

## 外傷性頸髄損傷受傷後急性期における運動機能の経時的变化

須堯 敦史<sup>1)</sup>, 出田 良輔<sup>1)</sup>, 坂井 宏旭<sup>2)</sup>, 植田 尊善<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>総合せき損センターリハビリテーション科

<sup>2)</sup>総合せき損センター整形外科

(平成 20 年 7 月 18 日受付)

**要旨：**【目的】脊髄損傷受傷後に起こる身体機能変化の詳細についての報告は少ない。これらを明らかにするため、前方視的に調査された脊髄損傷データベースシステム総合せき損センター方式(SIC model system)のデータを基に、頸髄損傷受傷後急性期における経時的な運動機能変化を分析した。【対象】本データベースに登録された外傷性頸髄損傷者のうち、受傷後 2 週間以内に当センターに搬送、3 カ月以上経過観察出来たもので、Frankel E 症例を除外した 43 名(平均年齢  $56.5 \pm 20.5$  歳, 男性 33 名・女性 10 名)を対象とした。入院時評価において Frankel A 群: 16 名, B 群: 7 名, C 群: 15 名, D 群: 5 名であった。【方法】1. ASIA motor score (以下 AMS): 入院時を基準とした受傷後 72 時間, 2・4・6 週間, 3 カ月にかけての AMS 回復値を Frankel 分類群ごとに算出した。2. 麻痺高位: 運動完全麻痺者の麻痺高位の回復・悪化が起きた対象の割合を入院から受傷後 6 週および受傷後 6 週から 3 カ月において調査した。3. Frankel 分類: 段階変化が起きた対象の割合を 2. と同様の期間, 調査した。【結果】AMS: A 群においては受傷後 72 時間までに僅かに悪化がみられ, それ以後は緩徐に回復していた。その他の群においては, 受傷後 4 週～6 週後にかけて顕著に回復し, それ以後は緩徐に回復していた。麻痺高位: 受傷後 6 週までに 53% に回復, 13% に悪化がみられた。受傷後 6 週から 3 カ月にかけては 47% に回復がみられ, 悪化した対象はいなかった。Frankel 分類: 受傷後 6 週までに A 群: 19%, B 群: 71%, C 群: 53% が回復した。受傷後 6 週から 3 カ月において, A・B 群では回復した対象はおらず, C 群の 27% に回復がみられた。【考察】AMS は Frankel C 群, B 群, A 群の順に回復していた。受傷時の麻痺が軽度な程, その後の回復が期待できると言える。麻痺高位については受傷直後には麻痺の悪化が起り得ることを念頭に置いておく必要がある。また, 受傷後 6 週を経過した時点で, Frankel A・B の症例は, それ以後の Frankel 段階の回復は起こりにくいことが示唆された。

(日職災医誌, 57: 50—54, 2009)

### キーワード

頸髄損傷, データベース, 経時的变化

### 1. 緒 言

脊髄損傷者の身体機能は、受傷直後の状態から回復することが臨床の場において経験される。現在、さかんに脊髄の再生に関する研究が行われており、その中で脊髄は可塑性を有することが事実として認識されている<sup>1)</sup>。しかし、脊髄損傷者の機能変化を追跡した研究報告は非常に少ない。その理由として、受傷直後から慢性期にかけての長期に渡る調査によって、症例数を積み重ねる必要があるため、研究が出来る病院・機関が限られていることが挙げられる。また、マンパワーの問題や同一病院における入院期間の短縮化のため、一症例を経時的に調査

することは困難であり、数少ない研究報告を見ても、症例の評価は入院時と受傷後一年時のみといった長期間での分析によるものがほとんどである<sup>2)~4)</sup>。

本邦においては全国労災病院脊髄損傷データベースが存在する<sup>5)</sup>。全国の労災病院と労災病院関連施設が中心となり、約 2,500 症例もの脊髄損傷者の入院から退院までの機能変化および治療状況データが蓄積されている<sup>6)</sup>。多施設参加によるデータベースは症例数の蓄積が可能で、広域における治療状況データを網羅できる利点がある。一方、単一施設内でのデータベースの場合、得られる症例数は限られるが、評価者間の差異が生じにくく、データの信頼性が高くなる。また、煩雑でマンパワーを必要

