総説

REVIEW ARTICLE

レーザーを用いた耳科手術

西崎 和則

岡山大学大学院医歯薬総合研究科耳鼻咽喉・頭頸部外科

(平成21年2月23日受理, 平成21年3月19日掲載決定)

Otologic Surgery using Laser

Kazunori Nishizaki

*Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Okayama University Graduate School of Medicine,
Dentistry and Pharmaceutical Sciences*

(Received February 23, 2009, Accepted March 19, 2009)

要旨

KTP, アルゴン, 炭酸ガスレーザーはアブミ骨手術をはじめとして, 耳科手術に用いられる. KTPレーザーが主役の座を占めていたが, メンテナンス期間が終了したことに伴い, KTPレーザーに類似の特徴をもつ半導体レーザーが主役の座を今後演じるものと思われる. ここではKTPレーザーを使用した自験例と耳科手術におけるレーザーの今後の展開について述べる.

キーワード: 耳科手術, KTPレーザー, 半導体レーザー, 炭酸ガスレーザー, アブミ骨手術

Abstract

KTP, Argon, and carbon dioxide lasers are used for otologic surgery including stapes surgery. A KTP laser occupied the leading role of lasers used in otologic surgery. However, with the maintenance period having been finished, a diode laser having a similar characteristic to a KTP laser might succeed to the position in future. I mention my own experience using a KTP laser and the future of the laser surgery in otologic field.

Key word : otologic surgery, KTP laser, diode laser, carbon dioxide laser, stapes surgery

1. はじめに

KTP, アルゴン, 炭酸ガスレーザー等は耳硬化症に対するアブミ骨手術をはじめとして, 鼓膜穿孔の新鮮化, 真珠腫や腫瘍の蒸散や硬化性病変の焼灼などの場面で耳科手術に用いられる¹⁻⁵⁾。最近, 安価で低消費電力, メンテナンスフリーの半導体レーザーを耳科手術に用いた報告が散見される⁶⁻⁹⁾。本邦ではKTPレーザーのメンテナンス期間が終了したことに伴い, KTPレーザーに類似の特徴をもつ半導体レーザーが主役の座を占めるものと思われる。ここではKTPレーザーを使用した自験例と耳科手術におけるレーザーの今後の展開について述べる。

2. KTPレーザーによる耳科手術

2.1 鼓膜穿孔の新鮮化

鼓膜穿孔耳に対して接着法や鼓膜形成術が施行される。手術の最初の操作として, 鼓膜が再生されやすいように鼓膜穿孔縁を切除して結合層を露出させ, 鼓膜穿孔の新鮮化を行う (Fig.1)。この操作にピックやカテラン針が用いられるが, 残存鼓膜が菲薄化や石灰化した場合には確実性に乏しい。レーザーを使用すれば, これらの条件下にも新鮮化が確実にできる。また, 鼓膜の緊張を必要としないため外耳道鼓膜弁形成後にも新鮮化できる。さらに, 外耳道鼓膜弁後に, 鼓膜を前方に反転した段階で, 粘膜面だけを焼灼することも可能で (Fig.2), アンダーレイで置かれた側頭筋膜の外側面に粘膜が伸展する可能性を少なくすることができる。

Fig.1 Otoscopic view of the whole edge of the perforation of the tympanic membrane cauterized by a KTP laser.

Fig.2 Intraoperative view of the mucous membrane around the perforation vaporized by a KTP laser after developing a meato-tympanic flap.

2.2 真珠腫の蒸散 (遺残性再発の防止)

遺残性再発が小児に多い一因として, 真珠腫が小児では蜂巣奥深くに侵入していることが挙げられるが, 遺残が疑われる部位をレーザーにて蒸散する。また, 耳小骨表面から真珠腫が深く浸潤している場合に内耳への機械的侵襲を負荷することなく浸潤した真珠腫を蒸散することができる (Fig.3)。しかし, レーザーによる蒸散で, 真珠腫の遺残性再発について検討した報告はない。レーザー焼灼後の骨は再生能力に欠け, 長期間にわたり炭化したままである。広範囲な焼灼の影響は未知数であり, 慎重な対応が望まれる。

明視下に置けない鼓室洞や耳小骨の前面に侵入した真珠腫は連続的に剥離できない場合に遺残しやすい。真珠腫が遺残しているのが鼓室鏡や内視鏡で確認できれば, レーザーを鼓室鏡に反射させて真珠腫を蒸散, 焼灼させ

Fig.3 Intraoperative view of the malleus and incus into which cholesteatoma invaded deeply cauterized by a KTP laser.

