《原 著》

急性期頸髄損傷例における人工呼吸からの離脱因子

福田 文雄* 植田 尊善*

Factors of Weaning from Mechanical Ventilation
in Acute Spinal Cord Injured Patients

Fumio FUKUDA,* Takayoshi UETA*

Abstract: The purpose of this study is to investigate the factors of weaning from the mechanical ventilation in acute cervical spinal cord injured patients. In 41 acute tetraplegic patients required mechanical ventilator the tracheotomy was performed in our hospital from 1990 to 1998. Bony injury such as fracture or dislocation were seen in 23 patients, while no bony injuries in 18 patients. All bony injuries were stabilized by surgery, while patients without bony injuries were conservatively treated. 7 patients were died with respirator and 7 patients are alive with respirator and the remaining 27 patients are alive without respirator. So 66% of the patients required mechanical ventilator could get complete weaning. Its mean period until weaning was 45.6 days. Neurological level of each patients, C2 or 3: 4/4 (100%), C4: 7/26 (27%), C5: 3/8 (38%) were died or did not get weaning and all C6 and C7 patients got weaning. It did not affect success of weaning whether the patients were surgically treated or not, whether bony injury was found or not, or whether paralysis was complete or not. Neither did the arterial blood gas, heart rate, nor vital capacity on admission. The sole factor that had influenced on weaning was the neurological level of injury. (*Jpn J Rehabil Med* 1999; 36: 485-488)

要 旨: 呼吸不全をともなった急性期頸髄損傷例の人工呼吸からの離脱について検討した。対象は1990～1998年に気管切開を行った53例のうち人工呼吸を必要とした41例（骨傷あり：23例、なし：18例）とした。骨傷のある場合は整復固定術を、非骨傷例では保存療法を原則とした。7例が死亡、7例が離脱不能、残り27例（66%）は平均45.6日で人工呼吸から離脱した。離脱に関して手術・骨傷の有無、入院時動脈血ガス分析、心拍数、肺活量、完全麻痺か否かは重要ではなかった。C3以上全例（4例）、C4：26例中7例、C5：8例中3例が死亡または離脱不能であり唯一損傷高位が関与しており、高齢、合併症が呼吸機能を悪化させていた。（*リハ医学* 1999; 36: 485-488）

Key words: 頸髄損傷 (cervical spinal cord injury), 呼吸管理 (respiratory management), 人工呼吸 (mechanical ventilation), 離脱 (weaning)

はじめに

頸髄損傷の急性期における死亡原因の第1位は呼吸不全である。呼吸障害の主因は呼吸筋麻痺によるものであり、吸気筋で最大とされる横隔膜は一般にC4支配とされ、C3以上で頸髄が損傷されれば横隔膜呼吸

は消失し、補助呼吸が必要となる。またC4残存レベル以下では、吸気は自発的にできても、呼気筋（腹筋、内肋間筋）の麻痺によって咳嗽が不十分となり喀痰排出が困難となる。また交感神経が遮断され迷走神経が優位となり気道分泌が亢進し、低換気のため分泌物は貯留し無気肺や肺炎が生じる^{1,2)}。

1999年3月18日受理, 1999年6月14日受理

* 総合せき損センターリハビリテーション科/〒820-8508 福岡県飯塚市大字伊岐須550-4
Department of Rehabilitation, Spinal Injuries Center

急性期の呼吸管理で重要なことは無気肺、肺炎を予防するための喀痰管理である。呼吸管理のために気管切開が行われ、必要に応じて人工呼吸器が装着される。一般に人工呼吸器の適応の目安としては呼吸数が40回/分以上、一回換気量が150ml以下、肺活量が500ml以下、 PCO_2 が50mmHg以上、患者の疲労が激しく呼吸苦が強い等があるが、当センターでは麻痺がC3残存レベル以上、あるいはC4残存レベル以下でも肺活量が500ml以下の症例で呼吸困難を認めた場合、喀痰管理のため予防的に気管切開術を施行している。

C4以下の損傷の場合人工呼吸から離脱できるはずであるが、必ずしも全例可能とは限らない。そこで急性期頸髄損傷例において人工呼吸から離脱に関する因子について検討した。