表1 SIC model system の調査項目

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 個人情報    | SystemID カルテ番号 インフォームド・コンセント有無 保険区分 氏名 性別 生年月日 受傷時年齢 国籍 住所 電話番号 受傷日 入院日 退院日 在院日数 転院日数 転院情報 診断名 神経因性膀胱直腸障害 気管切開有無 頭部損傷 麻痺上向有無 受傷原因 骨傷型 脊髄圧迫度 軟化巣 軟化巣箇所 ICD-10 受給年金 身障者手帳等級 教育歴 結婚歴 受傷時同居人 職業区分 職業名 職業 code 復職状況 運転免許 運転免許歴 自動車改造有無 転帰 退院時住居種類 住宅改修有無 転居有無 BMI (入・退院時) 死亡情報 (日付・死因) |
| 手術情報    | 手術施行病院 手術/外固定日 治療方針 保存療法手段 手術時間 手術時出血量 手術後出血量 輸血有無 術後感染症 合併損傷出血 手術法 治療分類 ICD-9                                                                                                                                                                                                    |
| 既往歴     | 糖尿病 高血圧症性心疾患 OPLL/OYL 有無 既往歴詳細情報                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 神経学的検査  | 麻痺形態 骨傷高位 不全麻痺分類 外固定有無 ASIA Impairment Scale 頸髄損傷改良 Frankel 分類 せき損センター式高位分類 胸髄損傷改良 Frankel 分類 WISCI II 感覚正常高位 (触覚・痛覚) Anal 感覚 Anal 機能 運動機能正常高位 正常機能高位 MMT (全33筋) ASIA motor score 膀胱管理方法 機械式呼吸器使用 1回換気量 肺活量 血圧 脈拍 深部感覚障害 (全4部位)                                                   |
| 合併症・随伴症 | 肺塞栓症 脳血管障害 腎機能障害 精神疾患 Bohannon Ashworth Scale (全12筋) 締め付け感 褥瘡部位 (全27部位) 褥瘡総数 最重度褥瘡 Grade 異所性骨化部位 (全6部位) 異所性骨化総数 肺炎 起立性低血圧 尿路感染症 自律神経過緊張反射 麻痺性イレウス 深部静脈血栓症 血液検査値 (D-dimer)                                                                                                         |
| ADL 評価  | Spinal Independence Measure (SCIM) 特記事項                                                                                                                                                                                                                                           |
| 治療情報    | 治療時間 (理学療法・作業療法・物理療法・カウンセリング) 職業リハ時間 MSW 関与時間 スポーツ時間                                                                                                                                                                                                                              |
| 画像所見    | MRI (受傷時・1～2カ月後・軟化巣) X-P (骨傷・Ope 法) CT 3DCT                                                                                                                                                                                                                                       |

とするようなデータ採取方法であっても、評価者に十分なオリエンテーションが出来るため、比較的データ採取や管理がおこないやすいといった利点がある。

当センターでは入院から退院に至るまで、一貫した脊髄損傷者の治療・リハビリテーションをおこなっている。当センターの特色を生かし、脊髄損傷者の機能変化を詳細に把握するため、リハビリテーション科において独自に、脊髄損傷データベースシステム総合せき損センター方式(SIC model system)を構築し、前方視的にデータを採取している<sup>7)</sup>。詳細については後に述べる。

今回、2005年7月から運用を開始した本データベースにデータが集積され、経時的な機能変化の分析が可能となった。本稿では運動機能の回復に焦点をあて、特に回復が活発であると思われる、受傷後3カ月間の変化についての分析結果を報告する。