Fig.4 (a) Intraoperative view of congenital cholesteatoma in the front of the neck of the malleus cauterized by KTP laser beam reflected with a tympanic mirror. (b) Intraoperative view of congenital cholesteatoma in the front of the stapes cauterized by KTP laser beam reflected with a tympanic mirror.

Fig.5(a) Intraoperative view of the epithelium on the head of the stapes extending from the perforation of the tympanic membrane vaporized and cauterized by a KTP laser.
(b) Intraoperative view of cholesteatoma extending on the mucous membrane of the tympanic membrane vaporized and cauterized by a KTP laser.

Fig.6 (a) Intraoperative view of hard granulation around the chorda tympani.
(b) After resecting granulation using a KTP laser, the chorda tympani is preserved.

る (Fig.4). ツチ骨頭の前部から内側に侵入した真珠腫を除去できれば、術後の聴力改善が最も期待できる鼓室形成術I型で手術を終われる。耳小骨内側や鼓室洞の処理の際には顔面神経に注意を払う。

鼓膜穿孔縁から表皮が鼓室腔に侵入しアブミ骨やキヌタ骨長脚などの耳小骨の微細な構造に付着した場合や鼓膜内側面に伸展した場合には、表皮の摘出は難しい。骨と鼓膜上皮のレーザーに対する吸収度の差を利用して、レーザーを低出力で照射することで鼓膜から侵入した表皮を蒸散する。表皮がこの操作で完全に処理できないときは、レーザーの出力を上げて骨とともに焼灼する¹⁰⁾ (Fig.5)。

先天性真珠腫のオープン型では真珠腫上皮と粘膜との区別が必ずしも容易ではない。レーザーで真珠腫上皮からマージンをつけて無血下に切開すれば、正確な処理が可能で、遺残性再発の頻度を減少させることが期待できる。

2.3 耳小骨内側に進展した真珠腫へのアプローチ

ツチ骨、キヌタ骨内側に真珠腫が存在するが耳小骨連鎖は保たれている場合には、キヌタ骨を摘出し、必要に応じてツチ骨頭を切断して真珠腫摘出後、鼓室形成術III型変法を行うことになる。耳小骨連鎖が保たれ、気導骨導差がほとんどなければ、鼓室形成術III型変法を行うことで聴力が悪化する可能性がある。真珠腫の進展範囲によってはキヌタ骨短脚をレーザーにて切断して視野を広げ、内側にある真珠腫を摘出する³⁾。レーザーによって炭化した以上に骨組織が傷害されるので、その影響を考

慮するが、術後聴力は長期間安定している。この方法の短所は、高出力で焼灼するにもかかわらず時間がかかるため、基本的な手技になりにくいことである。

2.4 硬化性病変の切除

耳小骨周囲の硬化性病変処理やanterior spinotomyなど内耳への機械的侵襲を与える手術操作をレーザーで行うことにより、リスクを最小限に抑えることができる^{1,2,4)}。硬化性病変が鼓索神経周囲にある場合には、鼓索神経との剥離が難しいが、レーザーを使用すれば鼓索神経が温存しやすい (Fig.6)。

2.5 耳小骨連鎖の離断 (主にアブミ骨手術)