対象と方法

1990～1998年に入院した急性期頸髄損傷例383例のうち気管切開を行ったのは53例であり、そのうち人工呼吸を必要とした41例(10.7%)を対象とした。男性37例、女性4例、平均年齢±標準偏差62.0±15.1歳(17～85歳)、受傷から入院まで期間は、0～5日:33例、6～10日:2例、11～14日:6例、平均±標準偏差2.95±3.8日であった。治療は原則として骨傷・脱臼がある場合入院後直ちに整復固定術を行い、非骨傷・全身状態が不良の場合は保存療法を行った。

表1 改良 Frankel 分類

A	motor, sensory complete	運動・感覚とも完全麻痺
B	motor complete, sensory only	
	B1	運動完全麻痺 仙髄領域のみの触覚保存
	B2	運動完全麻痺 仙髄領域だけでなく広範な範囲で触覚保存
	B3	運動完全麻痺 痛覚不全麻痺
C	motor useless	
	C1	下肢筋力 0～2(過半数以下の筋力が2以下)
	C2	下肢筋力 2～4(過半数以下の筋力が2・3)
D	motor useful	
	D0	下肢筋力は4～5あり歩行できそうであるが急性期のためテスト困難
	D1	屋内、平地歩行100m, 屋外困難 下肢装具、車椅子併用
	D2	杖、下肢装具必要、屋外歩行安定 車椅子不要 上肢機能障害があり部分介助必要(中心性損傷)
	D3	杖、装具不要で完全独歩可能 上肢機能含めて介助不要
E	normal	筋力低下、知覚障害なし(反射亢進はあってよい)

手術:20例(後方固定術のみ14例, 前方固定兼後方固定術6例), 保存:21例であり、損傷形態は骨傷あり:23例(脱臼, 亜脱臼, 椎体骨折, 脱臼後自然整復22例, 歯突起骨折1例), 非骨傷:18例であった。

入院時麻痺評価として当センターで考案した改良 Frankel 分類を用いると(表1), A:37例, B2:3例, C1:1例であった。入院時頸髄損傷高位(以下, 損傷高位)を残存する最下位で表す改良 Zancolli 分類を用いると(表2), C1, 2:2例, C3:2例, C4:26例, C5A:8例, C6B II:1例, C7A:2例であった。

人工呼吸からの離脱の基準として, intermittent mandatory ventilation (IMV), pressure support ventilation (PS) などの補助呼吸法を行いながら, room air 下での自発呼吸にて PCO_2 が50mmHg 以下であれば離脱を試みた。

人工呼吸からの離脱に関する因子として, 手術の有無, 損傷形態, 損傷高位, room air 下での入院時動脈血ガス分析として酸素分圧(PO_2), 二酸化炭素分圧(PCO_2), 酸素飽和度(SO_2), 入院時心拍数, 肺活量および完全麻痺が否かについて検討した。検定は t -検定および χ^2 検定を用い有意水準5%とした。

結 果

41例中7例は死亡し, 4例は呼吸器のまま転院となり, 3例は離脱不能のまま入院中であり, 離脱不能例は計14例(34%)であった。27例(66%)は平均45.6日(6～239日)で人工呼吸から離脱した。離脱までの期間は2週以内:9例, 2～4週:5例, 4週以上:13例であった。

入院時既に他医で挿管または気管切開が行われていた10例は, 酸素や昇圧剤が投与されていたため, 入

表2 改良 Zancolli 分類

C1, 2	僧帽筋, 胸鎖乳突筋などの頸部筋	0
C3	頸部筋は動くが横隔膜は完全麻痺	
C4	横隔膜は動くが三角筋以下	0
C5	A	上腕二頭筋 1～3
	B	上腕二頭筋 4以上
C6	A	手根伸筋 1～3
	B I	手根伸筋 4以上 上腕三頭筋 0
	II	手根伸筋 4以上 上腕三頭筋 1～3
C7	A	上腕三頭筋 4～5
	B	指伸筋 3以上
C8		指屈筋が明らかに動く
T1		骨間筋が明らかに動く

表3 入院時動脈血ガス分析値・心拍数・肺活量

	離脱可能群 (N=24)	離脱不能群 (N=7)	p 値
PO ₂ (mmHg)	64.6	68.9	0.42
PCO ₂ (mmHg)	42.7	35.3	0.14
SaO ₂ (%)	91.5	92.6	0.65
HR(/min)	59.0	60.7	0.68
肺活量(ml)	519	600	0.68