## 2. 当院における脊髄損傷データベースについて

本データベースは脊髄損傷の機能変化の特性を明らかにし、将来的に脊髄損傷治療における Evidence を確立することを目的に構築された。対象は当センターへ入院した外傷性脊椎脊髄損傷者全例である。データ採取は前方視的におこなっており、外傷性脊椎脊髄損傷者の入院時、受傷後72時間、2・4・6週間、2・3・4・5・6・8カ月、1年、退院時の計13時期に一連の検査をおこなっている。評価項目は運動機能、感覚機能、ADLだけでなく、異所性骨化や褥瘡などの合併症、痙縮や起立性低血圧などの随伴症状、その他脊髄損傷者から得られる多くの項目である(表1)。特筆すべきは急性期から慢性期にかけて、一連の検査を実施しているため、経時的な機能変化の詳細を把握できることである。評価項目は米国データベースが64項目、全国労災病院データベースが40項目に対して、本データベースは123項目であり、よ

り多くの情報を得ることが可能である。

## 3. 対象および方法

本データベースに登録された外傷性頸髄損傷者のうち、受傷後2週間以内に当センターに搬送、3カ月以上経過観察出来たもので、Frankel E 症例を除外した43名(平均年齢56.5±20.5歳、男性33名・女性10名)を対象とした。対象は入院時評価における Frankel 分類ごとに群分けし、Frankel A 群:16名、B 群:7名、C 群:15名、D 群:5名であった。分析には本データベースに登録されている前方視的データを使用した。

### (1) ASIA motor score (以下 AMS)<sup>8)</sup>

AMS とは上肢 C5-Th1・下肢 L2-S1 の10髄節の key muscle をそれぞれ定め、両側各筋の MMT を総計したものである(満点100点)。入院時の AMS 値を基準として、受傷後72時間、2・4・6週間、3カ月における AMS 回復値を全対象で算出し、Frankel 分類群ごとに平均した。また、その平均値を Frankel 分類群間と各受傷後期間でそれぞれ比較した。統計には Kruskal-Wallis 検定、Scheffe 法を用い、多重比較検定をおこなった ( $p<0.05$ )。

### (2) 麻痺高位

せき損センターの頸髄損傷者高位分類<sup>9)</sup>を使用し、運動完全麻痺者(Frankel A または B) の麻痺高位を判断した。受傷後経過期間による運動機能変化の違いを把握するため、受傷後3カ月間を2つの期間に等分割し、入院時から受傷後6週および受傷後6週から受傷後3カ月の各期間において、麻痺高位の回復・悪化が起きた対象の割合(%)を算出した。ここでいう麻痺高位の回復とは麻痺高位の下行を、悪化とは麻痺高位の上行を指すものとする。

### (3) Frankel 分類<sup>10)</sup>

Frankel 分類上での段階の回復(例: Frankel A→

表2 ASIA motor score の経時的変化

|           | 入院時  | 受傷後<br>72 時間 | 受傷後<br>2 週間 | 受傷後<br>4 週間 | 受傷後<br>6 週間 | 受傷後<br>3 カ月 |
|-----------|------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Frankel A | 8.7  | 8.4          | 8.3         | 8.9         | 10.3        | 13.4        |
| Frankel B | 10.0 | 12.0         | 25.3        | 31.3        | 37.7        | 44.7        |
| Frankel C | 33.4 | 42.2         | 51.5        | 65.2        | 71.3        | 77.1        |
| Frankel D | 74.8 | 77.5         | 86.0        | 89.8        | 91.4        | 95.0        |

