頸部郭清術による副神経損傷と肩運動障害

宮田 耕志・北村 博之*

Shoulder Mobility after Neck Dissection

Koji Miyata

(Kyoto University)

Hiroyuki Kitamura

(Tenri Hospital)

The "so-called shoulder syndrome" occurs frequently after neck dissection. However, some patients whose accessory nerves were sacrificed during operation have normal shoulder mobility. There is some controversy about whether the cervical nerves to the accessory nerve innervate the trapezius muscle.

Using a neurostimulator, we examined the motor innervation of the cervical contributions during operation. After neck dissection, we examined the function of the trapezius muscle with manual muscle testing (MMT) and electromyography (EMG) and correlated the results with whether or not the accessory nerve had been preserved.

In eight of 42 sides (19%) motor fibers from the cervical nerves reached the trapezius muscle. Scapular elevation was not greatly restricted even if the accessory nerve had been sacrificed, presumably because of the compensatory function of the levator scapulae muscle. Motor action potentials of the inferior fibers of four trapezius muscles were present even after the accessory nerve on that side had been sacrificed. It appears, therefore, that the inferior fibers of the trapezius muscle can be innervated by nerves other than the accessory nerve.

Key words : shoulder mobility, neck dissection, accessory nerve, cervical nerve, trapezius muscle

はじめに

頸部郭清術の際に副神経が切断されると、術後に肩の運動障害を訴える患者が多い^{1)~8)}。一方、手術時に副神経を切断したにもかかわらず、術後にこのような運動障害を認めない症例も少なからずみられる。

副神経は、胸鎖乳突筋と僧帽筋に分布する運動神経であるが、第2, 3, 4頸神経などと吻合があり^{9)~12)}、この吻合については、筋紡錘からの知覚線維しかないとする説^{9)11)13)~15)}と、運動線維が有るとする説^{16)~21)}とがある。また、頸神経の電気刺激で僧帽筋の筋電図を測定し、

副神経以外の神経支配を確認した報告¹⁶⁾¹⁸⁾²⁰⁾²¹⁾はあるが、その吻合の頻度や、吻合がどの程度肩運動に有効かなどについてはまだ充分明らかではない。

本研究ではまず①頸部郭清の術中に副神経と頸神経の吻合の頻度を調べ、また、②吻合枝については運動成分の有無を術中の電気刺激により調べ、更に、③術後の僧帽筋および肩甲骨の運動の評価を行い、術中の副神経の処理法と、吻合枝の有無とからこれらの結果の相関を調べた。

対象と方法

1. 対 象

天理よろづ相談所病院耳鼻咽喉科にて1988年4月から1994年2月までに頭頸部腫瘍手術に際し、頸部郭清術を施行した例のうち42例、54側を観察対象とした。頸神経と副神経の吻合を術中に確認したのは、42症例中、1992年6月以降の33例で、それ以前の頸部郭清例9例では、副神経の処理と術後の僧帽筋機能についてのみ検討した。性別は、男性22例、女性20例で、年齢は、15歳から82歳まで、平均58.9歳であった。症例の性、年齢構成を図1に示す。手術の対象となった原疾患は、表1の通りである。

2. 方 法

①副神経と頸神経の吻合の確認：頸部郭清術施行時、胸鎖乳突筋を切断翻転した後に、副神経が胸鎖乳突筋枝を分枝する部位よりも末梢で、まず副神経を確認し、こ

の走行を追跡し、他の神経との吻合の有無を調べた。

②神経の電気刺激：吻合を認めた場合は、薬物による筋弛緩がないことを確認した上で、Radionics社製のNeurostimulator (Model 433-A. ProbeはBipolar)で副神経を直接電気刺激し、僧帽筋上部線維の収縮を確認した後、同じ電圧設定で、可能な限り副神経より離れた部位で吻合枝を電気刺激した。副神経は、手術の根治性から切断した方がよいと判断した場合以外は、吻合枝の有無にかかわらず保存した。

③術後の僧帽筋機能の判定：徒手筋力テスト(manual muscle testing, 以下MMTと略す)と筋電図(EMG)で検討した。検査は手術後約1カ月以降に行った。

a) MMT: Danielsら²²⁾の方法に則り、5と4が外部の力に抵抗できるだけの筋力を認める場合、3が重力に抗するだけの筋力しかない場合、2が重力の影響をとった状態で(すなわち水平面内で)動かせる場合、1が筋収縮のみ認める場合、0が筋収縮すら認めない状態、の0～5までの整数値で評価した。尚、5を正常、4を優としているが、ここでは、便宜上、5、4をあわせて正常と扱うことにした。検査は、僧帽筋が主に関与している肩甲骨の挙上(僧帽筋上部線維)、肩甲骨の内転(僧帽筋中部線維)、肩甲骨の下制と内転(僧帽筋下部線維)について調べた。また、MMT検査を開始した以前の9例と、その後の6例を除いた27例については、術前にもMMTを行い、運動障害の有無を確認した。(“下制と内転”は、文中、下制と表記することとした。)

