

高位頸髄損傷による呼吸筋麻痺に対し 横隔膜神経刺激療法を行った1例

旭 雄士^{1,3}・浜田秀雄³・平 孝臣⁴・若杉雅浩¹・丹下大祐²・岡澤成祐²
徳井宏太郎^{2*}・筒井美緒^{2*}・林 央周³・遠藤俊郎³・奥寺 敬¹

Diaphragm pacing in a high cervical spinal cord injury patient : A case report

Takashi ASahi^{1,3}, Hideo HAMADA³, Takaomi TAIRA⁴, Masahiro WAKASUGI¹,
Daisuke TANGE², Seisuke OKAZAWA², Koutaro TOKUI², Mio TSUTSUI^{2*},
Nakamasa HAYASHI³, Shunro ENDO³, Hiroshi Okudera¹

¹Department of Health Crisis Management Medicine, Graduate School of Medicine, University of Toyama

²Department of Emergency and Disaster Medicine, Faculty of Medicine, University of Toyama

³Department of Neurosurgery Faculty of Medicine, University of Toyama

⁴Department of Neurosurgery, Neurological Institute, Tokyo Women's Medical University

要 旨

横隔膜神経刺激療法を行い、良好な刺激による換気が得られた1例を報告する。症例は62歳、女性。交通事故により環軸椎亜脱臼、高位頸髄損傷、下位脳幹損傷をきたし入院となった。意識障害、呼吸不全、完全四肢麻痺を認め、気管切開、人工呼吸器にて管理した。意識はほぼ清明の状態にまで改善したが、呼吸不全・完全四肢麻痺は改善しなかった。このため日中の人工呼吸からの離脱を目的に、受傷より86日目に横隔膜神経刺激療法を行った。術1ヵ月後には最長11時間の人工呼吸器からの離脱が可能となり、レントゲン撮影、入浴、屋外への移動などの際に人工呼吸器なしで移動を行うことが可能となった。高位頸髄損傷による呼吸筋麻痺では人工呼吸器を永続的に使用し、医療・看護・介護に大きな負担になることがある。このような症例では、介護者、医療者の負担軽減、患者の活動範囲拡大のために横隔膜神経刺激療法は有用と思われた。

Abstract

We report a case of phrenic nerve pacing with electrical stimulation for the treatment of high cervical spinal cord injury. A sixty-two year-old female patient suffered an atlanto-axial dislocation, high cervical spinal cord injury, lower brain stem injury brain contusion, bilateral lower limb fractures and a mandible fracture as a result of a motor vehicle accident. Consciousness disturbance, respiratory insufficiency and complete tetraplegia resulted. Tracheotomy and artificial ventilation were subsequently performed. Respiratory insufficiency and complete tetraplegia remained unaltered, although consciousness gradually improved to near alertness. In order to allow cessation of daytime use of the respirator, diaphragm pacing was performed 86 days after injury. One month later, the patient was independent of the respirator for up to 11 hours a day. This enabled her to go to the X-ray room, bathe and go outside in a wheelchair without the respirator. Permanent use of a ventilator in patients with respiratory insufficiency secondary to high cervical spinal cord injury results in a great burden of care to family and nursing staff. In the case, diaphragm pacing was effective in reducing nursing and medical effort and improving the patient's activity field and quality of life.

Key words : diaphragm pacing, high cervical injury, spinal cord stimulator

■はじめに

横隔膜神経刺激療法は、米国を中心に1970年代より報告されてきたが¹⁻⁴⁾、現在でも日本では承認されてい

ない。米国で使用されている刺激装置 (Avery Laboratories, Inc., Commack, NY) は体外式であり、個人輸入をしたとしても非常に高価である。本邦におけるその装置

¹富山大学大学院 医学薬学教育部 危機管理医学 ²富山大学医学部 救急・災害医学 ³同 脳神経外科

⁴東京女子医科大学脳神経センター、脳神経外科 (*研修医)

を使用した報告例もあるが²⁾、一般的には施行されていない。Tairaらは、2003年に難治性疼痛用の刺激装置 (Itrel 3, Medtronic社) を使用した体内埋め込み式横隔膜神経刺激療法術を報告した^{5,6)}。我々は、この方法を用いた横隔膜神経刺激療法術を施行したので報告する。

■症 例

症例は62歳、女性。自動車運転中、対向車線をはみ出してきた自動車と正面衝突し受傷した。シートベルトを着用していたが、エアバッグが装着されておらず、下顎



図1 頸部MRI T2強調画像 (矢状断)
第1～2頸椎レベルの頸髄および下位延髄に高信号域を認める。第1頸椎レベルには髄内血腫を伴っている。



図2 刺激装置 (Medtronic社)
Itrel3 IPG (Model 7425) (中央), アイトレルEZプログラマー (Model 7434A) (→), リード電極 (Model 338728) (⇒)

をハンドルに強打したものと思われた。両下肢が挟まれた状態から救出され、当院へ搬送された。来院時、意識JCS300。完全四肢麻痺、呼吸不全のため、気管挿管、人工呼吸器管理となった。頸椎レントゲン上、環軸椎亜脱臼、頸部MRIにてC1-2頸髄～下位延髄損傷を認めた (図1)。また、下顎骨骨折と、多発性両下腿骨折も認められた。保存的加療にて徐々に意識状態は改善し、瞬目、舌突出にて簡単な応答ができるまでになった。しかし、両側外転神経麻痺が残存し、自発呼吸はみられなかった。受傷1ヵ月後に環軸椎亜脱臼に対して後方固定術を施行し、両脛骨・腓骨骨折整復術、胃瘻造設術を行った。術後の全身状態が良好であり、意識改善が見られたことから、今後の看護、介護の負担軽減、患者の活動範囲の拡大などを目的に受傷86日後に横隔膜神経刺激療法を施行した。

