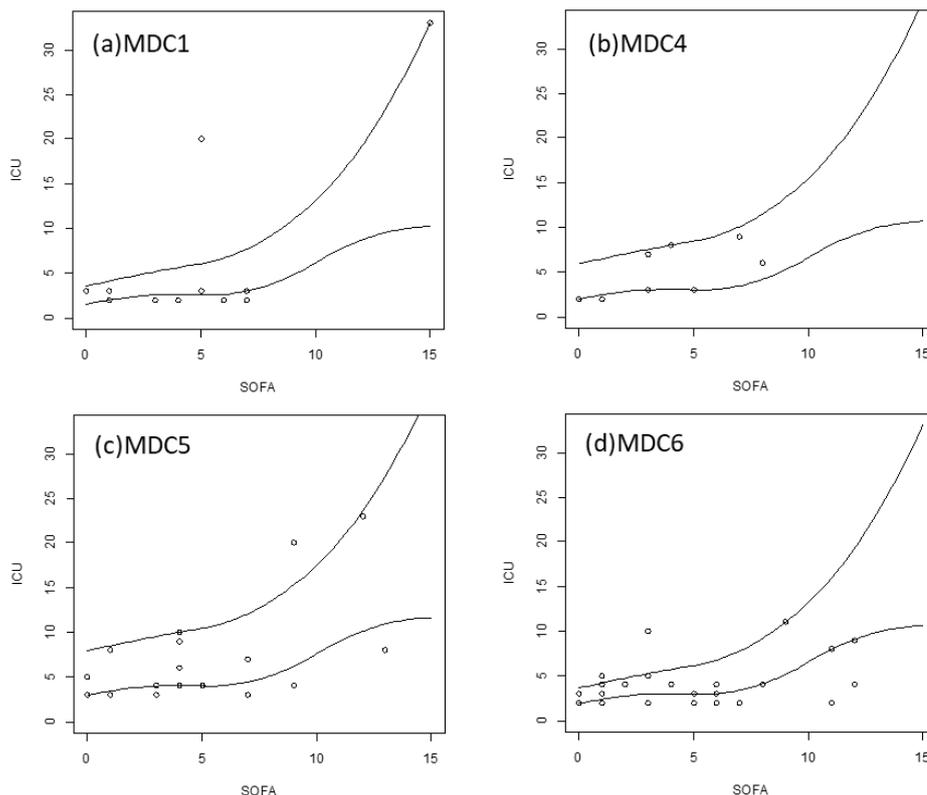


図2 各 MDC で層別したときの SOFA スコアと集中治療室入室期間(SOFA1)
横軸は SOFA スコア、縦軸は集中治療室入室期間。2 つの曲線は 50%分位点と 90%分位点。

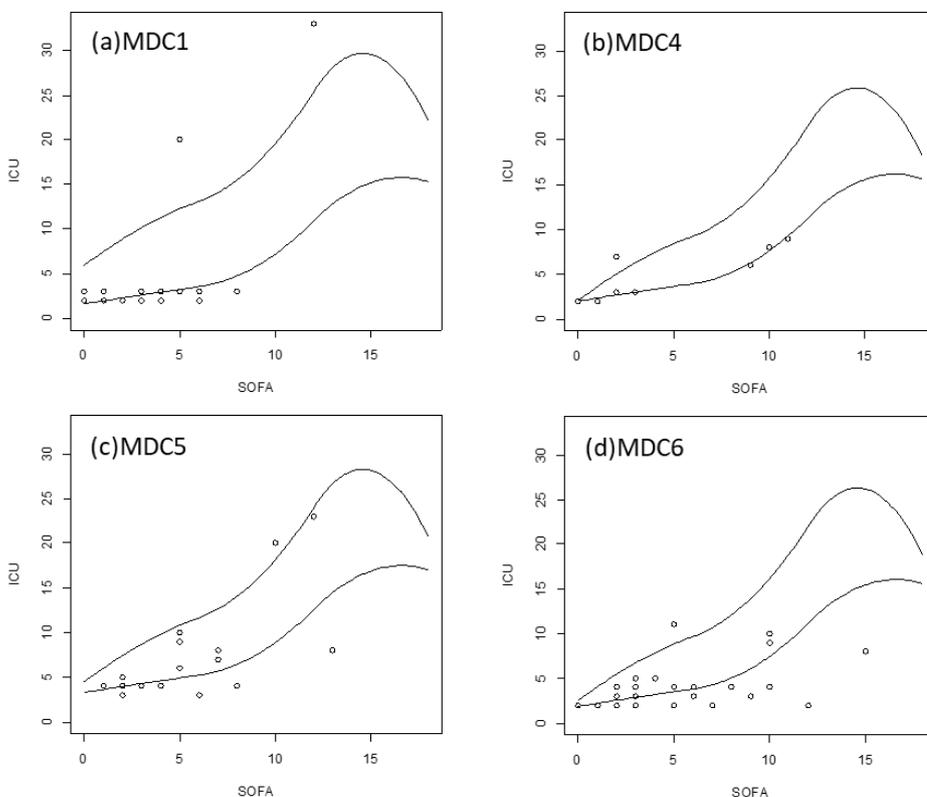


図3 各 MDC で層別したときの SOFA スコアと集中治療室入室期間(SOFA2)
横軸は SOFA スコア、縦軸は集中治療室入室期間。2 つの曲線は 50%分位点と 90%分位点。