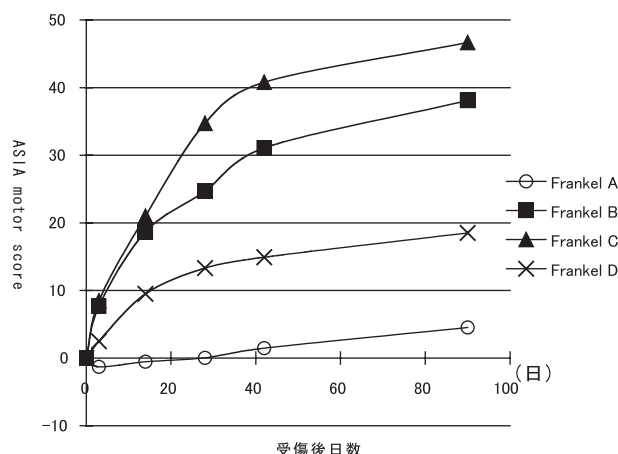


図1 ASIA motor score の改善値の推移

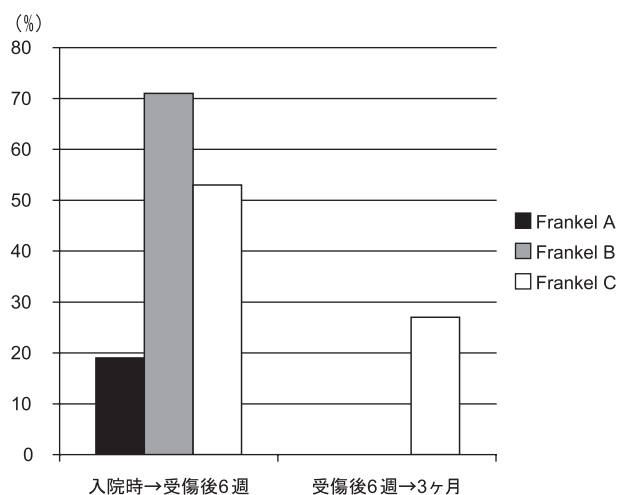


図3 Frankel 分類の段階が回復した対象の割合 (%)

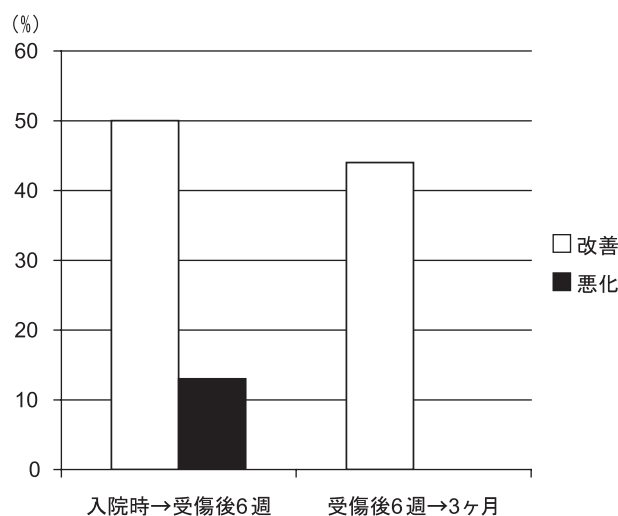


図2 麻痺高位が変化した対象の割合 (%)

B) が起きた対象の割合 (%) を (2) と同様に受傷後 6 週前・後の各受傷後経過期間で算出した。入院時の Frankel 分類が悪化した対象はいなかった。また、入院時 Frankel D 群の対象に段階回復が起こったものはいなかった。

#### 4. 結 果

AMS の経時的変化を表 2 に示す。入院時を基準とした AMS の回復値は、受傷後 72 時間→2 週間→4 週間→6 週間→3 カ月の順に Frankel A 群：-1.3→-0.5→0→1.5

→4.5, B 群：7.7→18.7→24.7→31.1→38.1, C 群：8.5→21.0→34.7→40.8→46.7, D 群：2.5→9.5→13.3→14.9→18.5 と変化した (図 1)。Frankel A 群においては受傷後 72 時間までに僅かに悪化がみられ、それ以後は緩徐に回復していた。その他の群では悪化はなく、受傷後 4 週間～6 週間にかけて顕著に回復し、それ以後は緩徐に回復していた。受傷後 4・6 週と 3 カ月において、Frankel A・C 群間に有意差を認めた。また、Frankel C 群において、受傷後 72 時間と 3 カ月の AMS に有意差を認めた。

