片側反回神経麻痺に対する 披裂軟骨内転術と喉頭内神経再建術併施

山 田 弘 之 福 家 智 仁 金 児 真 美 佳
小 林 大 介 澤 允 洋 平 田 智 也

要旨：片側反回神経麻痺は嗄声と誤嚥を引き起こし、患者の QOL 低下につながる。麻痺の自然回復が期待できない症例では、反回神経の再神経化によって麻痺声帯の萎縮を改善し、かつ副正中位に移動させることが有効である。ただ再神経化による効果が表れるまでにはある程度の時間が必要である。披裂軟骨内転術と神経吻合を喉頭内の同一術野で行うことで、症状の早期軽減と、再神経化による更なる症状回復を目的とした。10 例の陳旧性片側反回神経麻痺に対してこの手術を行い、全例において術直後の MPT 延長が得られた。7 か月以上経過した頃には、更なる MPT 延長が認められ、術前の MPT との間にはそれぞれ有意差を認めた。GRBAS 評価では、G・B 項目が術直後には有意差をもって数値軽減を認め、7 か月以上経過時には更に改善を認めた。本手技は、従来の神経再建術に欠落していた即効性を加味した点で、神経再建術単独よりも恩恵が得られるものと考ええる。

キーワード：反回神経麻痺，披裂軟骨内転術，喉頭内反回神経再建術

Summary Arytenoid adduction combined with reinnervation of recurrent laryngeal nerve at inside thyroid cartilage for unilateral recurrent laryngeal nerve:

Hiroyuki Yamada, Tomohito Fuke, Mamika Kaneko, Daisuke Kobayashi, Masahiro Sawa and Tomoya Hirata.
Department of Otorhinolaryngology Head and Neck, Ise Red Cross Hospital

Unilateral vocal cord paralysis causes hoarseness and aspiration, and reduces the quality of life of the paralyzed patient. For these patients who cannot spontaneously recover, atrophy can be improved through medialization of the paralyzed vocal cord by reinnervation of the recurrent laryngeal nerve. Though this technique is widely recognized, improvement of symptoms cannot be observed until several months after the reinnervation. Rapid reduction of symptoms with additional improvement of voice quality can be acquired by arytenoid adduction combined with reinnervation of the recurrent laryngeal nerve within the same operative field. Ten patients with unilateral vocal cord paralysis underwent this procedure. Rapid improvement of maximum phonation time (MPT) was observed postoperatively, and additional prolongation of MPT was recognized more than 7 months later. A statistical difference was observed between preoperative MPT and postoperative MPT. Subjective voice assessment employing the GRBAS scale identified improvement of overall grade (G) from the preoperative to postoperative period and more than 7 months later. Improvement was identified in vocal quality of breathiness from the preoperative period to the same periods. This technique is more favorable than reinnervation alone, because rapid reduction of symptoms can be acquired postoperatively.

Key words: unilateral vocal cord paralysis, reinnervation of recurrent laryngeal nerve, arytenoid adduction

[Received Feb. 19, 2020, Accepted Jan. 5, 2021]

はじめに

片側反回神経麻痺は嗄声や誤嚥を生じ、症例によっては誤嚥性肺炎を引き起こし得る。Isshikiら^{1,2)}は麻痺声帯の位置を変え、また萎縮した声帯を内側へ押し出すことで、発声時の声門間隙を狭小化させる音声改善術を考案した。一方、麻痺側の反回神経を再神経化させることで同様の効果が期待できる術式として反回神経再建術があり、長期的安定性の点で Isshikiら^{1,2)}の音声改善術を凌駕するとの報告もある³⁾。反面、再神経化の効果が現れるまである程度の期間が必要で、即時効果の点では劣勢と言える。今回、従来の反回神経再建術に即時効果を加味した術式として、神経再建術に披裂軟骨内転術を併施し、更に、両手技を喉頭内の同一術野で行う術式を提示する。

本手技の概要

① 披裂軟骨筋突起同定

披裂軟骨内転術に準じて甲状軟骨上に約 6-7 cm の横切開を置いて術野を確保した後に、胸鎖乳突筋と前頸筋の間へアプローチする。甲状軟骨翼の鉗除・開窓は行わず、2 双鉤などで対側に牽引して喉頭内に進み、披裂軟骨筋突起を触知・同定する。