他医 10 例を除く N=31(t-検定)

表4 手術の有無・骨傷の有無・麻痺重傷度と人工呼吸からの離脱との関係

	離脱可能	離脱不能	計
手術療法	15	5	20
保存療法	12	9	21
計	27	14	41

$p=0.22(\chi^2$ 検定)

骨傷あり	15	8	23
骨傷なし	12	6	18
計	27	14	41

$p=0.92(\chi^2$ 検定)

完全麻痺	24	13	37
不全麻痺	3	1	4
計	27	14	41

$p=0.68(\chi^2$ 検定)

院時動脈血ガス分析値、心拍数、肺活量の検査値は除外した。入院時 PO₂、PCO₂、SaO₂、心拍数、肺活量の値は、むしろ離脱不能例の方が離脱可能例よりも検査値は優れていたが、両者間の差は有意ではなかった(表3)。

手術の有無と人工呼吸から離脱との関係では、骨傷があるのに全身状態が不良のため保存療法を行った4例を含めているため、保存療法人群に離脱不能例が多いが、手術療法と保存療法との差は有意ではなかった。同様に損傷形態も骨傷有無の両者間の差は有意ではなかった。また完全麻痺(Frankel A)と不全麻痺(Frankel B, C)についても、両者間の差は有意ではなかった(表4)。損傷高位については、C3以上の上位損傷全例に加え、C4で26例中7例、C5Aで8例中3例が死亡または離脱不能であった。死亡、人工呼吸からの離脱不能例はC5A以上に限られていた(図1)。死亡、離脱不能例14例を検討すると、高齢、麻痺上向、肺疾患(気管支拡張症、誤嚥性肺炎)や全身合併症(くも膜下出血、消化管出血、強直性脊椎炎、等)を併発していた(表5)。

図1 損傷高位と離脱との関係

C3以上全例、C4:7例、C5A:3例が死亡または離脱不能であった。死亡、離脱不能例はC5A以上に限られていた。

考 察

中下位頸髄損傷例において呼吸管理を長期化させる原因として、胸部外傷の重症度が関与しているとの報告があるが³⁾、人工呼吸からの離脱因子に関する報告は少ない。人工呼吸からの離脱不能の原因として①呼吸筋麻痺、②呼吸器の器質的障害、③全身的合併症が考えられる。入院時動脈血ガス分析値、心拍数、肺活量のそれぞれの値は、入院時の呼吸状態を表しているだけで、人工呼吸からの離脱やその後の呼吸機能の悪化を予測できる指標にはなり得ないとする。永山ら³⁾の報告と同じく、手術の有無・損傷形態も人工呼吸からの離脱に関与する因子ではなく、本研究から損傷高位が唯一重要な因子であった。

完全麻痺例は不全麻痺例と比較して呼吸障害が強いとの報告がある⁴⁻⁶⁾。離脱不能14例中1例のみが不全麻痺であり、この症例はC4まで麻痺が上向したため呼吸不全となった(表5)。しかし人工呼吸からの離脱に関しては、脊髓横断面における完全損傷か否かは重要でなく、あくまでも脊髓矢状面における損傷高位が関与している。

気管切開術後自発呼吸のみで十分な例や早期に人工呼吸から離脱できた例では、呼吸筋は十分に機能しているのに対し、何らかの補助呼吸が必要な例は、自発呼吸のみでは十分な換気量が得られない呼吸筋不全麻痺の状態である。離脱可能例は平均45.6日で離脱しており、自発呼吸のみで十分な換気量が得られるまで受傷後6~7週を要することになる。この結果は最大肺活量が得られるまでに8~10週を要するという報告と同様^{7,8)}、呼吸筋不全麻痺の回復を表している。

表5 死亡・離脱不能例 (14 例)