麻痺高位は受傷後 6 週までに 53% に回復、13% に悪化がみられた。6 週から 3 カ月にかけては 47% に回復がみられ、悪化した対象はいなかった (図 2)。

Frankel 分類は受傷後 6 週までに A 群：19%、B 群：71%、C 群：53% に回復がみられた。受傷後 6 週から 3 カ月において、A・B 群では回復した対象はおらず、C 群の 27% に回復がみられた (図 3)。

#### 5. 考 察

脊髄損傷者の運動機能回復を分析した研究として、Model SCI Systems による米国脊髄損傷データベース<sup>4)</sup>や、薬剤の治験に関連した Sygen<sup>3)</sup>や EMSCI (European Multicenter study in Spinal Cord Injury) の調査<sup>11)</sup>が存在する。しかし、これらは主に入院時と受傷後 1 年の変化を分析しているものであり、経時的変化を分析したものではない。我々が脊髄損傷者のリハビリテーションを実

施する際には、どこまで ADL を獲得できるかについて、最終的なゴールを設定しておくことが重要である。ゴール設定には、症例の経過に伴い起こる運動機能変化を予測していく必要があるが、脊髄損傷者の受傷後経過期間と運動機能変化の幅には相関があると推測していたものの、詳細な変化を予測するために根拠となるデータが乏しかったため、経験に頼る部分が大きかった。したがって、脊髄損傷受傷後の機能変化に関する経時的なデータが、明確に示されることが望まれている。

### (1) AMS の変化について

Fawcett らは脊髄損傷者の機能変化に関するいくつかの報告をまとめた結果、特に受傷後 3 カ月までに活発な運動機能回復が起こり、9 カ月後にはほぼ終息するが、その後僅かな回復が続くこともあり、最終的に 12~18 カ月でプラトーに達するとしている<sup>11)</sup>。

本研究の結果では、受傷後 72 時間で -1.3 の悪化がみられ、受傷時の AMS に回復したのは、受傷後 4 週であった。受傷後 72 時間で AMS が悪化した理由として、Frankel A 群の 16 名中 2 名 (13%) において、脊髄の二次損傷により麻痺の上行が起こっているためだと考えられる。脊髄の二次損傷は外傷による機械的な一次損傷に引き続いて起こるもので、血管系損傷を主因とした虚血性壊死が要因と考えられている<sup>12)</sup>。当センターにおける運動機能悪化の発生頻度について、植田らは 243 名中 42 名 (10.3%) と報告しており<sup>13)</sup>、同様の割合であった。

頸髄損傷者の経時的な運動機能回復に関して、Waters らの研究では頸髄損傷完全麻痺者において、受傷後 1 カ月→3 カ月で 3.6 の AMS 回復が起こったことが報告されている<sup>14)</sup>。本研究においても、一時的な悪化が起こったものの、受傷後 3 カ月で同様に 4.5 の回復が見られており、この期間の活発な神経活動が示唆される。

Frankel 群間で AMS 回復値を比較すると、Frankel C 群、B 群、A 群の順に回復しており、A 群の回復が最も少なかった。Frankel D 群は受傷時すでに AMS が高いため、天井効果により回復が少なかった。運動機能回復の傾向として、Burns らは不全および完全麻痺の頸髄損傷者の運動機能回復経過を追跡しており、AMS 回復値に大きな違いはあるものの、両者とも同様の回復経過をたどることを報告した<sup>15)</sup>。本研究においても受傷時の麻痺が軽度な程、その後の回復が期待でき、特に受傷後 4 週~6 週にかけての受傷後急性期の回復がより起こりやすいことが明らかとなった。受傷後 3 カ月以降の麻痺回復に関して、特に不全損傷の場合、プラトーに達する時期は脊髄の損傷程度に影響を受けるとの報告があり<sup>14)</sup>、今後さらに長期の分析をおこなう必要がある。