② 喉頭内での反回神経同定

筋突起を同定した後、梨状陥凹粘膜の裏面前方の結合組織を剥離しつつ、同領域を上行する反回神経を同定する。この領域を走行する反回神経は喉頭外を走行する神経よりも細く、また周囲組織の剥離の際に損傷する危険性もあることから、手術用顕微鏡下での探索が望ましい。

③ 頸神経ワナ同定と神経吻合

喉頭内での操作を一旦中断して、総頸動脈周囲を走行する頸神経ワナを同定する。先に同定した喉頭内反回神経との吻合が可能と思われる長さを確保した上で神経を切離し、中枢側を吻合部まで移動させる(図 1)。再び喉頭内での操作に移り、手術用顕微鏡下で頸神経ワナ中枢端と各輪状披裂筋に分岐する前での反回神経末梢端を 9-0 ナイロン糸で 3-4 針縫合する。

④ 披裂軟骨内転術

先に同定した披裂軟骨筋突起に 3-0 ナイロン糸を刺入し(図 2)、甲状軟骨裏面を通過させて甲状軟

骨下端に誘導し、甲状軟骨または輪状軟骨に牽引・固定する。

対象および検討項目

2010 年から 2018 年までの 9 年間に、麻痺発症から 6 か月以上経過した陳旧性片側反回神経麻痺に対して、披裂軟骨内転術と喉頭内での反回神経再建術を併施した 10 例を対象とした。10 例はいずれも甲状腺や喉頭・下咽頭癌の手術歴がなく、6 か月以上の保存的治療にも関わらず声帯の可動性が回復しなかった症例である。

音声機能の評価は、術前の最長発声持続時間(Maximum phonation time 以下 MPT)と、聴覚印象 GRBAS の中で気息性成分に関連する G 項目(総合評価)と B 項目(気息性成分)に絞った。術後の評価は、披裂軟骨内転術の効果判定として術前・術直後(術後 2-4 日目)の MPT と G・B 項目をそれぞれ比較した。さらに反回神経再建術の効果が加味された術後 7 か月以上経過した時点での MPT と G・B 項目を術前・術直後のそれと比較した。術前後の比較はカイ 2 乗検定を用い、 $p < 0.05$ を有意差ありと判定した。なお、MPT、聴覚印象とも 2 名の言語聴覚士が判定し、MPT は 2 名の平均値を、聴覚印象は 2 名の中で数値の高い方を採用した。

結 果

1) 手術時年齢と麻痺の原因・病悩期間

本手術施行時の年齢は 60 歳から 77 歳に渡り平均 70.2 歳。男性 4 例、女性 6 例であった。麻痺の原因は、胸部大動脈瘤手術後が 3 例、動脈瘤未治療例が 1 例、原因を特定できないものが 5 例存在した。なおこれら 9 例では、頸部における反回神経への操作が加わっていなかった(表 1)。副甲状腺術後の 1 例において唯一頸部操作を行われていたが、他院での手術例のため、反回神経への操作に関する情報は得られなかった。

