甲状軟骨形成術 I 型

松 島 康 二

Type I Thyroplasty

Koji Matsushima

Preoperative examination : We created multi-planar reconstruction images from neck computed-tomography (CT) images. The form of the thyroid cartilage, position of the vocal folds, and degree of vocal fold atrophy can be evaluated from these images.

Type I thyroplasty : The fenestration design is a first-line priority during surgery. Although a chondrotomy is accomplished using a scalpel, a fissure bur may be necessary in cases with cartilage ossification. The fenestration is carefully created with the aim of preserving the cartilage and inner perichondrium. The vocal fold medialization procedure considers and adjusts to postoperative atrophy.

Titanium implant for type I thyroplasty : We examined the stability and permanence of fixation afforded by the titanium medialization laryngoplasty implant (TMLI), which was developed by the lead author. We evaluated implant migration, deformation, and fracture based on the postoperative neck CT images of 73 patients; however, no patients experienced any of these conditions. Thus, our results confirmed the stability and permanence of fixation following the placement of the TMLI. The implant also performed adequately in cases of re-operation.

Keywords : vocal fold palsy, laryngoplasty, thyroplasty, titanium medialization laryngoplasty implant

はじめに

喉頭枠組み手術は病気を治すことを目的とする手術ではなく、枠組み軟骨を操作することにより声帯の位置や緊張度を変化させ、症状を改善させる事を目的に考案された手術である¹⁾。そのなかで甲状軟骨形成術 I 型（以下 I 型）は声帯を内方へ移動させる手術に位置し、声帯を内転位へ移動/固定する披裂軟骨内転術と併せて、声門の閉鎖不全をきたす一側声帯麻痺に対して主に行われている。本論文掲載時（令和元年）における I 型の診療報酬区分は K4001・診療行為名称：喉頭形成術（人工形成材料挿置術）に該当する。もう一方の披裂軟骨内転術は K4002・喉頭形成術（軟骨転位術）にあたるため、両手術を併施した場合には原則として同時に算定できず、点数の低い I 型の手技料は請求しないことになる。

本稿では I 型を行うにあたり、手術操作の重要な指標になる術前検査として頸部 CT について説明し、実際の手術に関しては開窓部のデザインおよび開窓に用いる器具、軟骨片/内軟骨膜の取り扱い、そして筆者が開発した甲状軟骨形成術 I 型用のチタン製インプラントについて述べる。

術 前 検 査

頸部 CT

検査条件は安静鼻呼吸時と発声時（最長発声持続時間が

短い症例は息こらえ時）の 2 条件の撮影を行い、それぞれについて 3 方向画像（軸位断、冠状断、矢状断）の再構成を行う。軸位断からは甲状軟骨板の形状や左右差を確認し、患側の甲状軟骨板から正中までの距離を計測することにより「どのように押すか?」、「どのくらい押すか?」を術前にイメージしておく（図 1）。冠状断からは内喉頭筋の萎縮や喉頭室拡大の程度を把握し（図 2B）、矢状断からは患側甲状軟骨板に投影される声帯の位置を確認する（図 2A・C）。

術 中 操 作

開窓部デザイン

図 3 に示す位置が標準的な開窓部位である。手術効果が得られない原因の 1 つに開窓の位置が声帯レベルに一致していないことが挙げられる。筆者の経験ではそのような症例は、開窓が通常より頭側よりで行われている事が多い²⁾。

開窓のポイントと用いる器具

開窓操作で重要な点は内軟骨膜を温存することであり、そのためには軟骨を一気に切り抜かず、最初の切開は軟骨の厚みの 5~7 割程度のとどめ、そのあとに少しずつ切開を加えていく方法が良い。切開操作中に開窓部の軟骨片を押して可動性が生じてきたら、残りの軟骨が薄くなってきたサインである。軟骨片を押して残りの軟骨がまだ厚いところを探しながら、少しずつ切開を加えていく。軟骨が骨

化していなければ、11番メスと耳科手術用のメス（ローゼン・愛媛大型ナイフ：永島医科器械株式会社製）を用いて切開を行い、骨化傾向があればバードリルを用いる。バードリルはバー先が耳科手術用round burだけではなく、線状に切開可能なfissure burも取り付けられるのが良い³⁾（株式会社オサダメディカル製のバードリルであれば比較的安価で購入可能である）。