手術は、筋弛緩薬を用いず全身麻酔にて行い、頸部に皮切を置き、前斜角筋前面で横隔神経を露出し、4連リード電極 (Model 338728, Medtronic社) (図2) を接触させ、周囲の結合組織に縫合した。皮下トンネルを作り、鎖骨上を通して胸部皮下にItrel 3 IPG (Model 7425, Medtronic社) (図2) を設置した。術中刺激し、横隔膜の運動を確認した。術後レントゲンを図3に示す。設定はパルス幅0.15msec, 21Hzの波形を用い、cyclic modeで、cycle on 2秒, cycle off 3秒に設定し、呼吸数は毎分12回とした。

術後、1日10分の刺激から開始し、一回換気量、血中二酸化炭素濃度をモニタしながら刺激電圧を調整した。左右の刺激は交互に行っていたが、換気量が安定しないため、両側同期させて同時刺激を行い十分な換気量が得られた。徐々に刺激時間を延長することにより日中の呼吸状態の改善が見られ、術1ヵ月後には最長11時間の人



図3 術後レントゲン
両側頸部にリード (刺激電極) が設置され、両側胸部皮下にItrel3 IPGが埋め込まれている。

工呼吸器からの離脱が可能となり、入浴、レントゲン撮影、屋外への車椅子での散歩などの際に人工呼吸器なしでの移動が可能となった。その後、コミュニケーション手段の獲得のため、リハビリテーション病院へと転院となった。

■考 察

呼吸筋麻痺に対する横隔膜ペーシングは、欧米での報告が多く見られるが¹⁻⁴⁾日本では保険適応が認められていないため、多くの患者が呼吸器を長期使用されているのが現状である。今回使用された装置は難治性疼痛の治療のための電気刺激装置を流用したものであり、刺激装置は痛みの治療として保険の適応も認められている。平は7例に横隔膜神経刺激療法を施行し、良好な成績を報告している⁷⁾。その対象疾患は脳血管障害4例、奇形1例、腫瘍1例、外傷1例であった。今回は高位の頸髄損傷による呼吸筋麻痺であるが、外傷以外の原因（頸髄・脳幹病変など）で呼吸筋麻痺を起こす患者を含めると、人工呼吸器管理を続ける患者は国内でも多く存在すると思われる。横隔膜ペーシングの適応となる患者は、全身状態ならびに生命予後が良好な症例であり、このような患者は少なからず存在すると思われる（ただし、筋萎縮性側索硬化症のような下位運動ニューロンが障害される場合には適応とはならない）。

本装置を使用するにあたり、埋め込み式の電池を使用するため定期的な刺激装置の入れ替えが必要になる可能性があるが、理論的には疼痛治療の約8倍程度の40年ほど継続可能であり、十分実用的であるといわれている⁷⁾。また、刺激装置の扱いも簡便であり、図3に示した簡単な装置で体外よりスイッチのon/off、電圧調整が可能である。

人工呼吸器使用による負担は大きく、ベッドから移動する際には医師がそばについてバッグバルブマスク換気をするか、ポータブル人工呼吸器を使用する必要があるが、現実的には車椅子で散歩に行くことはないであろう。本症例では屋外への車椅子での移動も可能となり、患者の活動範囲が拡大した。病院の問題としては、人工呼吸器をつけているということだけで転院先が限定さ

れ、どこの病院も引き受けたがらないのが現状である。

当科ではこのような刺激装置を使用した機能神経外科手術を行っているが⁹⁾、機能神経外科の手術適応は徐々に拡大しており、その技術は日々進歩してきている。我々は更に富山県の脳神経外科治療レベル向上に向けて努力していかなければならない。

■結 論

高位頸髄損傷による呼吸筋麻痺の患者に対して、横隔膜神経刺激療法を行った1例を報告した。日中の人工呼吸器からの離脱が可能となり、医療・看護・介護の負担が軽減し、患者の活動範囲も拡大し有用と思われた。

文 献

- 1) Glenn WW, Holcomb WG, Shaw RK, et al : Long-term ventilatory support by diaphragm pacing in quadriplegia. *Ann Surg* **183** : 566-577, 1976.
- 2) Glenn WW, Phelps ML : Diaphragm pacing by electrical stimulation of the phrenic nerve. *Neurosurgery* **17** : 974-984, 1985.
- 3) Chervin RD, Guilleminault C: Diaphragm pacing for respiratory insufficiency. *J Clin Neurophysiol* **14** : 369-377, 1997.
- 4) Eleftheriades JA, Quin JA : Diaphragm pacing. *Chest Surg Clin N Am* **8** : 331-357, 1998.
- 5) Taira T., Takeda N, Itoh K, et al. : Phrenic nerve stimulation for diaphragm pacing with a spinal cord stimulator. Technical note. *Surg Neurol.* **59** : 128-132, 2003.
- 6) 光山哲滝, 平孝臣, 及川明博ほか: 脊髄神経刺激装置を利用した横隔膜ペーシングの試み. *脳神経外科* **31** : 1179-1183, 2003.
- 7) 平孝巨: 横隔膜神経刺激療法. *ペインクリニック* **26** : S449-S454, 2005.
- 8) 大隈功, 久野茂彦, 庄田基ほか. 上位頸髄損傷における Breathing Pacemakerによる呼吸運動の再建. *日本パラプレジア医学会雑誌* **15** : 114-115, 2002.
- 9) 旭雄士, 遠藤俊郎: 当科での定位・機能神経外科の手術経験, 主にパーキンソン病の手術療法について. *医報とやま* **1414** : 6-7, 2006.