

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：82660

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2019

課題番号：15K01407

研究課題名（和文）脊髄損傷後の機能回復を最大限に引き出す治療プログラムの検討

研究課題名（英文）Development of the new paradigm for the spinal cord injury rehabilitation

研究代表者

植村 修（Uemura, Osamu）

独立行政法人国立病院機構村山医療センター（臨床研究部）・リハビリテーション科・医長

研究者番号：90365396

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,000,000円

研究成果の概要（和文）：リハビリテーションの効果判定のために、脊髄損傷後の日常生活動作評価法であるSCIMを用いて、その時間的経過を予測する数学的モデルを構築した。また、SCIMは合計19の小項目（食事や更衣、排泄や移動など）の合計点数から成立しているが、その総点数から各項目の点数を確率的に予測することができることを示した。これらにより脊髄損傷後のSCIMから見た日常生活の様子が各動作項目ごとに予測できることとなる。また、予測された日常生活動作の様子と実際のものとは比べることでリハビリテーション効果を検証することができると思われ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脊髄損傷後の経過、すなわちどのような動作が可能かもしくは介助が必要かを任意の時点で予測することはできなかった。今回の研究で、任意の時点、つまりリハビリテーションの経過中でも日常生活動作の可否を予測することができることが示された。このことは、リハビリテーションが事前の予測と違わずに進んでいるかを、どの時点においても各動作項目ごとに判定できることを示している。この手法を用いることでリハビリテーションの客観的かつ包括的な効果判定を行うことができるようになると予想される。

研究成果の概要（英文）：To evaluate the outcome of the rehabilitation program after SCI, we developed a mathematical model to predict the ADL using the SCIM, a spinal cord injury specific ADL scale. We also analyzed the relationship between the total SCIM score and the each item score, and found the total SCIM score can provide information on the probability and degree of difficulty to attain independence level in each item. Using these two methods, it is now possible to predict the SCIM score at any time-point and estimate each item score with the given total SCIM score. Comparing the predicted and actual SCIM scores could provide the efficacy of the rehabilitation program after the spinal cord injury.

研究分野：脊髄損傷

キーワード：脊髄損傷 リハビリテーション 効果判定 予後予測

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

脊髄損傷後のリハビリテーションでは完全損傷の場合には予後予測が簡単であるが、近年増加している高年齢における不全損傷の場合には予測が困難であった。予後予測が困難であるということは、リハビリテーションの効果を判定することができないことを意味している。脊髄損傷後の機能回復を最大限に引き出すリハビリテーションプログラムの構築にあたっては、予後予測が必要と考えた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、最大限に効果を発揮するための脊髄損傷リハビリテーションプログラムの検討である。

### 3. 研究の方法

新規リハビリ目的で入院した、リハビリの障害となる合併症を有さない脊髄損傷患者 31 名( 対麻痺・四肢麻痺を含む、完全・不全を問わない)を対象に、食事や更衣、排泄や移動などの 19 項目からなり合計 100 点を満点とする日常生活動作(ADL)評価法である SCIM (Spinal Cord Independence Measure)を用いて、その受傷後の変化が対数関数モデルを用いて予測できるかを検討した。SCIM は病棟看護師により入院直後から月に一度採点され、電子カルテ上に記録されている。受傷後期間を横軸に、SCIM 点数を縦軸に取り、入院直後と入院 2 ヶ月後の受傷後期間と SCIM 総点数の 2 点を通る対数関数モデルを患者ごとに作成した。そうして得られた予測 SCIM 総点数が実際の点数と同等であるかを線形混合モデルとブランドアルトマン分析で検定した。なお、予測式は以下の通り。受傷後 X 日における予測 SCIM 総点数  $SCIM(X) = SCIM(A) + \ln(X/A) \cdot \ln(B/A)$ 。  $SCIM = SCIM(B) - SCIM(A)$ 。なお、A, B はそれぞれ受傷から入院日ならびに 2 回目の SCIM 評価日までの日数を示す。