上記のMMT施行時には同時に、僧帽筋が運動の主動作筋ではない肩甲骨の外転、肩甲骨の内転と下方回旋、肩関節屈曲(前方挙上)、肩関節伸展(後方挙上)、肩関節外転(側方挙上)についても調べた。胸鎖乳突筋は、今回の対象では全例で手術時に一時切断していたが、3例3

表1 原疾患の内訳

	男 性	女 性	合 計
甲状腺癌	2	17	19
喉頭癌	6	0	6
中咽頭癌	4	0	4
口唇、口腔癌	3	1	4
上咽頭癌	1	2	3
下咽頭癌	2	0	2
上顎癌	1	0	1
食道癌	1	0	1
耳下腺癌	1	0	1
原発不明癌頸部転移	1	0	1

図1 年齢構成

側を除き、胸鎖乳突筋は再縫合した。

b) 筋電図：左右両側、僧帽筋の上部線維、中部線維、下部線維につき計6カ所測定した。検査時、被検者は腹

臥位とし、単極同心型電極を僧帽筋に刺入し、該当する僧帽筋を収縮させるように最大限に力をいれさせて(MMTで肩甲骨を動かしたのと同様の要領で)筋電図を記録した(日本光電製のNeuropack 8使用)。得られた筋電図は、副神経の処理法と吻合枝の有無に従って分析した。筋電図の判定法は、筋放電の間隔が0.1秒未満のものを正常、その間隔が0.1秒以上のものを減弱、筋放電をほとんど認めないものを消失とした(図2)。

結 果

1) 頸神経と副神経の吻合について

神経吻合の有無を術中に確認した54側中42側のなかで、頸神経との吻合枝を認めたのは25側(60%)であった(図3)。また、吻合枝の電気刺激で僧帽筋の収縮を認めたのは8側(19%)であった。この8側のうち6側は、副神経が保存されていたが、2側では、吻合枝より中枢側で副神経は切断されていた。

2) 術後の機能評価

1. MMT (肩甲骨について)

a) 吻合の有無にかかわらず、副神経を保存し得た38側の肩甲骨MMTを表2に示す。肩甲骨の挙上は全例で正常であったが、内転では一部不良例が認められ、肩甲骨の下制はさらに不良であった。不良例のうち、初回検査後数カ月して再検した2例では、内転、下制ともに正常に回復していた。尚、1側では、下制で疼痛を強く訴えたため、挙上と内転のみしか検査できなかった。また、1側では術前から内転、下制が不良であった。

b) 副神経を切断し、かつ運動線維の吻合のない(吻

図2 筋電図の典型例(上から正常 減弱 消失)

左写真のシエーマ

図3 副神経と頸神経の吻合枝(左頸部)

表2 副神経保存38例に対する MMT の結果

		MMT の結果		
		正 常	3	2 以下
肩甲骨の運動	拳 上	38	0	0
	内 転	26	9	3
	下 制	20	11	6

合枝がないか、あっても電気刺激で反応のないもの)12側の MMT を表3に示す。肩甲骨の拳上は8側(67%)が正常で、内転は約半分が2以下、下制では10側(83%)が2以下の不良であった。尚、ここでも1側で疼痛のため下制検査が行えなかった。

c) 副神経は切断したが、切断部より末梢で頸神経との吻合があり、電気刺激で僧帽筋の収縮を認めた2側の MMT を表4に示す。肩甲骨の拳上は正常であったが、内転、下制は2側ともに不良であった。

