

筋萎縮性側索硬化症における 呼吸理学療法の適応と有効性に関する研究

寄 本 恵 輔

要旨 本研究においてわれわれは発症早期の筋萎縮性側索硬化症 (ALS) 患者 63 名, また非侵襲的人工呼吸器を導入した ALS 患者 10 名, さらに気管切開・侵襲的人工呼吸器を装着した ALS 患者 30 名を対象に呼吸理学療法を実施し, その有用性について検討した. 発症早期 ALS 患者に対しては国立精神・神経センター国府台病院で作成した呼吸理学療法を実施し, また非侵襲的人工呼吸器を導入した ALS 患者に対しては呼吸理学療法として胸部圧迫式換気補助法を併用した. また気管切開・侵襲的呼吸器装着後の ALS 患者に対しては積極的に離床を促すよう実施した.

その結果, 発症早期の呼吸理学療法が気管切開・侵襲的呼吸器装着までの期間を延長させるために有効な手技となることが示唆された. また非侵襲的人工呼吸器導入症例においては胸部圧迫式換気補助法により酸素化能の改善, 呼吸困難感の減少, 血液ガス分析の改善を認め, これが新しい呼吸理学療法の技術になると考えられた. 気管切開・侵襲的人工呼吸器装着後も適切な呼吸管理により離床が可能であり, このことが肺合併症の予防に有効であるとともに QOL の維持・向上に効果があると考えられた.

(キーワード: 筋萎縮性側索硬化症, 呼吸理学療法)

RESEARCH ON THE EFFECT OF THE CHEST PHYSIOTHERAPY
TO THE PATIENTS WITH AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS

Keisuke YORIMOTO

Abstract Effect of chest physiotherapy to 63 amyotrophic lateral sclerosis (ALS) patients of early stage, 10 ALS patients who were introduced noninvasive positive pressure ventilation (NIPPV), and 30 ALS patients who had tracheotomy ventilation (TV) was studied. The chest physiotherapy created by National Center of Neurology and Psychiatry Kohnodai Hospital was carried out to ALS patients of early stage. Thorax assist breathing was performed to ALS patients who were introduced NIPPV. The program of leaving their sickbed was carried out for TV group of ALS patients.

From the result, it was revealed that chest physiotherapy prolonged the period until the stage of TV. Moreover, the improvement of SPO₂, the reduction of dyspnea, and the improvement of blood gas were accepted by using thorax assist breathing with NIPPV. It was thought that thorax assist breathing with NIPPV was the technology of new chest physiotherapy. After doing the program for TV group, ALS patients could leave their sickbed under the right breathing control. Leaving their sickbed prevent lung complication and improves the patient's quality of life for TV group of ALS.

(Key Words : ALS, chest physiotherapy)

国立精神・神経センター国府台病院リハビリテーション科
別刷請求先: 寄本恵輔 国立精神・神経センター国府台病院リハビリテーション科
〒272-0827 千葉県市川市国府台 1-7-1
(平成17年7月6日受付)
(平成17年9月16日受理)

はじめに

筋萎縮性側索硬化症 amyotrophic lateral sclerosis (ALS) は病状の進行にともない全身の筋萎縮を呈し、四肢・体幹の運動機能や嚥下・構音機能が障害される。加えて、発症から数年で呼吸筋麻痺をきたす¹⁾²⁾。呼吸障害が出現すると ALS 患者の日常生活動作 activity of daily Life (ADL) は量的にも質的にも急速に低下することになる。それにより生活の質 quality of life (QOL) の著しい低下をきたし、最終的には生命の危機にさらされる¹⁾。ALS の原因は不明で有効な治療法は未だ確立されていない現状の中で、ALS 患者が高いレベルの QOL を維持し、有意義な人生を過ごすことができるよう支援することは、リハビリテーション医学の使命でもある¹⁾³⁾。

ALS の呼吸障害の特徴は呼吸筋力の低下にもとづく拘束性換気障害であり、特に肋間筋、横隔膜が障害され、肺胞低換気となる³⁾。横隔膜機能障害は%肺活量の低下、また 2 次的な代償として呼吸補助筋の過活動をきたし、それによって筋疲労や筋緊張を亢進させるため低換気・頻呼吸状態となる。その結果、患者は安静時でさえ呼吸困難となる。この呼吸筋障害は、不全麻痺に始まり最終的には完全麻痺となる⁴⁾。本邦では ALS による呼吸筋麻痺に対し気管切開・侵襲的人工呼吸器 tracheotomy ventilation (TV) における呼吸管理により生命予後は改善している⁴⁾⁵⁾。