ある程度の範囲で軟骨片の可動性を確認できたならば、最後は止血用のノミを用いて軟骨片を落とし込む。

軟骨片と内軟骨膜の取り扱い

Ⅰ型の原法は開窓後の軟骨片を温存し、その軟骨片を利用してインプラントによる内方移動と固定を行う術式である。Ⅰ型は人工物を用いて声帯を内方移動するため、インプラ

ントの気道内への脱落を避けるために自己組織を介した方が安全であること、また軟骨片の面で声帯を押せるため、声帯振動部の再形成に適しているとの考えからである。その変法として軟骨片を取り除く方法と、一度取り除きインプラント挿置後に元に戻す方法が行われている。筆者は軟骨片を取り除いているが、その理由は3つある。1つは使用しているインプラントが組織親和性に優れたチタン製であること、次にインプラントの形状が固定部を有した板状体であるため声帯を面で押せ、声帯と平行に留置可能であり術後に移動するリスクが低いこと、最後に骨化した軟骨は疎な構造体であるため、術後経過のなかでその体積が変化し内方移動を維持できないリスクがあるためである。

内軟骨膜の取り扱いに関しても原法では温存することを

図1 左声帯麻痺 頸部CT（軸位断：鼻呼吸時）
軸位断CTからは声帯レベルにおける甲状軟骨の形状を確認する。Aのような喉頭斜位症例に対して通常通りに内方移動を行うと、声帯前方が過矯正となる。甲状軟骨板から正中までの距離を計測しておくことで、必要とされる内方移動の程度が術前に予測できる（B）。

図2 左声帯麻痺 頸部CT（A・C/矢状断、B/冠状断：発声時）
冠状断からは声帯の萎縮の程度を把握する。矢状断からは甲状軟骨板に投影される声帯の位置を確認する。麻痺声帯（図C、図B線Lt.）の位置は甲状軟骨正中部下端と下切痕を結んだ線と平行だが、発声時の声帯（図A、図B線Rt.）の位置が平行とまらない症例も存在するため、術前にCTで確認し、術中も軟性喉頭鏡を用いて正しい高さで内方移動ができていることを確認するとよい。

推奨している。インプラントの移動や脱落の予防が主な目的だが、内軟骨膜の温存を心がけて開窓することで、より丁寧な手術操作を術者に意識させる側面もある。筆者も内軟骨膜は温存しているが、完全に温存された状況ではかえって内方移動が制限されるため、その時には図4に示す部位を切開し制限を解除している。

内方移動の調節

内方移動の調節は患者の音声を確認しながら行うことが重要である。しかし術中に良好な音声を確認した位置で固定した場合、声帯の腫脹が落ち着く術後3～6ヶ月頃になると声帯に弓状変化が現れ再度氣息性嚥声を認めることがある。麻痺声帯の組織が術後に密になって体積が減少することや、手術操作の影響で腫脹した状態の声帯で調節を行ったことが原因として考えられる。そのため内方移動の

図3 甲状軟骨開窓の位置

甲状軟骨正中部下端と下切痕を結んだ線と平行で甲状軟骨正中線の中点を通る線が声帯の位置に一致する。筆者は男女ともに正中から5mmの位置に男性は5mm×10mm、女性は4mm×8mmの開窓を行っている。

固定はやや過矯正気味（声のつまりを軽く感じる程度）にすると良い。

甲状軟骨形成術I型用インプラント

甲状軟骨形成術I型に用いるインプラントの条件として、組織親和性と恒常性を併せ持つ素材であり、術中の易操作性と固定の安定性および耐久性のある形状で、優れた音声改善効果をもち再調節が可能であることが挙げられる。筆者が開発したTitanium medialization laryngoplasty implant（以下TMLI、特許第6434921号）はこれらの求められる条件を満たしたインプラントであることをこれまで報告してきた⁴⁾。今回は固定の安定性と耐久性に関して検討した結果を報告するとともに再調節を行った1例を提示する。