病悩期間は 7 か月から 7 年に渡り中央値は 1 年であった。

2) 麻痺側声帯の経過

10 例全例で、術前の麻痺側声帯が萎縮し中間位に固定されていた。左右声帯のレベル差もあるため、発声時には声門閉鎖が不良であることも確認さ

図 1 喉頭内での反回神経再建術
甲状軟骨翼左端を健側に牽引して喉頭内を上行する反回神経末梢側と、頸神経ワナを端々吻合する。

図 2 披裂軟骨内転術 (左側)
披裂軟骨筋突起に 3-0 ナイロン糸を刺入。筋突起の後下方に、既に端々吻合した神経が見える。

表 1 対象 10 例の詳細と術前後の MPT

症例	年齢	性	原因疾患	病悩期間	術前 MPT	直後 MPT	7 か月以後 MPT
1	69	女	副甲状腺手術	8 か月	1.4 秒	2.0 秒	11.3 秒
2	71	女	不明	7 年	2.2 秒	15.3 秒	18.4 秒
3	60	女	不明	7 か月	3.4 秒	13.2 秒	14.6 秒
4	66	男	不明	7 か月	3.6 秒	9.8 秒	12.6 秒
5	77	女	胸部動脈瘤手術	1 年 4 か月	2.7 秒	5.9 秒	8.9 秒
6	77	女	不明	1 年	2.3 秒	4.7 秒	11.5 秒
7	68	男	胸部動脈瘤	2 年 2 か月	1.6 秒	4.1 秒	18.5 秒
8	67	女	不明	4 年半	0.8 秒	8.9 秒	9.8 秒
9	74	男	胸部動脈瘤手術	8 か月	3.2 秒	10.3 秒	14.2 秒
10	73	男	胸部動脈瘤手術	5 年 9 か月	2.2 秒	11.3 秒	16.2 秒

れていた（図3）。

術後2-4日目の観察では、声帯の萎縮は残存するものの、麻痺側声帯の副正中位への移動が見られ、10例全例で発声時の声門閉鎖が術前よりも改善していることが確認された（図4）。

更に術後7か月経過した時点では、麻痺側声帯の萎縮が軽減し、発声時の声門閉鎖は良好であった（図5）。

3) 術前後のMPT比較

術前のMPTは0.8秒から3.6秒に渡り平均2.3秒

図3 術前の喉頭

A：吸気時左声帯の萎縮を認める。
B：発声時には声門閉鎖が不良で声門間隙が大きい。

図4 術直後の喉頭

A：吸気時の左声帯は副正中位に移動。
B：発声時には声門間隙の改善が見られる。

図5 術後8か月目の喉頭

A：吸気時の左声帯の萎縮が改善。
B：発声時には声門間隙狭小化が更に改善している。

であったが、術直後（術後2-4日目）のMPTは2.0秒から15.3秒、平均8.6秒と有意に延長（ $p<0.001$ ）していた。さらに術後7か月以上経過した時点（中央値8か月）のMPTは8.9秒から18.5秒、平均13.6秒と術前・術直後のいずれの数値よりも有意に延長していた（ $p<0.001$ ）。症例ごとの経過においても術前よりも術直後でMPTが延長し、7か月以後には更に延長する傾向が認められた（表1）。

4) 術前後のMPTとG・B項目の推移

術前後3時点の評価項目の推移を図に示した。MPTは全例で術直後に延長し、7か月以上経過した時点で更に延長する右肩上がりの推移を認めた（図6）。

聴覚印象のG項目は、一部の症例のみで術直後の数値改善を認めるにとどまっていたが、7か月以上

経過した時点では全例において改善していた（図7）。術前と7か月以上経過した時点でのG項目の比較では有意差を認めていた（ $p<0.001$ ）。

聴覚印象のB項目もG項目の推移同様に、術直後には一部の症例で数値改善を認めなかったが、7か月以上経過した時点では全例において改善を認めていた（図8）。B項目の術前・術後7か月の2時点間には有意差を認めた（ $p<0.001$ ）。

考 察

片側反回神経麻痺に対する音声改善手術には、Issshikiらの甲状軟骨形成術I型¹⁾や披裂軟骨内転術²⁾、または両者を併用する術式^{4,5)}に加えて、声帯内注入^{6,7)}など既にその有用性が認知され広く普及している術式がある。一方で、Crumleyら^{3,8)}や

図6 MPTの推移
術前のMPTが術直後で延長し、7か月以上経過した時点では更に延長している。

図7 聴覚印象G項目の推移
術前の値が術直後、7か月以上経過後にかけて右肩下がりに改善している。

図8 聴覚印象B項目の推移
術前の値が術直後、7か月以上経過後にかけて右肩下がりに改善している。

Olsonら⁹⁾、Zhengら¹⁰⁾が報告した反回神経再建術は、より生理的な音声獲得を期待し得る術式として評価されている。

1) 陳旧性反回神経麻痺での神経再建術

本邦における反回神経再建術の報告は、Miyauchiら¹¹⁾が最初に報告した甲状腺手術における即時再建を対象としたものが多い。一方で、Crumleyら^{3,8)}のみならず神経再建術の意義を謳う報告のほとんどは陳旧性麻痺例を対象としている。陳旧性麻痺を対象とした報告における病悩期間は通常9-12か月以上の症例が多い。これは特発性麻痺では9-12か月までは自然回復に期待できるとするGranatoら¹²⁾の主旨に沿った結果と考えられる。今回対象とした10例の中には9か月を待たずして手術適応とした症例が4例含まれていた。4例中2例は手術による反回神経損傷が疑われたため9か月を待たずに手術を行った。一方で残り2例は、患者自身が麻痺による誤嚥・咳嗽の早期改善を希望したため早期に手術を行った。