近年、ALS における呼吸障害に対し、呼吸理学療法が機能維持的療法として期待されている⁶⁾。しかしながら進行する呼吸障害に沿った呼吸理学療法の検討は乏しく、その有効性は明らかになっていない。国立精神・神経センター国府台病院（以下当院）では発症早期の患者から非侵襲的人工呼吸器 non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) を選択した患者、また呼吸障害が進行し TV 装着後の患者に対しても継続的な呼吸理学療法を実施している。今回、当院で実施している ALS に対する呼吸理学療法の有効性について検討をしたので報告する。

対象 (表 1)

対象は以下の 3 群とした。
 早期群：ALS 患者で発症早期に呼吸理学療法を行った 63 名。

NIPPV 群：ALS 患者で NIPPV 導入時に呼吸理学療法を併用した 10 名。

TV 群：ALS 患者で TV 装着後に離床訓練を行った 30 名。
 全ての対象は 2001 年 4 月 - 2005 年 5 月までに当院に入院し、本研究に同意が得られた ALS 患者である。

方 法

1) 早期群への呼吸理学療法 (表 2)

リハビリテーション目的で当院に入院し、呼吸理学療法を実施した。呼吸理学療法プログラムの内容は、①リラクゼーション訓練、②ストレッチ、③腹式呼吸法・口すぼめ呼吸指導、④ハフティング、⑤シルベスター法、⑥胸部圧迫式換気補助法とし、①-⑥を毎日 30 分程度、10 日間継続に患者や家族が行えるよう実施した。短期効果の判定は呼吸理学療法施行前と 10 日間施行後に努力性肺活量 (%FVC) を比較した。また発症期間別、嚥下機能別、歩行能力別に施行前の %FVC を 100% として、施行後の値と比較した。また入院 1 ヶ月前の %FVC が追跡可能であった 7 例においては施行前・後も含めた %FVC の経時的検討を試みた。さらに呼吸理学療法施行 1 ヶ月後以降に経時的に 2 回以上 %FVC が測定できた 11 例においては呼吸理学療法施行前を 100% とし、その後の長期効果を追跡し、比較した。

2) NIPPV 群への胸部圧迫式換気補助法の併用 (表 3)

今回の検討で使用した NIPPV は BiPAP® Synchrony

表 1 対象患者

| | 患者数 | 平均年齢(歳) | 平均発症期間(年) |
|----------|-----|--------------|------------|
| 1)早期群 | 63 | 59.1歳(±11.1) | 3.2年(±2.9) |
| 2)NIPPV群 | 10 | 61.9歳(±8.9) | 1.8年(±2.2) |
| 3)TV群 | 30 | 63.2歳(±11.3) | 2.7年(±2.3) |

表 2 早期群の呼吸理学療法

| 入院日 | 2→9日間 | 退院日 | 退院後 |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 入院時ALS評価 呼吸機能評価(%FVC) | 呼吸理学療法の実施 | 退院時ALS評価 呼吸機能評価(%FVC) | 1ヶ月毎に 呼吸機能評価 (%FVC測定) |
| 呼吸理学療法 のオリエンテーション | 患者・家族の教育 継続的に実施できるようにする | | |

表 3 NIPPV 群の胸部圧迫式換気補助法

| NIPPV施行前 | NIPPV施行中 | NIPPV施行後 |
|--|--|--|
| 動脈血酸素飽和度(SpO2) 呼吸困難感(VAS) 血液ガス分析 | 30分間施行 前半15分胸部圧迫式換気補助法を併用 その後、15分間はNIPPVのみでの換気 | 動脈血酸素飽和度(SpO2) 呼吸困難感(VAS) 血液ガス分析 |