2. EMG

a) 副神経を保存し得た症例のうち、11側の筋電図では、9側以上が正常であったが、一部に異常が認められた(表5)。

b) 副神経が切断され、運動線維を含む吻合枝のない

表3 副神経切断+有効な吻合のない12例に対する MMT の結果

		MMT の結果		
		正 常	3	2 以下
肩甲骨の運動	拳 上	8	2	2
	内 転	1	6	5
	下 制	0	1	10

表4 副神経切断+吻合枝に運動線維のあった2例に対する MMT の結果

		MMT の結果	
		症例 1	症例 2
肩甲骨の運動	拳 上	正 常	正 常
	内 転	2 以下	2 以下
	下 制	2 以下	2 以下

表5 副神経保存11例に対する筋電図の結果

		筋電図の結果		
		正 常	減 弱	消 失
僧帽筋	上 部	10	1	0
	中 部	9	0	2
	下 部	9	1	1

7側での筋電図は、僧帽筋上部線維と中部線維では、1側を除き全く電位を認めなかった。しかし、下部線維では4側で正常筋電図が得られた(表6)。

c) 副神経切断、吻合枝に運動成分のあった2側のうち、症例1は、術後1カ月では上部、中部と電位を認めなかったが、5カ月後の再検ではともに正常化していた。下部線維は術後より正常であった。症例2は、上部は正常で、中部、下部はいずれも減弱はしていたが、電位を認めた(表7)。

表6 副神経切断+有効な吻合のない7例に対する筋電図の結果

		筋電図の結果		
		正 常	減 弱	消 失
僧帽筋	上 部	0	1	6
	中 部	0	1	6
	下 部	4	1	2

表7 副神経切断+吻合枝に運動線維のあった2例に対する筋電図の結果

		筋電図の結果	
		症例 1	症例 2
僧帽筋	上 部	正 常	正 常
	中 部	正 常	減 弱
	下 部	正 常	減 弱

3. MMT (上記以外)

僧帽筋が主としては関与しない肩甲骨、肩の運動のうち、最も異常が認められたのは、肩甲骨の内転と下方回旋であった。副神経保存例では、全例3以上であったが、

副神経を切断し有効な吻合のない例では、2側で不良であった。その他では、肩甲骨の外転、肩関節の屈曲、肩関節の外転に数例の異常が認められたが、すべて3であり、2以下の不良例は認められなかった(表8)。

表8 肩甲骨の内転と下方回旋についてのMMTの結果

		MMTの結果		
		正 常	3	2以下
副 神 経 の 処 理	副神経保存*	31	4	0
	副神経切断+有効吻合なし	7	3	2
	副神経切断+有効吻合あり	1	1	0

* 副神経保存例のうち3側に施行できず

考 察

1) 頸神経と副神経の吻合について

頸神経の副神経への吻合枝の存在は、剖検例¹⁰⁾も含め、明らかであるが、吻合枝が運動線維を含むかについては、なお意見の一致をみていなかった^{9)11)13)~21)}。すなわち、Andersonら¹⁴⁾は、頸神経の電気刺激で僧帽筋に反応がないことから、運動線維の吻合はないとしているが、運動線維があるとする報告もあり^{16)~21)}、Stellら¹⁸⁾、Fahrerら¹⁶⁾は、各々、吻合した頸神経の電気刺激で僧帽筋に反応が認められたと報告している。1993年、Sooら²¹⁾は、14例中8例に吻合を認め、うち5例(36%)に運動線維があったと報告している。今回の観察では、42例中8例(19%)とこれより低率であったが、副神経と頸神経との吻合枝には、運動線維をもつものがあると結論できる。

2) MMTについて

MMTは、ある運動に参与する複数筋の総合的な力を見るものであり、肩甲骨の動きでも、僧帽筋だけの働きを評価することはできない。僧帽筋上部線維は、肩甲挙筋とともに肩甲骨の挙上に関与し、僧帽筋中部線維は、大および小菱形筋とともに肩甲骨の内転に関与し、僧帽筋下部線維は、肩甲骨の下制と内転に関与する。

副神経保存例でこれらの肩甲骨運動の障害例が少ないのは当然であるが、内転と下制で一部不良例が認められた。しかし回復例があることより、一時的な麻痺ないしは術後の疼痛によるものと考えられる。

副神経の切断により、肩甲骨挙上が障害されたという

報告⁴⁾⁶⁾⁷⁾がある一方で、肩甲挙筋が挙上を代償すると推測したもの²⁾¹³⁾²³⁾²⁴⁾や、挙上は障害されないとする報告¹⁾⁵⁾もある。今回、副神経切断、運動線維の吻合のない例で、肩甲骨の挙上は3分の2で正常であったことより、僧帽筋上部線維の働きがなくても、挙上運動は障害されないことが多いと言え、これは肩甲挙筋によるものと推察される。内転に関しては、副神経切断時に肩甲骨内転は不良であったとするRemmlerら⁶⁾の報告がある。しかし、今回の結果では、挙上運動ほどではないが、重力に抗するだけの力(MMTが3)は半数以上で残っており、おそらく大、小菱形筋の関与によるものと考えられる。肩甲骨の下制はほとんどの例で不良であり、この運動には僧帽筋以外の筋肉がほとんど関与しないためと思われる。