また、SCIM 総点数は各項目の点数(自立度が高いと点数が高い)の合計からなっているが、項目ごとに到達難易度が異なるため、ある SCIM 総点数が与えられた時の各項目の点数分布を調べることで、各項目の点数を確率的に推定することができると予想される。このことを検定するために、過去にリハビリ目的で入院していた脊髄損傷患者 81 人( 対麻痺・四肢麻痺を含む、完全・不全を問わない)を対象に SCIM 総点数を説明変数に、各項目の点数を目的変数とした順序ロジスティック解析を行った。

### 4. 研究成果

図 1 に示すように、受傷後期間を問わず SCIM 総点数の変化を予測することができた。線形混合モデルにおける回帰直線の傾き(95%信頼区間)は 1.18(0.78, 1.58)であり、切片の固定効果(95%信頼区間)は-1.75(-10.3, 6.83)であった。傾きに対するランダム効果のバリエーションは 0.71(0.37, 1.36)であり、切片に対しては 397(205.0, 768.6)、残差に関しては 8.1(6.3, 10.3)であった。なお、図 1 にあるように実測が予測を上回ることが見られた。これに関しては誤差を生じさせているのが排泄項目であることが、項目ごとの解析から示唆されたため、排泄項目だけを抜いた予測・実測値で線形混合モデルを用いて再検討した。その結果、回帰直線の傾きは 1.12(0.89, 1.36)であり、切片の固定効果(95%信頼区間)は-1.64(-4.95, 1.68)であった。傾きに対するランダム効果のバリエーションは 0.21(0.09, 0.46)であり、切片に対しては 47.6(20.8, 109.1)、残差に関しては 3.07(2.37-3.97)であった。ブランドアルトマン分析では比例誤差、固定誤差共に有意な差は認めず、誤差の許容範囲は-19.3 と+15.3 であった(図 2)。

これらの結果は、リハビリテーション目的で入院した脊髄損傷患者の SCIM から見た ADL の時間的変化が、障害の程度やレベルを問わず、入院後一定の観察期間を持つことで正確に得られることを示している。予測 SCIM と実測 SCIM を比較することでリハビリテーションの進行の遅延がないかを都度評価できるため、各時点で計画されているリハビリテーションプログラムの修正を可能にすることも示唆している。

脊髄損傷後には膀胱直腸障害はほぼ必発であり、特に排尿に関しては排尿筋の麻痺や反対に過活動による失禁などの病態を呈するため、導尿用カテーテルや内服薬が必要となることが多い。導尿を行うためには手指