(フジ・レスピロニクス社)とした。インターフェイスは鼻マスクとし、操作モードはS/Tモード、1回換気量の目標値を350 ml以上に設定、また初回圧設定はinspiratory positive airway pressure (IPAP)を10 cmH₂O, exInspiratory positive airway pressure (EPAP)を4 cmH₂Oとした。方法はBiPAP® Synchronyを30分間施行し、開始15分間は呼吸理学療法として胸部圧迫式換気補助法を併用、その後15分間はBiPAP Synchronyのみでの呼吸補助換気とした。評価として、その施行前後においてパルスオキシメーターによる経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO₂)、自覚的呼吸困難度 visual analog scale (VAS) について検討した。VASは10 cmの水平線を患者に示し、左端は呼吸困難をまったく感じないを0 (ゼロ)、右端は非常に強く感じる10としたとき、患者が感じる程度に応じて任意の所に印を入れさせ、左端からの距離で呼吸困難を評価した。また慢性呼吸性アシドーシス、代償性代謝が亢進していた4症例に対しては施行前後で血液ガス分析を比較した。

3) TV群への離床支援プログラム (表4)

TV装着後の離床の定義としては30分以上の車椅子乗車とした。また離床を開始する条件を慢性呼吸性アシドーシス・代償性代謝が是正されていることとした。この是正をみるために動脈血二酸化炭素分圧 (PaCO₂)、重炭酸イオン (HCO₃⁻)をTV装着前・後で比較した。TV装着となった理由から自分の意思でTV装着した群と緊急処置として行われた群とに分け、両者において離床率、TV装着から離床の期間、また個々の症例で離床促進因子、離床阻害因子について検討を加えた。

表4 TV群の離床プログラム

| | |
|---------|--|
| 離床の定義 | 車椅子30分以上乗車可能(呼吸器装着していても良い) |
| 離床開始の条件 | 慢性呼吸性アシドーシス・代償性代謝の改善 |
| 検討項目 | TV装着となった理由による離床率、離床までの期間 TV装着から離床までの期間 離床促進因子、離床阻害因子 |

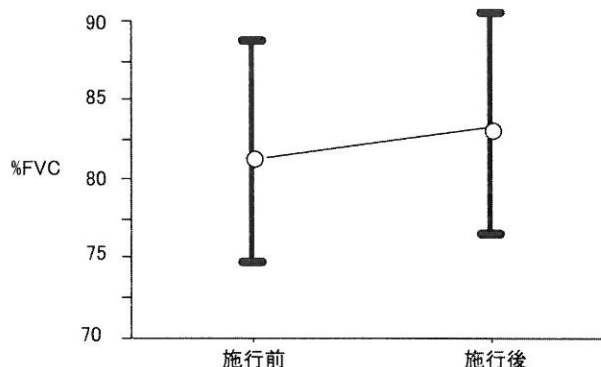


図1 呼吸理学療法前後における%FVC (早期群)

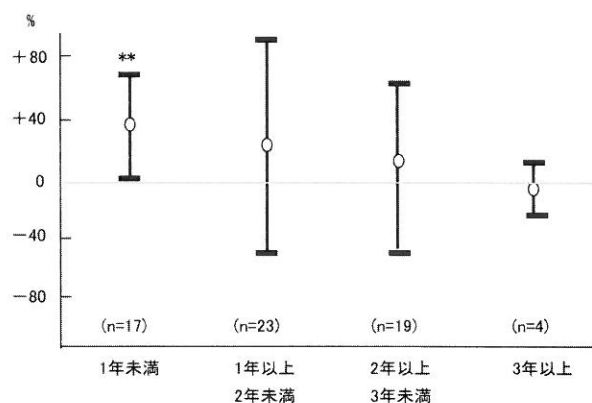


図2 発症期間別における呼吸理学療法施行前後のFVC変化率 (早期群)

結 果

1) 早期群への呼吸理学療法

呼吸理学療法の施行前・後での%FVCは有意差を認めないものの全体で改善傾向となった (図1)。また発症期間が1年未満の患者はそれ以上の患者より%FVCの改善を認め (図2)、嚥下機能が保たれている患者は嚥下不可の患者より%FVCの改善を認め (図3)、歩行能力が保たれている患者はそうでない患者より%FVCの改善を認めた (図4)。また施行前1ヵ月前から呼吸機能障害を呈している%FVC低下患者7例中5例は施行後%FVCの増大を認めた (図5)。さらに施行前%FVCを100%として比較すると施行3ヵ月後までは6例中3例のALS患者は呼吸機能が維持・改善されている