副神経切断、吻合枝に運動線維のあった2側では、肩甲骨の挙上は正常で、内転、下制はともに不良であった。吻合枝に運動線維を含まない副神経切断例でもほぼ同様の結果であり、吻合枝の運動線維の有効性については、MMT上は有効とはいえない結果となった。これらの結果をまとめると、副神経切断では、肩甲骨挙上は障害されにくく、内転はやや制限を受け、下制は障害されると予測できる。

3) 筋電図について

筋電図は、MMTと違い日常生活の支障の度合を示すものではないが、僧帽筋のそれぞれの線維の収縮に関して、個別の情報が得られる。

副神経を保存した11側では、ほとんどが正常筋電図であったが、一部異常例が認められ、これは手術操作による一過性の副神経麻痺によるものと思われた。

副神経を切断し、運動線維を含む吻合のなかった例では、僧帽筋上部線維と中部線維では、1側を除き筋放電を全く認めなかった。しかし、僧帽筋下部線維では、7例中4例に正常電位を認めた。この結果から、僧帽筋下部線維のなかには副神経以外の神経支配を受けている例があるものと推測された。これは、剖検により僧帽筋下部へ入る副神経以外の神経を同定したSooら²⁰⁾の報告や、副神経切断例で僧帽筋下部線維の電位を得たというWeisberger¹⁹⁾の報告と一致する所見である。下部線維の支配はC3、C4であるとする意見²⁵⁾もあるが、副神経も下部線維に入っており、副神経と頸神経の二重支配も存在するといえる。

副神経を切断し、吻合枝に運動成分を認めた2側につ

いては、上部、中部、下部全てに筋放電を認めた。この筋収縮が肩運動として充分であるかどうかは、MMTによるが、MMT上は有効であるとはいえなかった。

4) 肩甲骨以外の運動について

副神経切断例で、術後手が上がらなくなったという訴えが時にあり、そのため、今回肩甲骨の運動以外にもMMTを行った。

肩甲骨の内転と下方回旋の主動筋は、大、小菱形筋であるが、僧帽筋も補助筋として関与している。不良例では肩甲骨の挙上、内転、下制すべて不良で、補助筋としての機能がなく、肩甲骨の安定性が悪いことが原因と思われる。また、副神経損傷時の肩関節外転障害についての報告は多く認められるが^{1)~4)8)23)25)26)}、片側郭清では90度以上あがったとする報告⁸⁾や、仰臥位では肩関節外転は問題なかったとする報告⁶⁾もある。今回の検討では、全例MMTで3以上あり、副神経が切断されても少なくとも90度以上は挙がるということになる。

まとめ

1) 42側の頸部郭清術中に副神経と頸神経の吻合の有無を調べ、25側(60%)に頸神経との吻合を認めた。そのうち、神経の電気刺激で僧帽筋の収縮を認めたものは8側(19%)であった。従って、副神経が僧帽筋の唯一の運動神経である例が大多数を占めるが、約5分の1は頸神経からも運動線維をうけていると考えられる。

2) 副神経が切断されると、吻合枝に運動線維がない場合、僧帽筋上部からの筋電図はほとんど消失するが、運動線維がある場合には僧帽筋上部の筋電図は正常であった。しかし、いずれの場合も、肩甲骨挙上は障害されないことが多く、吻合枝に運動線維のない12例中8例(67%)では挙上運動は正常であった。

3) 副神経が切断されると、肩甲骨の内転がやや制限される。

4) 副神経切断で、肩甲骨の下制と内転は、ほぼ全例で障害される。

5) 僧帽筋下部線維は、副神経や吻合枝以外に直接別の神経支配を受けている可能性がある。

6) 副神経を切断しても、僧帽筋が主動筋でない肩運動は、MMT上は障害が少なかった。

謝 辞

稿を終えるにあたり、御校閱頂きました京都大学医学部耳鼻

咽喉科学教室、本庄 巖教授に深謝いたします。

なお、本論文の要旨は、第95回日本耳鼻咽喉科学会総会(平成6年5月20日、新潟市)および、第59回日耳鼻京滋合同地方部会(平成6年12月10日、京都市)において口演した。