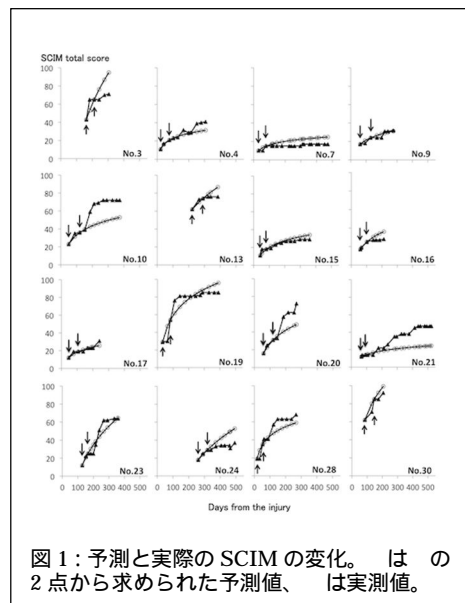


図 1: 予測と実際の SCIM の変化。 は の 2 点から求められた予測値、 は実測値。

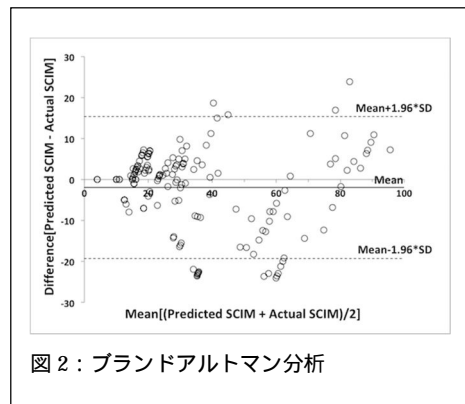


図 2: ブランドアルトマン分析

機能が十分であることや、膀胱が十分な量を蓄尿できる必要がある。実際には手指機能が十分でありながら、排尿筋過活動や急性期からのカテーテル留置による膀胱コンプライアンスの低下のために膀胱容量が小さくなり自己導尿ができず、結果的に内服治療により膀胱容量が拡大し自己導尿が可能となるまでの期間、さらに長期的な留置カテーテルによる排尿管理を余儀なくされている症例は少なくない。こういった要因や、SCIM では排泄などの特に脊髄損傷において重要と思われる項目には重点的に傾斜配点が与えられているためにわずかの自立度の変化が大きな点数差となって表現されることなどから、予測値と実測値の誤差を生じさせやすいものと推察される。我々は手指機能が回復した症例がすぐに導尿ができるように、長期カテーテル留置症例でも内服治療により膀胱の状態を正常に保つことができるかを検討した。その結果、抗コリン薬であるイミダフェナシンが低下した膀胱容量や膀胱コンプライアンスなどを正常化することを見出した。このことは脊髄損傷の排尿管理において、急性期から抗コリン薬を投与することで、その後の膀胱に関連する合併症を予防することができることを示唆している。

次に、各項目の自立度（点数）を SCIM 総点数から予測できるかを検討した。その結果を図 3 に示す。横軸に SCI 総点数を、左縦軸に推定応答確率を取っている。各曲線は点数の境界を示しており、隣り合う曲線の幅が大きいほど次の段階に移る（能力が向上する）ことが困難なことを示している。また、曲線全体が左によるほどそれらの項目は自立到達可能性が高いことを示している。例として、整容（図 3、図 4 Grooming）は全介助 0 点、部分介助も 1 点、補助具での修正自立 2 点、自立 3 点の 4 段階で採点される。図で左端の曲線下領域が 0 点を示し、その隣が 1 点を表し、一番右端の曲線と横軸上限と右縦軸に交わるまでの領域が 3 点を示している。SCIM 総点数は横軸に表しており、ある総点数から縦軸に平行な直線を引いた際に上記点数の境界で切り取られた領域がその際の推定応答確率、すなわち総点数から予想される各項目の点数分布確率となる。図 4 に示すように、総点数が 43 点の時には整容 0 点となる確率は 0.07 であり、1 点は 0.45、2 点は 0.14、3 点は 0.34 となる。

このようにして各項目の推定応答確率を求め、自立に達する推定応答確率が 50% となる総点数を比較することで、各項目の自立のための難易度を推定することができる（図 5）。興味深いことに、各項目の難易度は麻痺の重症度には関係なかった。また、四肢麻痺・対麻痺で各項目の難易度は、上衣更衣(Dressing Upper)、整容、階段昇降(Stairs)をのぞいてほぼ変わらなかった。上衣更衣、整容の動作は体幹機能と上肢機能に強く依存するため、それらが十分ではない四肢麻痺患者ではこれらの動作の難易度が高くなったものと考えられた。階段昇降に関しては自立するためにはほとんどの症例で歩行が自立している必要がある。多くの ADL は歩行を前提としており、SCIM での評価も歩行可能となることで点数が高くなるように設計されているが、四肢麻痺はいわゆる中心性頸髄損傷が多く、上肢機能の問題で ADL 上の問題があるために SCIM 点数はそれほど高くないにも関わらず歩行可能な症例が比較的多いこと、対麻痺ではその逆に多くの症例で歩行は困難であることが影響していると考えられる。

以上をまとめると、今までは特に不全麻痺症例において困難であった機能回復が、リハビリテーション入院後の SCIM の点数変化で比較的精度高く、しかも任意の時点において予測できるこ

