

泌尿器科における高出力レーザー治療の安全ガイドライン

1. 目的

泌尿器科疾患でレーザー治療の対象となるものは、外性器腫瘍、尿路上皮腫瘍、前立腺肥大症、尿路狭窄、尿路結石などである。Nd:YAG レーザー、炭酸ガスレーザー、Ho:YAG レーザー、KTP レーザー (Nd:YAG レーザーの第2高調波発生)、パルス波色素レーザー、アレクサンドライトレーザーなどの高出力レーザーが使用される。これらの高出力レーザーは波長により、組織への吸収深度や、水や血色素への吸収係数が異なるので使用に当たっては、波長による特性を十分に認識することが必要である。レーザー波長による特性が十分に生かすことできたら患者に効率良い治療ができるが、その使用を誤ると重大な障害を与える危険性がある。

このような状況から、泌尿器科領域における高出力レーザーの安全使用のために「安全ガイドライン」を定め、適正使用と術者と患者双方の安全の確保の徹底を図ることを目的とする。

2. 高出力レーザーを使用するための医療機関の条件

レーザー装置・機器の扱いに習熟した医師が所属している医療機関で実施することが必要である。特定非営利活動法人日本レーザー医学会の認定施設、社団法人日本泌尿器科学会の認定を受けた教育施設で使用することが適切である。

3. 高出力レーザーの適応

1) 外性器腫瘍

尖圭コンジロームに対する Nd:YAG レーザーは効果的なエネルギー源であるが、凝固作用が強いレーザーであるので尿道への影響に注意が必要である。尿道の壊死、脱落の重篤な合併症が報告されている^[1]。

陰茎癌に対するレーザー治療は、陰茎切除が回避できる方法として期待がもてる。表在癌に炭酸ガスレーザーを使用し、浸潤癌に対し Nd:YAG レーザーと炭酸ガスレーザーを併用し陰茎部分切除術よりも機能的、外見的に優位であったことが報告されている^[2]。

2) 尿路上皮癌

膀胱癌に対する Nd:YAG レーザーによる治療は、出血がなく、麻酔が不要、軟性膀胱鏡が使用可能で、膀胱破裂がなく、閉鎖神経の刺激がない、術後のカテーテル留置が必要ないなどの多くの利点があるが、再発率を低下させたという根拠は示されていない。最近、組織吸収深度の浅い Ho:YAG レーザーを使用した表在性膀胱癌治療が試みられるようになった^[3]。本法の利点も術後のカテーテルフリーと外来治療であるが、Nd:YAG レーザーと違い、組織を凝固するのではなく腫瘍基部を切開、蒸散させる方法であり、従来の高周波電流による経尿道的膀胱腫瘍切除術 (TUR-Bt) との前向き比較試験による検討が必要である。

また、高出力ダイオードレーザーの膀胱腫瘍治療への試みが検討されている。

腎盂・尿管癌に対する経尿道的な内視鏡によるレーザー治療は、適応を厳格に規定すれば有用な方法である。従来は Nd:YAG レーザーが使用されたが、最近では散乱線がなく安全に使用できる Ho:YAG レーザーにより組織の蒸散、切除、凝固作用で効率の良い治療が可能となっている^[4,5]。

3) 前立腺肥大症

前立腺肥大症に対するレーザー治療は、側射型ファイバーを使用しての Nd:YAG レーザーによる非接触法が盛んに試みられた時期もあったが、凝固組織の脱落に時間がかかり自・他覚症

状が改善するまでに4-6週間の時間がかかるのが欠点であった。しかしながら、合併症に関してはTUR-Pよりもはるかに少ない^[6]。同じ側射型ファイバーを使用している接触法は、非接触法と異なり前立腺組織を蒸散させて術直後より有効な空洞を形成し排尿状態を改善させるものである。この治療は手術時間が長くなり前立腺容積60 ml以下が望ましいとされている。間質内照射治療は、経尿道的、経会陰的に前立腺組織内にファイバーを刺入し間質にレーザーを直接照射する方法である。Nd:YAGレーザー、半導体レーザーが使用される。本法の特徴は、治療時間が短く、局麻で外来で施行でき、合併症を有する患者に対しても安全に施行できることである^[7]。しかし、本法も凝固部分が縮小し効果が出現するまでに時間がかかる欠点がある。

前立腺肥大症に対して最近ではHo:YAGレーザーやKTPレーザーが使用され合併症も少なく効果的に治療されている。Ho:YAGレーザーと直射型ファイバーを使用した前立腺核出術(HoLEP)は大きな前立腺に対する有用な治療法である^[8]。また側射型ファイバーを使用した前立腺切開・蒸散治療(HoLAP)は、手技が簡単で安全な治療法である。KTPレーザーの蒸散能を利用した前立腺治療は側射型ファイバーを使用した新しい試みである^[9]。

4) 尿路狭窄

腎盂・尿管移行部狭窄に対しては、経皮的な順行性切開が主体であったが、レーザーが使用されるようになり、経尿道的な逆行性切開が取り入れられNd:YAGレーザーとHo:YAGレーザーが使用されている。後者が安全で使用頻度も高い。逆行性切開において電気的切開とHo:YAGレーザーと両者の成績が比較されているが現在のところ差は認められていない^[10]。

尿道狭窄に対してNd:YAGレーザー、炭酸ガスレーザー、アルゴンレーザー、KTPレーザーと種々のレーザーが使用されてきた。Nd:YAGレーザーをパルスモードで使用することによって良好な成績が報告されている^[11]。パルスモードによって凝固は最小に抑えられ、蒸散作用が前面にでるので連続モードよりも良い結果が得られている^[12]。