2) 陳旧性麻痺における特徴・問題点

即時再建の効果発現が通常2-3か月であるのに対して、陳旧例では効果発現までの期間が長いという特徴がある。Moronianら¹³⁾は、外側輪状披裂筋と甲状披裂筋の筋電図検査で術後5か月目に初めて活動電位を確認しえた報告し、Olsonら⁹⁾も術後8か月の観察が必要であったと述べるように、陳旧例では効果発現まで比較的長期間を要する。これはMoronianら¹³⁾も述べているように、陳旧例では神経筋接合部の変性が進んでいるためであるとされている。この陳旧例の特徴は、効果発現まで患者に長期間の我慢を強いることを意味している。

2つ目の特徴は、病悩期間によって効果が異なる点である。Smithら¹⁴⁾は、高齢者や発症から2年以上経過した症例では神経再建の効果が低下する傾向があると言及し、Wangら¹⁵⁾、Liら¹⁶⁾も、神経再建は発症から2年以内が望ましいと述べている。病悩期間と効果の関連を否定しているZurら¹⁷⁾の報告は少数派で、Liら¹⁶⁾は、2年以上の病悩期間がある症例では効果を向上させるために披裂軟骨内転術を併用すべきと具体策をも提唱している。

3) 披裂軟骨内転術と喉頭内神経再建術併施

上記の陳旧例における反回神経再建の特徴を踏まえ、披裂軟骨内転術が有する即効性を生かしたLiら¹⁶⁾も提唱した内転術と神経再建を併用する術式を今回提示した。

両手技の併用は、Hassanら¹⁸⁾、Chhetriら¹⁹⁾からも報告されているものの多くはない。両報告とも手技併用の音声改善への効果を主張する中で、Hassan

らは術後24か月まで追跡すべきとして拙速な効果判定を戒めている。また、Chhetriら¹⁹⁾の報告で内転術単独と神経再建併施の2群間で効果に差がないとする文言があり、本手技が追試・普及しにくい理由とも言える。更に、2つの報告は神経再建を喉頭外で行うものであり、今回提示した喉頭内での再建は更に追試へのハードルを高くしていると思われる。

一方で、喉頭内での神経再建は、Zhengら¹⁰⁾が喉頭内において声帯内転筋のみへの神経再建を報告しており、極めて特殊な手技という訳ではないとも解釈できる。むしろ手技の項でも示したように、披裂軟骨筋突起の近傍を走行する神経を同一術野で再建する利点を生かした手技と言える。

今回の結果から判明したように、術直後からMPTの延長と聴覚印象の改善が認められたことは、披裂軟骨内転併施が陳旧例での神経再建の負の特徴を解消した術式であることを意味している。更に、術後7か月以上経過した時点で更なるMPT延長と聴覚印象改善を認めたことから、喉頭内での神経再建が喉頭外でのそれと遜色ない効果をもたらす手技であることを示唆している。

Zhengら¹⁰⁾、Liら¹⁶⁾の報告、および今回の成績から、喉頭内反回神経再建と披裂軟骨内転術併施は、陳旧性片側反回神経麻痺への治療選択肢に加える価値があると考ええる。