### (2) 麻痺高位の変化について

本研究において麻痺高位の回復は受傷後 6 週以前・後で同程度見られており、受傷後 3 カ月以内での麻痺高位の回復は十分に期待できることが分かる。受傷後 6 週

前・後の期間で回復に大きな差異がなかった理由として、麻痺高位は筋の MMT により判定されているため幅があり、回復が高位判定に反映されるまでに時間がかかるためと考えられる。

しかし麻痺高位の悪化は、受傷後 6 週以前にのみみられた。麻痺の悪化が起こるのは 48 時間以内の受傷後急性期との報告<sup>13)</sup>があることから考えて、妥当な結果であると言える。受傷直後には麻痺の悪化があり得ることを念頭に置いておく必要がある。

麻痺高位の回復はリハビリテーションを実施する上で非常に重要な事項である。特に頸髄損傷者の場合、麻痺高位の回復により作用する筋が増えることで、動作上大きな違いが現れ、結果的に ADL 能力の向上につながっていく。Fisher らは受傷時の麻痺高位から 2 髄節の回復もありうることを報告しており<sup>16)</sup>、麻痺高位の回復を想定した上で、リハビリプログラムを決定することが重要であると言える。

### (3) Frankel 分類の変化について

Frankel 分類の段階変化に関する研究について、長期的な変化を分析したものは散見されるが、経時的なものは見あたらない。米国脊髄損傷データベースの分析では、ASIA 障害度 A 症例の 10~20% において段階の回復がみられたと報告されているが<sup>4)</sup>、本研究の Frankel A 群では受傷後 6 週以前に同程度の回復がみられたのみで、受傷後 6 週以後にはみられなかった。また、ASIA 障害度 B 症例に関しては 50% 以上の高い割合で ASIA 障害度 D となることが報告されている<sup>4)</sup>ものの、本研究の Frankel B 群では受傷後 6 週以前にしか段階回復はみられず、受傷後 6 週以後にはみられなかった。以上のことから、受傷後 6 週を経過した時点で、Frankel A・B の症例は、それ以後 Frankel 段階回復は起こりにくい可能性が示唆された。

Frankel C→D へ回復した対象は受傷後 6 週以前だけでなく 6 週以後においてもみられた。Frankel D への移行は残存した下肢機能を、リハビリテーションで向上させることにより起こりうることから、受傷後長期間に渡り、D への移行が起こると考えられる。受傷直後に ASIA 障害度 C の約 75% が実用歩行を獲得するとの報告もあり<sup>4)</sup>、Frankel C 症例の歩行獲得へのアプローチは非常に重要であると言える。

以上、今回の分析により頸髄損傷者の受傷後 3 カ月以内、特に受傷後 6 週以内には盛んな運動機能変化が起きていることが明らかとなった。また、今回の結果から受傷後急性期の評価データは、長期的な予後の判断材料となりうることを示唆された。今後さらに経時的なデータを集積し、受傷後 3 カ月以降の変化に関しても検討していく予定である。脊髄損傷者の機能変化の特性を明らかにすることによって、運動機能回復の余地を予測する一助となれればと考えている。