耳硬化症におけるアブミ骨手術において、レーザーはキヌタ・アブミ関節の離断、アブミ骨筋腱の切断、前脚および後脚の切断や底板開窓に用いられる。これらの操作にレーザーを用いることによってfloating footplateを防ぎ、骨導値悪化のリスクを減少させることが期待される。我々は、キヌタ・アブミ関節の離断や前脚および後脚の切断を別々に行うのではなく、キヌタ・アブミ関節部で耳小骨連鎖を離断させる方法を報告している⁵⁾。この方法の適応として、後脚が太い場合や前脚が明視下に置きにくい場合が挙げられる。なお、底板の開窓には、レーザーによる熱が内耳に影響を及ぼさないように連続照射は避ける。

鼓室形成術で、キヌタ骨を摘出する場合にキヌタ・ア

Fig.7 (a)Intraoperative view of a glomus tumor tympanicus.
(b)Tumor vaporized by a KTP laser.
(c)Promontorium cauterized by a KTP laser after resecting the tumor.

ブミ関節, キヌタ・ツチ関節をレーザーで離断させれば⁹⁾, 内耳への機械的な侵襲を少なくすることが可能である。

2.6 耳茸などの軟部組織に対するレーザー蒸散, 焼灼

耳茸やポリープ状に腫脹した粘膜や腫瘍をレーザー照射して蒸散, 焼灼する (Fig.7)。腫瘍の容積が大きい場合やグロムス腫瘍では, 出血のコントロールが難しい場合がある。

2.7 コルメラ作製

軟骨, 耳小骨や皮質骨をコルメラとしてレーザーを用いて加工する。熱による変性が見かけ以上に起こることを計算する⁴⁾, コルメラの顔面神経水平部への固着を防

Fig.8 Intraoperative view. Parts of the head of the malleus used as a columella facing the horizontal portion of the facial nerve cauterized a KTP laser to prevent bone fixation.

Fig.9 Intraoperative view of char formed during anterior spinothomy using a diode laser.

止するために水平部に面する耳小骨面をレーザーにて照射する (Fig.8)。真珠腫上皮で覆われていた耳小骨をコルメラ材料として使用することには真珠腫遺残の危険性を伴うため¹¹⁾, 反対意見がある。遺残を防ぐため真珠腫に接していた骨面をレーザーで蒸散して使用する。

3. 今後のレーザーによる耳科手術への展開

炭酸ガスレーザーとスキャナー, ハンドピースを組み合わせたOtoLAMTM (日本ルミナス, 東京) と半導体レーザーについて紹介する。OtoLAMTMはフォーカスビームによる蒸散が可能で, 微細なコントロール下に外来での鼓膜切開が行える。コールドナイフによる鼓膜切開に比較して, レーザーで焼灼された鼓膜穿孔は再生に時間を要するとされ, 穿孔が維持される期間が長い。この特性から滲出性中耳炎に対する鼓膜切開に用いられる。Linら¹²⁾ は, 穿孔が閉鎖するまで平均2.51週間 (1-5週間) と報告し, 適応を選択すれば, 鼓膜チューブ留置術の代用となっている。一方, Cotterら¹³⁾ は適切な予後因子がなく高い再発率のため, OtoLAMTMの使用は, 全身麻酔を行えない場合に限定している。欠畑らは, OtoLAMTMを鼓膜切開からさらに推し進めて, 作製した穿孔からアブミ骨可動性や耳小骨連鎖の状態など伝音難聴の診断やさらに耳小骨形成術を行っている^{14,15)}。

一方、半導体レーザーは近年耳科手術に導入され、KTPレーザーと同様の用途で使われている。KTPレーザーのメンテナンスが本邦では終了したこと、ファイバーを用いるため正確な操作が可能であり、今後耳科手術に用いられるレーザーの主役になる可能性を秘めている。レーザー波長(650 nm~980 nm)は、ヘモグロビンの吸光度に近いKTPレーザーの532 nmより長いいため、止血能はKTPレーザーよりやや劣り、深達度は優るとされている⁶⁾。KTPレーザーと同じく白い骨表面でほとんど吸収されず散乱するため、char(炭化)を作り焼灼する(Fig.9)。また、半導体レーザーを使用したアブミ骨手術において、アブミ骨底板の開窓の仕上げにはスキータードリルを使用しているが、4000Hzの骨導低下が有意に観察されたとの報告があり⁹⁾、安全性に関して症例の蓄積が今後必要である。