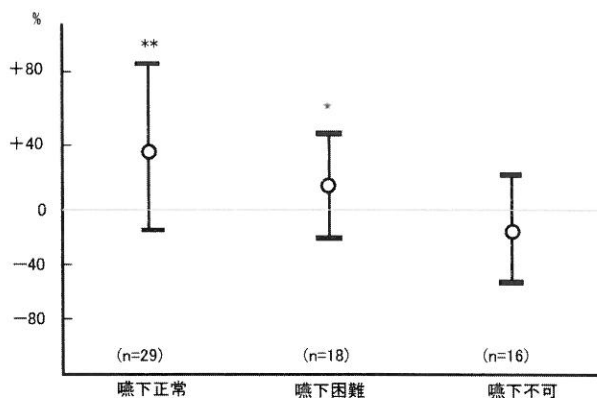


図3 嚥下機能別における呼吸理学療法施行前後のFVC変化率 (早期群)

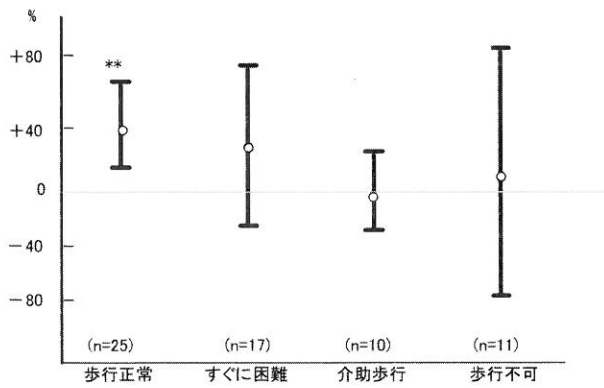


図4 歩行能力別における呼吸理学療法施行前後のFVC変化率(早期群)

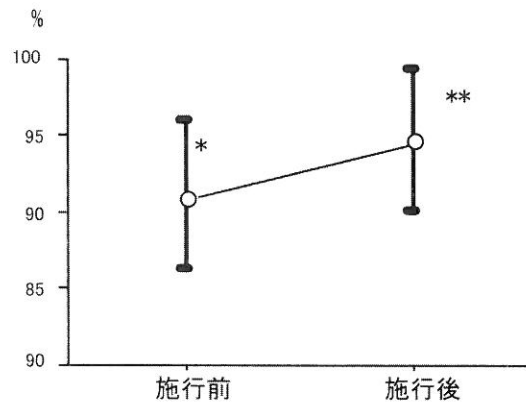


図7 胸部圧迫式換気補助法の併用前後におけるSpO2(NIPPV群)

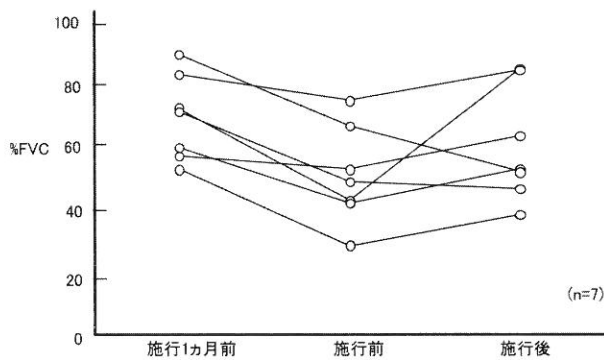


図5 呼吸理学療法施行1ヵ月・施行前・施行後の%FVC(早期群)

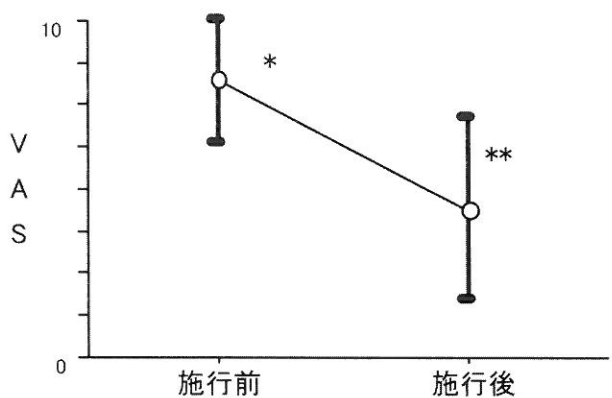


図8 胸部圧迫式換気補助法の併用前後における自覚的呼吸困難度VAS(NIPPV群)