## 文 献

- 1) 川口三郎：脊髄損傷の神経修復. 神経進歩 40 (5) : 845—855, 1996.
- 2) Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF Jr, et al: Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the second national acute spinal cord injury study. J Neurosurg 76: 23—31, 1992.
- 3) Geisler FH, Coleman WP, Grieco G, et al: The Sygen multicenter acute spinal cord injury study. Spine 26: S87—S98, 2001.
- 4) Marino RJ, Ditunno JF, Donovan WH, et al: Neurologic recovery after traumatic spinal cord injury: Data from the Model Spinal Cord Injury System. Arch Phys Med Rehabil 80: 1391—1396, 1999.
- 5) 住田幹男, 徳弘昭博, 豊永敏宏, 他：脊髄損傷の outcome 日米のデータベースより. 東京, 医歯薬出版, 2001.
- 6) 元田英一, 住田幹男：データバンク—脊髄損傷を中心に—. 総合リハ 35 (10) : 1265—1271, 2007.
- 7) 出田良輔, 須堯敦史, 佐々木貴之, 他：脊髄損傷データベースシステム総合せき損センター方式の構築について. 日本職業・災害医学会会誌 55 (臨増) : 223, 2007.
- 8) Maynard FM Jr, Bracken MB, Creasey G, et al: International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. American Spinal Injury Association. Spinal Cord 35 (5): 266—274, 1997.
- 9) 中村 濃, 植田尊善：頸髄損傷のリハビリテーション. MB Med Reha 74 : 65—74, 2006.
- 10) Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, et al: The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. Paraplegia 7: 179—192, 1969.
- 11) Fawcett JW, Curt A, Steeves JD, et al: Guidelines for the conduct of clinical trials for spinal cord injury as developed by the ICCP panel: spontaneous recovery after spinal cord injury and statistical power needed for therapeutic clinical trials. Spinal Cord 45 (3): 190—205, 2007.
- 12) 田岡祐二, 岡嶋研二：二次障害の発生機序と治療. 脊椎脊髓 16 (4) : 348—353, 2003.
- 13) 植田尊善, 芝啓一郎：頸髄損傷 急性期の対応と予後. 日本脊椎脊髓病学会雑誌 12 (2) : 389—417, 2001.
- 14) Waters RL, Adkins RH, Yakura JS, Sie I: Motor and sensory recovery following complete tetraplegia. Arch Phys Med Rehabil 74 (3): 242—247, 1993.
- 15) Burns AS, Ditunno JF: Establishing Prognosis and Maximizing Functional Outcomes After Spinal Cord Injury: A Review of Current and Future Directions in Rehabilitation Management. Spine 26 (24S): S137—S145, 2001.
- 16) Fisher CG, Noonan VK, Smith DE, et al: Motor recovery, functional status, and health-related quality of life in patients with complete spinal cord injuries. Spine 30 (19): 2200—2207, 2005.

別刷請求先 〒820-8508 福岡県飯塚市伊岐須 550—4  
総合せき損センターリハビリテーション科  
須堯 敦史

## Reprint request:

Atsushi Sugyo  
Department of Rehabilitation Medicine, Spinal Injuries Center, 550-4, Igisu, Iizuka-shi, Fukuoka-ken, 820-8508, Japan

## Recovery of Motor Function in Acute Cervical Spinal Cord Injury

Atsushi Sugyo<sup>1)</sup>, Ryousuke Ideta<sup>1)</sup>, Hiroaki Sakai<sup>2)</sup> and Takayoshi Ueta<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Rehabilitation Medicine, Spinal Injuries Center

<sup>2)</sup>Orthopedics, Spinal Injuries Center

To investigate early motor functional recovery, we analyzed the motor function of the cervical spinal cord injury until three months after the injury, based on the data of original Data Base System (SIC model system). The patients of this study were 43 tetraplegia who admitted to the Spinal injuries center within 2 weeks post-injury, and have been followed up for at least 3 months. [ASIA motor score] The ASIA motor score was qualified at the admission and post-injury 72 hours, 2, 4, 6 weeks, 3 months. [Injury levels] Comparison of percentage of recovery and aggravation was calculated before and after post-injury 6 weeks. [Frankel classification] Comparison of percentage conversion of Frankel classification before and after post-injury 6 weeks. [ASIA motor score] Aggravation was observed slightly in Frankel A group within 72 hours after the injury, but recovery was observed until the 4 weeks. In Frankel B, C and D group, the recovery was remarkable until 6 weeks after injury, thereafter the recovery was very slow. [Injury levels] 53% of all patients has recovered until 6 weeks after injury, and 13% of patients aggravated. 47% of all patients had recovered from 6 weeks to 3 months, and there was no patients who aggravated. [Frankel classification] Frankel A-19%, B-71%, C-53%, they have recovered until 6 weeks after injury. There was no patients who recovered in A and B group, and 27% of C group had recovered from 6 weeks to the 3 months.

(JJOMT, 57: 50—54, 2009)