参考文献

- 1) Saeed SR., Jackler RK: Lasers in surgery for chronic ear disease. *Otolaryngol Clinics North Am*, 29: 245-255, 1996.
- 2) Vernick DM: Laser applications in ossicular surgery. *Otolaryngol Clinics North Am*, 29: 931-941, 1996.
- 3) Nishizaki K., Yuen K., Ogawa T., Nomiya S., et al: Laser assisted tympanoplasty for preservation of the ossicular chain in cholesteatoma. *Am J Otolaryngol*, 22: 424-427, 2001.
- 4) 西崎和則: レーザーを使用した中耳手術. *耳鼻臨床*, 94: 487-495, 2001.
- 5) Nishizaki K., Kariya S., Fukushima K., Orita Y., et al: A novel laser-assisted stapedotomy technique for congenital stapes fixation. *Int J Pediatr Otolaryngology*, 68: 341-345, 2004.
- 6) Durvasula VS., De R., Baguley DM., Moffat DA: Laser excision of glomus tympanicum tumours: long-term results. *Eur Arch Otolaryngol*, 262: 325-327, 2005.
- 7) D'Eredità R., Shah UK: Contact diode laser myringotomy for medium-duration middle ear ventilation in children. *Int J Pediatr Otolaryngol*, 70: 1077-1080, 2006.
- 8) Poe DS., Grimmer JF., Metson R: Laser eustachian tuboplasty: two-year results. *Laryngoscope*, 117: 231-237, 2007.
- 9) Gerard JM., Serry P., Gersdorff MC: Outcome and lack of prognostic factors in stapes surgery. *Otol Neurotol*, 29: 290-294, 2008.
- 10) Thedinger BS: Applications of the KTP laser in chronic ear surgery. *Am J Otol*, 11: 79-84, 1990.
- 11) Dornhoffer JL., Colvin GB., North P: Evidence of residual disease in ossicles of patients undergoing cholesteatoma removal. *Acta Otolaryngol*, 119: 89-92, 1999.
- 12) Lin SH., Lai CC., Shiao AS: CO2 laser myringotomy in children with otitis media with effusion. *J Laryngol Otol*, 120: 188-92, 2006.
- 13) Cotter CS., Kosko JR: Effectiveness of laser-assisted myringotomy for otitis media in children. *Laryngoscope*, 114: 486-489, 2004.
- 14) 欠畑誠治, 新川秀一: 内視鏡による耳小骨離断の診断と治療. *耳鼻臨床*, 97: 937-945, 2004.
- 15) 欠畑誠治, 二井一則, 黒田玲子, 新川秀一: 中耳内視鏡による診断と手術. *OtoScan laser-assisted myringotomyの併用. 日耳鼻*, 107: 632, 2004.

著者紹介

西崎 和則 (Kazunori Nishizaki)

岡山大学医学部 卒業. 昭和54年4月, 岡山大学医学部附属病院耳鼻咽喉科 入局. 川崎医科大学附属川崎病院, 岡山大学医学部附属病院, 神戸市立西市民病病院, 岡山大学医学部附属病院, 岡山済生会総合病院を経て, 平成3年1月, 岡山大学医学部附属病院(耳鼻咽喉科) 助手. 平成3年4月, 岡山大学医学部附属病院(耳鼻咽喉科) 講師. 平成5年6月から平成6年7月, スウェーデン国ウプサラ大学耳鼻咽喉科学教室(Matti Anniko主任教授)客員研究員(平成5年6月から平成6年3月の間は文部省在外研究員). 平成8年1月, 岡山大学医学部耳鼻咽喉科講座 助教授. 平成11年12月, 岡山大学医学部耳鼻咽喉科講座 教授. 平成13年4月, 岡山大学大学院医歯学総合研究科耳鼻咽喉・頭頸部外科 教授, 現在に至る。