参考文献

- 1) Ewing MR and Martin H : Disability following "radical neck dissection", an assessment based on the post-operative evaluation of 100 patients. *Cancer* 5 : 873~883, 1952.
- 2) Nahum AM, Mullally W and Marmor L : A syndrome resulting from radical neck dissection. *Arch Otolaryngol* 74 : 424~428, 1961.
- 3) Saunders WH and Johnson EW : Rehabilitation of the shoulder after radical neck dissection. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 84 : 812~816, 1975.
- 4) Carenfelt C and Eliasson K : Radical neck dissection and permanent sequelae associated with spinal accessory nerve injuries. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 91 : 155~160, 1981.
- 5) Short SO, Kaplan JN, Laramore GE, et al : Shoulder pain and function after neck dissection with or without preservation of the spinal accessory nerve. *Am J Surg* 148 : 478~482, 1984.
- 6) Remmler D, Byers R, Scheetz J, et al : A prospective study of shoulder disability resulting from radical and modified neck dissections. *Head Neck Surg* 8 : 280~286, 1986.
- 7) Zibordi F, Baiocco F, Bascelli C, et al : Spinal accessory nerve function following neck dissection. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 97 : 83~86, 1988.
- 8) 西 嘉 渡 : 頸部郭清術後の頸腕部の運動障害について — 副神経と胸鎖乳突筋を切除した症例における検討 —. *JOHNS* 7 : 1087~1090, 1991.
- 9) Woodburne RT : *Essentials of Human Anatomy*. 6th ed. pp 49~51, Oxford University Press, New York, 1978.
- 10) Soo KC, Hamlyn PJ, Pegington J, et al : Anatomy of the accessory nerve and its cervical contributions in the neck. *Head Neck Surg* 9 : 111~115, 1986.
- 11) Hiatt JL and Gartner LP : *Textbook of Head and Neck Anatomy*. 2nd ed. pp 121~123, Williams & Wilkins, Baltimore, 1987.
- 12) Caliot Ph, Bousquet V, Midy D, et al : A contribution to the study of the accessory nerve ; surgical implications. *Surg Radiol Anat* 11 : 11~15, 1989.
- 13) Ballantyne AJ and Guinn GA : Reduction of shoulder disability after neck dissection. *Am J Surg* 112 : 662~665, 1966.
- 14) Anderson R and Flowers RS : Free grafts of the spinal ac-

- cessory nerve during radical neck dissection. *Am J Surg* **118** : 796~799, 1969.
- 15) Gray H : *Gray's Anatomy*. 36th ed (ed by Williams PL and Warwick R). pp 564~566, WB Saunders, Philadelphia, 1980.
- 16) Fahrer H, Ludin HP, Mumenthaler M, et al : The innervation of the trapezius muscle ; an electrophysiological study. *J Neurol* **207** : 183~188, 1974.
- 17) Brodal A : *Neurological Anatomy in Relation to Clinical Medicine*. 3rd ed. pp 457~459, Oxford University Press, New York, 1981.
- 18) Stell PM and Jones TA : Radical neck dissection ; preservation of function of the shoulder. *J Laryngol Otol Suppl* **8** : 106~107, 1983.
- 19) Weisberger EC : The efferent supply of the trapezius muscle ; a neuroanatomic basis for the preservation of shoulder function during neck dissection. *Laryngoscope* **97** : 435~445, 1987.
- 20) Soo KC, Guilloff RJ, Oh A, et al : Innervation of the trapezius muscle ; a study in patients undergoing neck dissections. *Head Neck* **12** : 488~495, 1990.
- 21) Soo KC, Strong EW, Spiro RH, et al : Innervation of the trapezius muscle by the intra-operative measurement of motor action potentials. *Head Neck* **15** : 216~221, 1993.
- 22) Daniels L and Worthingham C : 徒手筋力検査法 改訂第5版(津山直一, 東野修治共訳). 102~109頁, 協同医書出版社, 東京, 1992.
- 23) King RJ and Motta G : Iatrogenic spinal accessory nerve palsy. *Ann R Coll Surg Engl* **65** : 35~37, 1983.
- 24) Weisberger EC and Lingeman RE : Cable grafting of the spinal accessory nerve for rehabilitation of shoulder function after radical neck dissection. *Laryngoscope* **97** : 915~918, 1987.
- 25) 梁瀬義章, 上羽康夫, 須藤容章, 他 : 副神経損傷による僧帽筋麻痺について. *臨整外* **13** : 1036~1041, 1978.
- 26) Dewar FP and Harris RI : Restoration of function of the shoulder following paralysis of the trapezius by fascial sling fixation and transplantation of the levator scapulae. *Ann Surg* **132** : 1111~1115, 1950.

(原稿受付 : 平成7年2月10日
原稿採択 : 平成7年3月9日 急載
別刷請求先 : 宮田耕志
〒606-01 京都市左京区聖護院川原町54
京都大学医学部耳鼻咽喉科学教室)