ま と め

1) 片側反回神経麻痺10例に対して、披裂軟骨内転術と喉頭内反回神経再建術を行った。

2) 全例で術直後に麻痺側声帯の副正中位への移動と発声時の声門間隙の狭小化、MPT延長と聴覚印象の改善を認めた。

3) 術後7か月経過した時点では、麻痺側声帯の萎縮改善と発声時の声門閉鎖の回復、MRT・聴覚印象の更なる改善を認めた。

4) 従来の反回神経再建術に欠落していた即効効果が追加されることから、選択肢に加える価値のある音声改善手術であると考ええる。

著者は申告すべき利益相反を有しない。

文 献

- 1) Isshiki N, Morita H, Okamura H, et al: Thyroplasty as a new phonosurgical technique. *Acta Otolaryngol* 78 : 451-457, 1974.
- 2) Isshiki N, Tanabe M, Sawada M: Arytenoid adduction for unilateral vocal cord paralysis. *Arch Otolaryngol* 104 : 555-558, 1978.
- 3) Crumley RL: Unilateral recurrent laryngeal nerve paralysis. *J Voice* 8 : 79-83, 1994.

- 4) McCulloch TM, Hoffman HT, Andrews BT, et al: Arytenoid adduction combined with Gore-Tex medialization thyroplasty. *Laryngoscope* 110 : 1306-1311, 2000.
- 5) Tokashiki R, Hiramatsu H, Tsukahara K, et al: A "fenestration approach" for arytenoid adduction through the thyroid ala combined with type I thyroplasty. *Laryngoscope* 117 : 1882-1887, 2007.
- 6) Kimura M, Nito T, Imagawa H, et al: Collagen injection as a supplement to arytenoid adduction for vocal fold paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 117 : 46, 2008.
- 7) Mortensen M, Carroll L, Woo P: Arytenoid adduction with medialization laryngoplasty versus injection or medialization laryngoplasty: The role of the arytenoidopexy. *Laryngoscope* 119 : 827-831, 2009.
- 8) Crumley RL, Francisco S, Izdebski K: Voice quality following laryngeal reinnervation by ansa hypoglossi transfer. *Laryngoscope* 96 : 611-616, 1986.
- 9) Olson DE, Goding GS, Michael DD: Acoustic and perceptual evaluation of laryngeal reinnervation by ansa cervicalis transfer. *Laryngoscope* 108 : 1767-1772, 1998.
- 10) Zheng H, Li Z, Zhou S, et al: Update: Laryngeal reinnervation for unilateral vocal cord paralysis with the ansa cervicalis. *Laryngoscope* 106 : 1522-1527, 1996.
- 11) Miyauchi A, Matsusaka K, Kihara M, et al: The role of ansa-to recurrent-laryngeal nerve anastomosis in operations for thyroid cancer. *Eur J Surg* 164 : 927-933, 1998.
- 12) Granato F, Martelli F, Comini LV, et al: The surgical treatment of unilateral vocal cord paralysis (UVCP): qualitative review analysis and meta-analysis study. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol* 276 : 2649-2659, 2019.
- 13) Moronian N, Waugh P, Robinson L, et al: Electromyographic findings in recurrent laryngeal nerve reinnervation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 112 : 314-323, 2003.
- 14) Smith ME, Houts DR: Outcomes of laryngeal reinnervation for unilateral vocal fold paralysis in children: Associations with age and time since injury. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 125 : 433-438, 2016.
- 15) Wang W, Chen D, Chen S, et al: Laryngeal reinnervation using ansa cervicalis for thyroid surgery-related unilateral vocal fold paralysis: A long-term outcome analysis of 237 cases. *PLoS one* www.plosone.org 6 : 1-7, 2011.
- 16) Li M, Chen S, Wang W, et al: Effect of duration of denervation on outcomes of ansa-recurrent laryngeal nerve reinnervation. *Laryngoscope* 124 : 1900-1905, 2014.
- 17) Zur KB, Carroll LM: Recurrent laryngeal nerve reinnervation in children: Acoustic and endoscopic characteristics pre-intervention and post-intervention. A comparison of treatment options. *Laryngoscope* 125 : S1-S15, 2015.
- 18) Hassan MM, Yumoto E, Kumai Y, et al: Vocal outcome after arytenoid adduction and ansa cervicalis transfer. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 138 : 60-65, 2012.
- 19) Chhetri DK, Gerratt BR, Kreiman J, et al: Combined arytenoid adduction and laryngeal reinnervation in the treatment of vocal fold paralysis. *Laryngoscope* 109 : 1928-1936, 1999.