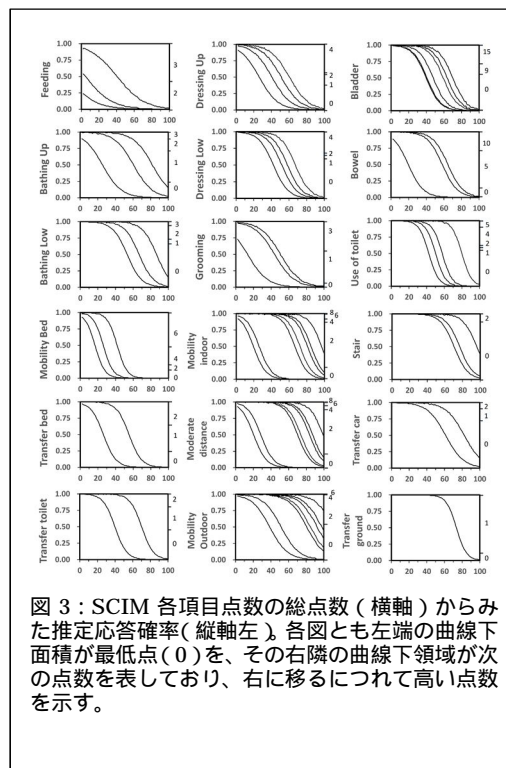


図 3：SCIM 各項目点数の総点数（横軸）からみた推定応答確率（縦軸左）、各図とも左端の曲線下面積が最低点（0）を、その右隣の曲線下領域が次の点数を表しており、右に移るにつれて高い点数を示す。

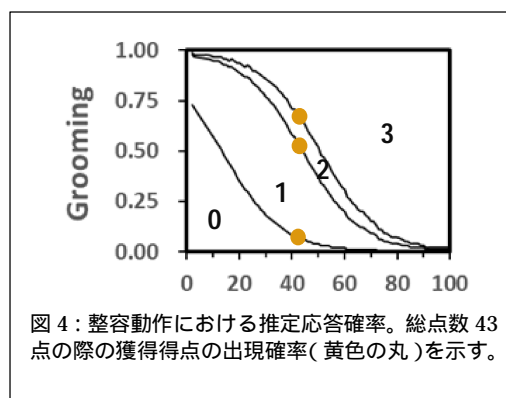


図 4：整容動作における推定応答確率。総点数 43 点の際の獲得得点の出現確率（黄色の丸）を示す。

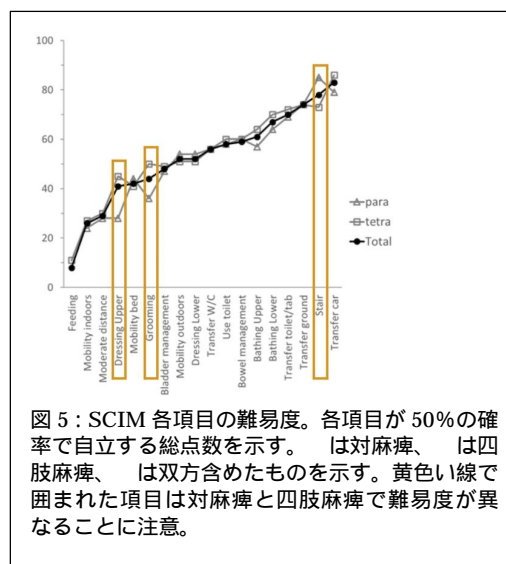


図 5：SCIM 各項目の難易度。各項目が 50% の確率で自立する総点数を示す。は対麻痺、は四肢麻痺、は双方含めたものを示す。黄色い線で囲まれた項目は対麻痺と四肢麻痺で難易度が異なることに注意。