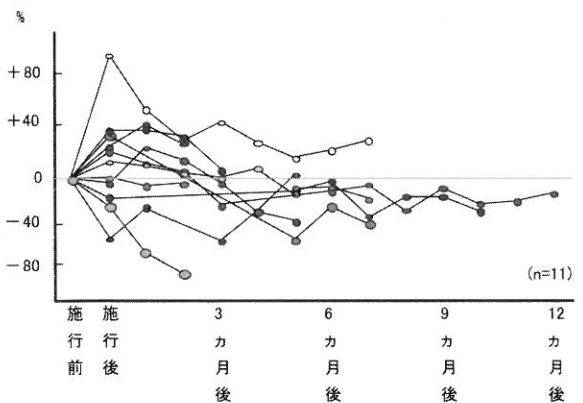


図6 施行前%FVCを100%とした時の呼吸理学療法の長期効果(早期群)

傾向であった(図6)。

2) NIPPV群への胸部圧迫式換気補助法の併用

NIPPV導入と胸部圧迫式換気補助法の併用により有意にSPO₂が改善され(図7), また呼吸困難度(VAS)の有意な改善を認めた(図8)。さらに血液ガス分析で慢性呼吸性アシドーシス・代償性代謝が認められた症例

4を除き3例には著明な改善を認めた(表5)。

3) TV群の離床プログラムの結果

TV群30例中に離床開始の条件を満たした症例は21例であった(図9)。また条件を満たした全ての症例はTVを間欠的に外すことがあっても呼吸機能の悪化は認めなかった。自分の意思でTV装着した群では緊急処置として行われた群と比較し、離床率が高く(図10)、また離床可能日が短かった(図11)。離床可能となるまでの期間は21例中16例の症例でTV装着後3週間以内に離床が可能となった。その他の離床における促進因子としては、患者・家族の強い離床希望、上肢型・球麻痺型が上げられ、阻害因子としては本人の強い離床拒否、難治性肺炎や著名な四肢の拘縮、下肢型、男性が上げられた。

考 察

発症早期ALS患者に対して当院では患者や家族でも行える呼吸理学療法を実施した。その結果、ALSの呼

表 5 胸部圧迫式換気補助法前後での血液ガス分析 (NIPPV 群)

| | | pH | PaCO ₂ | PaO ₂ | HCO ₃ |
|-----|-----|------|-------------------|------------------|------------------|
| 症例1 | 施行前 | 7.43 | 47.5 | 80.5 | 31.1 |
| | 施行後 | 7.47 | 41.1 | 93 | 29.6 |
| 症例2 | 施行前 | 7.4 | 55.1 | 88.4 | 32.1 |
| | 施行後 | 7.45 | 43.6 | 88.8 | 28.7 |
| 症例3 | 施行前 | 7.35 | 52.1 | 65.2 | 29.6 |
| | 施行後 | 7.39 | 45.6 | 79 | 30.3 |
| 症例4 | 施行前 | 7.41 | 51.4 | 90 | 32.5 |
| | 施行後 | 7.32 | 55.2 | 86.2 | 35.1 |

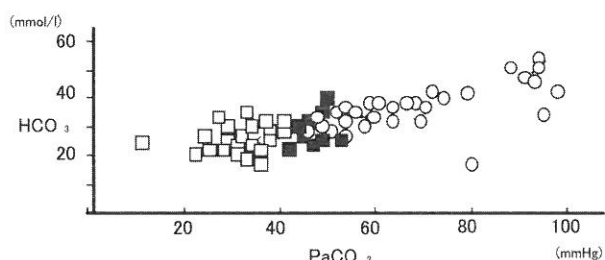


図 9 血液ガス分析 (PaCO₂, HCO₃) の比較 (TV 群)