固定の安定性と耐久性

TMLIによるI型は東邦大学医療センター大森病院倫理委員会の承認（M18189、25-187、22-29）のもとに行い、平成23年4月から平成30年3月までの間に初回手術として94例に本チタンプレートを使用した。94例中、術後に頸部CTを行った症例は73例であった（男性57例、女性16例、平均年齢64.8歳）。これらの症例に対してインプラントの移動（固定部が甲状軟骨板から離れている症例）、脱落・露出（甲状軟骨外や気道内へ逸脱した症例）、変形（当初成形した形状と大きく変化していた症例）、破断について検討した。結果はすべての検討項目において該当する症例は1例も認めなかった（表1）。

今回の検討でTMLIは固定の安定性と耐久性を併せ持つ形状であることが証明された。

再調節

同対象症例中、これまで7例の患者に再手術を行った。全例内方移動の追加が目的であり、3例はプレートの位置が声帯の高さと合っていなかったため、その修正目的も兼ねて手術を行った。再手術を行った1例を提示する。

図4 内軟骨膜の取り扱い

内軟骨膜が完全に温存されると内方移動が制限されることがある（A）。その時には開窓部の前方と下方を切開し（B）制限を解除する（C）。

表1 術後の頸部CTによるインプラントの評価

評価項目	該当症例 (n = 73)
移動	0
脱落 / 露出	0
変形	0
破断	0

今回の検討では各項目とも該当した症例は1例も認めなかった。

症例は75歳の男性で特発性左声帯麻痺に対して、披裂軟骨内転術と甲状軟骨形成術Ⅰ型を施行した。術後音声は改善を認めたが、警備員の仕事をするうえで大きな声を出す必要があり、さらなる音声の改善を希望したため再手術を行った。術中に摘出したインプラントと修正用に成形したインプラントを図5Aに示す。再手術により音声の改善を認め、業務も支障なく行えるようになった(図5B)。

他の再手術をおこなった6例においても、摘出したインプラントに破断を認めた症例は1例も認めなかった。

TMLIは成形した形状について計測が可能であり、術前の内方移動の状態が手術記録や、喉頭所見と画像所見より把握できるため、再手術にも対応出来ることが示唆された。

(A)

図5 Titanium medialization laryngoplasty implant (TMLI) の再調節を行った1例

A) 取り出したインプラント(上)と再調節用に成形したインプラント(下)

取り出したインプラントに破断は認めなかった。またTMLIは内方移動の不足分が確認できるため、それに合わせて再成形が可能である。

B) 術前と初回手術後および再手術後の空気力学的検査, voice handicap index, 頸部CT(軸位断), 喉頭所見。再手術により声帯の内方移動が修正され、空気力学的検査の改善を認めた。声帯の弓状変化も修正されている。

	術前	術後 (AA+TP I)	再手術後 (TP I)
MPT(sec)	1.8	9.0	20.1
MFR(ml/sec)	447 (72dB)	267 (79dB)	94 (77dB)
VHI	68	5	4
頸部CT (axial)			
喉頭所見			

(B)

結 語

甲状軟骨形成術 I 型を行う際の術前検査と手技のポイント, I 型専用インプラントについて述べた. I 型は確立した術式だが, 披裂軟骨内転術と併施した場合に手技料が算定できないなど, 保険診療上の問題点が残っている. このような問題も解決すべき時期にきていると思われる.

謝 辞

甲状軟骨形成術 I 型用インプラントの名称に関して助言を頂いた, 東京大学名誉教授・廣瀬肇先生に感謝申し上げます.

利益相反に該当する事項はない.

参 考 文 献

- 1) 一色信彦: 喉頭機能外科 とくに経皮的アプローチ. 京都大学医学部耳鼻咽喉科同窓会; 1977.
- 2) 松島康二, 一色信彦, 田邊正博ほか: 甲状軟骨形成術後に音声の改善が認められなかった症例についての検討. 喉頭 24: 120-124, 2012.
- 3) 松島康二, 一色信彦, 田邊正博ほか: チタン製インプラントによる甲状軟骨形成術 I 型. 耳鼻臨床 補 143: 68-74, 2015.
- 4) 松島康二: チタン製インプラントを用いた甲状軟骨形成術 I 型についての検討. 日耳鼻 118: 1027-1036, 2015.

別刷請求先 〒143-8541 東京都大田区大森西 6-11-1
東邦大学医療センター大森病院耳鼻咽喉科
松島康二