症例	Frankel	損傷高位	骨傷の有無	合併症	転帰
70 歳 男	A	C5 A	C5/6・非骨傷	高齢, パーキンソン病	死亡
50 歳 女	A	C4	C3/4・非骨傷	くも膜下出血	死亡
70 歳 女	A	C4	C3/4・非骨傷	高齢	死亡
51 歳 男	B2	C4	C5/6・亜脱臼	麻痺上向	死亡
45 歳 男	A	C1, 2	C3/4・亜脱臼	消化管出血・気胸	死亡
82 歳 男	A	C4	C3/4・非骨傷	高齢, 塵肺	死亡
79 歳 男	A	C5 A	C4/5・非骨傷	高齢	死亡
57 歳 男	A	C5 A	C5/6・脱臼	気管支拡張症	入院中
85 歳 男	A	C4	C4/5・脱臼	高齢, 誤嚥性肺炎	入院中
76 歳 男	A	C3	C3/4・非骨傷	高齢, 脳梗塞	入院中
55 歳 男	A	C1, 2	C3/4・非年傷	麻痺上向	転医
17 歳 男	A	C4	C3/4・脱臼	無	転医
69 歳 男	A	C3	歯突起骨折	無	転医
60 歳 男	A	C4	C6/7・脱臼	強直性脊椎炎, 麻痺上向	転医

呼吸筋完全麻痺は一般に C3 以上の損傷高位といわれている。今回の結果では C3 以上の全例に加え, C4 では 26 例中 7 例, C5A では 8 例中 3 例が死亡または離脱不能であった。C3, 4 レベルでも長期にみれば離脱可能との報告はある^{9,10)}が, 今回の受傷後経過期間は, 死亡例では平均 143 日 (0~483 日), 離脱不能例では平均 364 日 (133~697 日) であり, 少なくともこの期間において何度か離脱を試みたが成功しなかった。

横隔神経は C3, 4, 5 脊髄由来であるといわれており¹⁾, 呼吸筋不全麻痺の状態は横隔神経不全損傷すなわち損傷高位という C4, C5A であると考えられる。しかし C4, C5A の呼吸筋不全麻痺の全例が離脱できないわけではない。自発呼吸のみでかろうじて換気している C4, C5A の呼吸筋不全麻痺の状態に, 高齢, 麻痺上向, 肺疾患, 全身合併症等の呼吸機能を悪化させる負の因子が加わると, 死亡または人工呼吸から離脱できなくなると考えられる。

ま と め

急性期頸髄損傷例における人工呼吸からの離脱に関する因子について検討した結果, 手術の有無, 損傷形態, 入院時動脈血ガス分析値, 心拍数, 肺活量ならびに完全損傷か否かは, その因子ではなく, 唯一損傷高位が関与しており C3 以上の上位損傷に加え, C4, C5A でも高齢または合併症が加われば, 死亡または

人工呼吸から離脱できなくなると考えられる。

本論文の要旨は第 5 回日本リハビリテーション医学会九州地方会において発表した。

文 献

- 1) 有田秀穂: 呼吸器・循環器とリハビリテーション. リハ医学 1992; **29**: 281-283
- 2) 鈴川正之: 脊髄損傷 全身管理の進歩—特に呼吸管理に関して—. 骨・関節・靱帯 1997; **10**: 1417-1421
- 3) 永山真理, 倉光せつ, 河田竜一, 黒田泰弘, 村川敏介: 頸髄損傷完全麻痺患者における長期人工呼吸管理症例の検討. 救急医 1996; **7**: 168-172
- 4) Lemonds VR, Wagner FC: Respiratory complications after cervical spinal cord injury. Spine 1994; **19**: 2315-2320
- 5) 蔵本照雄, 上田聡子: 頸髄損傷における呼吸不全例の検討. 救急医 1986; **10**: 589-592
- 6) 内田直里, 吉田 哲, 福井哲郎, 永田義紀, 大谷美奈子: 頸髄損傷例における呼吸管理. 日災医誌 1993; **41**: 28-33
- 7) Cater RE: Medical management of complication of spinal cord injury. Adv Neurol 1979; **22**: 261-269
- 8) Cater RE: Respiratory aspects of spinal cord injury management. Paraplegia 1987; **25**: 262-266
- 9) Bach JR: Inappropriate weaning and late onset ventilatory failure of individuals with traumatic spinal cord injury. Paraplegia 1993; **31**: 430-438
- 10) Peterson W, Charlifue W, Gerhart A, Whiteneck G: Two methods of weaning persons with quadriplegia from mechanical ventilators. Paraplegia 1994; **32**: 98-103