- TV装着前 n=30
- TV装着後離床基準を満たした群 n=21
- TV装着後離床基準を満たさなかった群 n=9

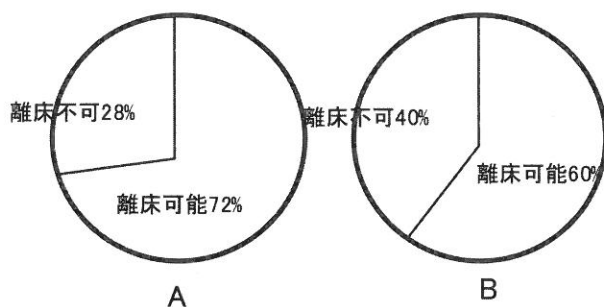


図10 TV 装着理由による離床率の相違 (TV 群)

- A: 本人の意思によりTV装着した場合
- B: 緊急措置としてTV装着した場合

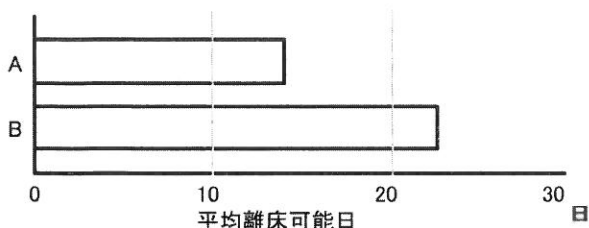


図 11 TV 装着理由による離床可能日の比較 (TV 群)

- A: 本人の意思によりTV装着した場合
- B: 緊急措置としてTV装着した場合

吸障害に対し、短期効果として発症早期の患者や歩行可能、嚥下可能といった比較的 ADL が保たれている患者については有効性を認めた。また呼吸理学療法施行後に呼吸機能が改善し、その効果が持続する症例も認められた。今回の検討より、ALS における呼吸障害に対して呼吸理学療法が TV 装着までの期間を延長させるために有効な手技であることが考えられた。近年、ALS における至適呼吸理学療法として脊柱・胸郭可動域訓練、呼吸介助法と呼吸パターンの改善を目的とした訓練が提唱され、その有効性が述べられている⁶⁾。当院で施行した呼吸理学療法も同様な有効性を示し、また患者や家族が継続的に行っていくことが可能なため、呼吸理学療法の長期的な効果が期待される。今後は実際に TV 装着時期の延長、さらには生命予後を改善するかを検討していく必要がある。また嚥下困難や嚥下不可といった球麻痺症状を呈する患者など呼吸理学療法の効果を認めない症例も存在することから、呼吸理学療法の適応や限界を検討する必要もある。

近年、NIPPV が TV によって ALS の呼吸障害を補助する手段として考えられ、欧米では様々な取り組みがされている⁷⁾。NIPPV の適応条件として球麻痺症状がないことが挙げられているので、われわれの NIPPV 導入基準としては TV 装着を選択しないと意思表示をし、かつ球麻痺症状を認めない患者に対して導入を勧めている。当院で利用した NIPPV は BiPAP[®] Synchrony であり、その特徴は average volume assured pressure support (AVAPS) を有するため、自動的に患者へのプレッシャーサポートをコントロールして 1 回換気量の目標値またはそれ以上の量を維持することが可能となる。つまり、既存の NIPPV では従圧式補助換気であるがゆえに患者に供給される 1 回換気量が不明確であったことに対し、BiPAP[®] Synchrony は装着中に平均 1 回換気量の情報が得られるため ALS 特有の低換気が改善しているかという換気量の評価となり得る。近年の報告では少数例であるが NIPPV 装着にて呼吸機能が維持・改善したこと⁸⁾、また QOL の視点からもその有用性が述べられている⁹⁾。さらに NIPPV を間欠的に使用することにより胸郭ストレッチ、呼吸筋疲労の軽減など呼吸理学療法への応用が期待されている¹⁰⁾。しかしながら NIPPV 装着で呼吸機能の低下した報告や導入時の違和感、呼吸困難増悪も認める¹¹⁾。われわれが行った胸部圧迫式換気補助法の併用は、酸素化能の改善や呼吸困難感を減少させ、また慢性呼吸アシドーシス・代償性代謝といった呼吸不全状態からも改善させる有効な呼吸理学療法の技術であることが示唆された。