と、また SCIM 総点数から各項目の自立度予測を推定することができることが明らかとなった。これらを組み合わせることで、任意の時点での SCIM 各項目の自立度を推定することができるようになることが期待される。また、今回の研究を通して ADL 予後予測に影響をあたえる因子(この場合では排泄管理)が推定された。排泄管理を早期から行なった際に ADL 予後が予測の範囲に収まるかについては検討の必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Unai Kei, Uemura Osamu, Takemura Ryo, Kawakami Michiyuki, Liu Meigen	4. 巻 1
2. 論文標題 Association Between SCIM III Total Scores and Individual Item Scores to Predict Independence With ADLs in Persons With Spinal Cord Injury	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation	6. 最初と最後の頁 100029 ~ 100029
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.1016/j.arrct.2019.100029">https://doi.org/10.1016/j.arrct.2019.100029</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Tomioaka Yohei, Uemura Osamu, Ishii Ryota, Liu Meigen	4. 巻 57
2. 論文標題 Using a logarithmic model to predict functional independence after spinal cord injury: a retrospective study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Spinal Cord	6. 最初と最後の頁 1048 ~ 1056
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41393-019-0315-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H Sugiyama, O Uemura, T Mori, N Okisio, K Unai, and M Liu	4. 巻 55
2. 論文標題 Effect of imidafenacin on the urodynamic parameters of patients with indwelling bladder catheters due to spinal cord injury	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Spinal Cord	6. 最初と最後の頁 187-191
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/sc.2016.168	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計29件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Sho Takeuchi, Osamu Uemura, Kei Unai, Meigen Liu
2. 発表標題 Adaptation and Validation of the Japanese Self-report Version of the Spinal Cord Independence Measure.
3. 学会等名 ISPRM 2019, 13th International society of Physical and Rehabilitation Medicine（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Tomioka, Osamu Uemura, Meigen Liu
2. 発表標題 Prediction of the Functional Independence after Spinal Cord Injury with a Logarithmic Model
3. 学会等名 ISPRM 2019, 13th International society of Physical and Rehabilitaion Medicine (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤田龍一, 植村修, 許斐恒彦, 藤吉兼浩, 谷戸祥之
2. 発表標題 脊髄損傷者リハビリテーションにおけるうつ状態とADLの関係
3. 学会等名 第36回 リハビリテーション医療懇話会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 赤尾佑衣, 植村修, 里宇明元
2. 発表標題 入院時特性からみた脊髄損傷患者のADL予後予測
3. 学会等名 第71回 日本リハビリテーション医学会 関東地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 倉片治郎, 赤尾佑衣, 松田恭平, 大嶋理, 富岡曜平, 植村修
2. 発表標題 当院回復期リハビリテーション病棟でのFIM実績指数の向上のための試み
3. 学会等名 第71回 日本リハビリテーション医学会 関東地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤田龍一, 植村修, 許斐恒彦, 藤吉兼浩, 谷戸祥之
2. 発表標題 脊髄損傷者リハビリテーションにおけるうつ状態とADLの関係
3. 学会等名 第54回 日本脊髄障害医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木真梨子, 植村修, 許斐恒彦, 藤吉兼弘, 谷戸義之
2. 発表標題 自宅退院した頸髄損傷患者における退院後のADL変化 SCIMを用いた検証
3. 学会等名 第54回 日本脊髄障害医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田嶋一遊, 植村修, 許斐恒彦, 藤吉兼浩, 谷戸祥之
2. 発表標題 胸髄完全損傷患者に対して歩行補助ロボット (FREE Walk) を使用した1治験例
3. 学会等名 第54回 日本脊髄障害医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本克也, 岩永一将, 山下祥平, 矢島幸昌, 植村修
2. 発表標題 脊髄損傷不全麻痺患者に対するStrengthErgoを用いた運動により筋力と運動機能の向上が見られた症例の報告