後部尿道弁に対しては細径尿道鏡を使用したNd:YAGレーザーによる治療のほかHo:YAGレーザーも使用されている。

5) 尿路結石

歴史的に各種レーザーが結石破碎に応用されたが、臨床的に普及したのはパルス波色素レーザー^[13]、アレキサンドライトレーザー^[14]、Ho:YAGレーザー^[15]、である。この中でもHo:YAGレーザーが破碎成績において優れている。

4. 高出力レーザー使用時の内視鏡

硬性・軟性膀胱鏡、硬性・軟性腎盂尿管鏡、PNL用腎盂鏡、前立腺治療用レーザー内視鏡を使用してレーザー照射を施行するが、各種内視鏡の特性を考慮して選択する。

5. 内視鏡によるレーザー照射時の注意事項

泌尿器科では内視鏡を使用したレーザー治療が多い。従って灌流液下にレーザーを照射するが、注意すべきことは灌流液を流しながら照射することである。灌流液が止まった状態で照射すると周囲への過剰な熱作用による影響がある。また灌流液中にときどきバブルが混じて照射野に停滞したままの状態では、バブルの中で照射しない。とくに水への吸収係数が高いHo:YAGレーザーでは、水中と空中での照射では組織作用が違い、空中での照射が水中よりも格段に強く組織障害の可能性がある。

内視鏡の保護の観点から、ファイバーの先端は必ず内視鏡先端より出して照射する。また照射する場合には、ファイバー先端と目標とする組織を注意して観察する。ファイバーが確認できないままレーザー照射をしない。

内視鏡下にレーザー照射する場合、内視鏡にファイバーを挿入する際、石英ファイバーを損傷しないように丁寧に扱う。また照射中は内視鏡の操作によってファイバーが損傷しないように石英ファイバーに余裕を持たせておく。

6. 腎盂尿管癌，尿路狭窄，上部尿路結石に対するレーザー治療後の注意事項

腎盂尿管癌の中でも尿管癌や腎盂尿管移行部狭窄，尿管狭窄，尿道狭窄，尿管結石に対してレーザー治療を施行した場合には，内視鏡または画像診断で病巣の経過はもちろんのこと，尿路狭窄の新規発生や再発の有無について観察することが必要である。

7. 医療者に対する安全性確保

レーザー発生装置を中心とした機器の保守と管理を厳重に行う。レーザー照射は波長に適合した保護メガネを着用して行う。

8. インフォームドコンセントの実施

レーザー治療の前に，レーザー治療の適応，レーザー治療と他の治療法の詳細な説明，当該施設の臨床成績，起こり得る合併症についてのインフォームドコンセントを十分に行う。

9. ガイドラインの変更

高品質で安全な EBM に基づいた医療を提供するために，ガイドラインは適宜改訂する。

【参考文献】

- [1] Hrebinko RL: Severe injury from neodymium-aluminum-garnet laser therapy for penile condylomata acuminata. *Urology*, 48: 155-156, 1996.
- [2] Malek RS: Laser treatment of premalignant and malignant squamous cell lesions of the penis. *Lasers Surg Med*, 12: 246-253, 1992.
- [3] Das A, Gilling P, Fraundorfer M: Holmium laser resection of bladder tumors (HoLRBT). *Tech Urol*, 4: 12-14, 1998.
- [4] Bagley DH, Erhard M: Use of the holmium laser in the upper urinary tract. *Tech Urol*, 1: 25-30, 1995.
- [5] Matsuoka K, Iida S, Tomyasu K, et al: Transurethral endoscopic treatment of upper urinary tract tumors using a Holmium:YAG laser. *Lasers Surg Med*, 32: 336-340, 2003.
- [6] Kabalin JN Laser coagulation. In Smith SD, et al ed: *Smith's Textbook of Endourology*. Quality Medical Publishing. St Louis, 2: 1078-1099, 1996.
- [7] Rosette JJ, Muschter R, Lopez MA, et al: Interstitial laser coagulation in the treatment of benign prostatic hyperplasia using a diode-laser system with temperature feedback. *Br J Urol*, 80: 433-438, 1997.
- [8] Gilling PJ, Kennett KM, Fraundorfer MR: Holmium laser enucleation of the prostate for glands larger than 100g: An endourologic alternative to open prostatectomy. *J Endourol*, 14: 529-531, 2000.

- [9] Carter A, Sells H, O' Boyle PJ: High-power KTP laser for the treatment of symptomatic benign prostatic enlargement. *BJU Int*, 83: 857-858, 1999.
- [10] Gerber GS, Kim JC: Ureteroscopic endopyelotomy in the treatment of patients with ureteropelvic junction obstruction. *Urology*, 55: 198-202, 2000.
- [11] Merkle W, Urethra In, Smith JA et al (ed) *Lasers in urologic surgery*. Mosby, St. Louis, Chapt. 5, 44-55, 1994.
- [12] Vincente J, Salvador J, Caffaratti J: Endoscopic urethrotomy versus urethrotomy plus Neodymium:YAG laser in the treatment of urethral strictures. *Eur Urol*, 18: 166-168, 1990.
- [13] Watson GM, Dretler S, Parrish JA: The pulsed dye laser for fragmenting urinary calculi. *J Urol*, 138: 195-198, 1987.
- [14] Mattioli S, Cremona M, Benaim G, et al.: Lithotripsy with a Q-switched alexandrite laser system. Preliminary *in vivo* and *in vitro* results. *Eur Urol*, 19: 233-235, 1991.
- [15] Matsuoka K, Iida S, Nakanami M, et al: Holmium:yttrium-aluminum-garnet laser for endoscopic lithotripsy. *Urology*, 45: 947-952, 1995.

【付記】

本安全ガイドラインは、日本レーザー医学会誌 28 巻 1 号に掲載のものを加筆、修正したものである。