今後は長期利用における効果を検討し、そのことがQOL向上に結びつくかを考えていかなければならない。

ALSにおいてTV装着後の患者は臥床状態となるのが一般的である¹²⁾。しかし、われわれはTV装着患者であっても積極的な離床を支援している。今回の検討より、TV装着後も離床開始条件を満たしていれば、安全かつ早期に離床することが示された。またTV装着を自己決定する事により早期離床が可能となり、離床率も高いことが認められた。現在、新しい呼吸理学療法の提唱として、特殊な治療法を用いるのではなく、「日常的な身体と肺の動きをベッド上で再現する」ということが述べられている¹³⁾。TV装着したALS患者においても離床していくことは2次的な廃用性症候群や肺合併症の予防にとどまらず、移動・外出が可能となるためQOLという観点からも重要であると考えられる。また離床促進因子として本人の意欲や家族の支援が極めて重要であることから積極的かつ継続的に離床訓練が行えるようにしていかなければならない。今後は離床困難患者への呼吸理学療法の検討や実際の肺合併症率の検討を加えていく必要がある。

ま と め

(1) 発症早期の呼吸理学療法を実施することは、呼吸機能が維持・改善するために重要である。(2) NIPPV導入に胸部圧迫式換気補助法を併用することは有効であり、新しい呼吸理学療法の技術となる。(3) TV装着後も早期に離床させていくことは廃用性症候群や肺合併症を予防することだけではなく、移動・外出が可能となるためQOLという観点からも重要である。

謝辞

本稿を終えるにあたり、御助言を頂きました国立精神・神経センター国府台病院神経内科部長の湯浅龍彦先生に深く感謝いたします。

この研究は厚生労働省、精神・神経疾患研究委託費15指-3「政策医療ネットワークを基準とした神経疾患の総合的研究」の助成金を受けた。

文 献

1) 川村博文, 伊藤健一, 山本昌樹ほか: 筋萎縮性側索硬化症(ALS)患者のQOL向上への取り組み. 治療ジャーナル 33: 491-495, 1999

2) 近藤清彦: 神経内科疾患と在宅医療. ブレインナーシング 16: 10-37, 2000

3) 千住秀明: ALS患者の呼吸管理. 理療と作療 21: 660-664, 1987

4) Kaplan LH: Respiratory dysfunction in amyotrophic lateral sclerosis. Clin Chest Med 15: 675-681, 1994

5) 紙本 薫, 村上信之, 室賀辰夫ほか: 筋萎縮性側索硬化症におけるレスピレーター装着例と非装着例の比較検討. 臨神経 29: 989-993, 1989

6) 小森哲夫, 宮川哲夫, 道山典功ほか: 筋萎縮性側索硬化症の呼吸障害に関する研究—至適呼吸理学療法プログラムの研究—, 厚生省特定疾患調査研究班, 社会医学研究部門, 特定疾患に関するQOL研究班, 115-119, 1997

7) Cazzoli PA, Oppenheimier EA: Use of nasal and tracheostomy positive pressure ventilation in patients with ALS: changing patterns and outcomes. Neurology 50: Suppl 4: A417-A418, abstract, 1998

8) Bach JR: Inappropriate weaning and late onset ventilatory failure of individuals with traumatic spinal cord injury. Paraplegia 31: 430-438, 1993

9) Cazzoli PA, Oppenheimier EA: Home mechanical ventilation for amyotrophic lateral sclerosis nasal compared to tracheostomy-intermittent positive pressure ventilation. J Neurol Sci 139 Suppl: 123-128, 1996

10) 児玉三彦, 出江紳一, 小山祐司ほか: 非侵襲的陽圧換気(NIPPV)の早期導入訓練を施行した筋萎縮性側索硬化症(ALS)の1例—在宅医療を目的として—. J Clin Rehabil 7: 548-553, 1998

11) Aboussouan LS, Khan SU, Banerjee M et al: Objective measures of the efficacy of Non-invasive positive pressure ventilation in amyotrophic lateral sclerosis. Muscle Nerve 24: 403-409, 2001

12) 山根清美: ALSの終末ケア. J Clin Rehabil 4: 228-232, 1995

13) 丸川征四郎: ICUのための新しい肺理学療法. メディカ出版, 吹田, 2. 1999