3. 学会等名 第73回 国立病院総合医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 碓徹也, 山下祥平, 藤田龍一, 矢島幸昌, 植村修
2. 発表標題 脊髄損傷不全麻痺患者の歩行訓練開始時期による在院日数、転機先の変化 ~ 移乗動作の自立度に着目して ~
3. 学会等名 第73回 国立病院総合医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野博美, 中尾知江美, 小澤理利, 中村茂, 佐藤成彦, 植村修, 吉原愛雄
2. 発表標題 当院回復期リハビリテーション病棟における下肢静脈超音波検査の実施状況
3. 学会等名 第73回 国立病院総合医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹光正和, 植村修, 松井彩乃
2. 発表標題 遺伝性痙性対麻痺患者へのバクロフェン療法の有用性の検討
3. 学会等名 第二回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹内翔, 植村修, 宇内景, 里宇明元
2. 発表標題 自己報告式の脊髄障害自立度評価法の日本語版作成と妥当性の検討
3. 学会等名 第52回脊髄障害医学会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 富岡曜平、植村修、松田恭平、竹内翔、宇内景、里宇明元
2. 発表標題 対数モデルによる脊髄損傷患者の生活自立度予後予測
3. 学会等名 第52回脊髄障害医学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田恭平、植村修、岡島康友
2. 発表標題 脊髄損傷患者における抗コリン薬抵抗性神経因性膀胱に対するミラベグロン併用療法の効果
3. 学会等名 第52回脊髄障害医学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇内景 植村修 里宇明元
2. 発表標題 脊髄損傷患者のリハビリテーション帰結—ADLと福祉制度利用の観点から
3. 学会等名 第52回脊髄障害医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kei Unai, Osamu Uemura, Meigen Liu
2. 発表標題 The predictive validity of Spinal Cord Independence Measure (SCIM) total scores for the independence level of single SCIM items
3. 学会等名 第54回日本リハビリテーション医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木涼平 宇内景 植村修 里宇明元
2. 発表標題 経皮内視鏡的盲腸婁からの順行性浣腸が有用であった脊髄損傷後の障害者スポーツ選手の1例
3. 学会等名 第54回日本リハビリテーション医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大貫淳子 植村修 及川奈美
2. 発表標題 ベッドギャッジアップ坐位での背抜き動作の現状把握
3. 学会等名 第71回国立病院総合医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小野亜希子 山田朗加 植村修
2. 発表標題 回復期病棟における社会参加に向けた退院支援の実践～生活に及ぼす社会的要因の考察～
3. 学会等名 第71回国立病院総合医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山田朗加 植村修
2. 発表標題 当院回復期リハ病棟における平成28年度診療報酬改定への対応
3. 学会等名 第71回国立病院総合医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤桃子 野村祐子 清岡愛 山田朗加 植村修
2. 発表標題 回復期脳卒中患者の病棟歩行訓練開始時期統一の試み～ADL向上を目指して～
3. 学会等名 第71回国立病院総合医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田澤聖 及川奈美 植村修
2. 発表標題 肩手症候群と高次脳機能障害を呈していたが情動・認知に働きかけることでアロディニア様の痛みが改善しADLを獲得するに至った一症例
3. 学会等名 第71回国立病院総合医学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 草場徹、高橋宏幸、植村修、星永剛、菊池善愛、藤田龍一、村山かをり、山本幸弘
2. 発表標題 「若手の理学療法士及び作業療法士実務研修事業」現職理学療法士に対する実務研修の実施経験を通して
3. 学会等名 第70回国立病院総合医学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 佐々木由之、小林茂俊、植村修
2. 発表標題 中心性頸髄損傷者の手指機能回復にIVESを使用した一症例
3. 学会等名 第70回国立病院総合医学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小林茂俊、植村修
2. 発表標題 当院における頸髄損傷患者の手の拘縮・変形についてSCIMと関連付けてADL面と相関性が認められるか報告する
3. 学会等名 第70回国立病院総合医学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 古田寛和、小林茂俊、植村修
2. 発表標題 Pusher 症状の著名な患者に対し、臥位時感覚入力により座位保持が可能になった症例
3. 学会等名 第70回国立病院総合医学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 町田正文、植村修、宇内景
2. 発表標題 4 dimensional -MDCTによる骨微細構造からみた骨粗鬆症治療薬テリパラチドの効果判定
3. 学会等名 第53回日本リハビリテーション医学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 宇内景 植村修 町田正文 里宇明元
2. 発表標題 脊髄損傷患者のADLの推移からみた転帰先予測
3. 学会等名 脊髄障害医学会
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 植村修	4. 発行年 2017年
2. 出版社 金原出版	5. 総ページ数 488
3. 書名 現代リハビリテーション医学 改訂第4版	

1. 著者名 正門由久 武田湖太郎 植村修ほか	4. 発行年 2015年
2. 出版社 中外医学社	5. 総ページ数 188
3. 書名 リハビリテーションのための臨床神経生理学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----