

学術紹介：

限局性前立腺癌の治療における有望な局所的アプローチとしての経尿道的超音波アブレーション(TULSA)の初期経験：単施設研究 河合 憲康*

*名古屋市立大学医学部附属みどり市民病院 泌尿器科

前立腺癌に対する治療として尿失禁や勃起機能の温存が期待できるため、HIFU（高強度焦点式超音波治療）¹⁾、アブレーション²⁾、凍結療法³⁾などの局所治療が注目されている。HIFUは超音波を用いて腫瘍を熱凝固させる方法であり、アブレーションはラジオ波やマイクロ波を用いて病変部を局所的に焼灼する。凍結療法では極低温で腫瘍組織を凍結・壊死させる。しかし、これらの治療はリアルタイムには治療部位の測温ができない。これに対しリアルタイムのMRI温度監視が可能であるTULSA（経尿道的超音波アブレーション）が開発された。TULSAは治療中に温度を正確に制御し、周囲の正常組織への損傷を最小限に抑えながら腫瘍をターゲットにした精密な治療が可能である。また、全腺アブレーションと部分アブレーションの両方に対応でき患者ごとに最適な治療を計画できる柔軟性が特徴である。TULSAについての治療成績が公開されたので報告する⁴⁾。

TULSAの治療法を概説する。使用される超音波プローブは10個の独立した超音波トランスデューサーで構成され個別にon/offが可能となっている。プラスチックやセラミックなどの非磁性材料で作られており、MRIで使用される強力な磁場に対応している。ロボットアームがプローブを保持し、指定された前立腺組織領域に熱を適用するために回転運動を行う。連続MRサーモメトリに基づき温度制御を行う。最深30 mmまで加温が可能であり、理論上容積として250 mLまでの前立腺に対して治療が可能である。アブレーションが終了した後、造影MRIを実施し造影されない前立腺組織は治療効果ありと判定する。

2019年10月から2021年6月の間に、平均年齢67歳の限局性前立腺癌22名に対しTULSAを実

施した。低～中リスクで、前立腺の半径が3 cm以下、石灰化が1 cm未満を適応基準とした。

治療の結果、全22人の患者において重大な副作用は認めなかった。12か月の追跡調査期間中、EPICスコアによる評価では、患者の尿失禁、排尿症状、消化管の刺激、またはホルモン症状には有意な変化は認めなかった。一方、勃起機能に関しては治療前(69 ± 6%)に比べ、治療後3～6か月で31 ± 6%まで有意に低下し($p < 0.01$)、その後も9～12か月で32 ± 10%まで低下した($p < 0.05$)。PSA値は治療前の平均6.8 ng/mLから治療後2.1 ng/mLへと有意に低下したが($p < 0.001$)、治療後6～12か月以内の組織診断による前立腺癌の再発率は23% (5/22人)であった。

本研究の結果からTULSA治療は限局性前立腺癌に対する有望な治療法ではあるが、勃起機能の低下や再発リスクを考慮する必要がある。また、TULSA治療の適応に際しては、前立腺組織内のカルシウム沈着が超音波の到達を妨げ治療の効果を低下させる一因となるので、前立腺内のカルシウム沈着の有無を事前に評価し、適切な患者選択が重要である。大規模な臨床試験を通じて、TULSA治療の長期的な有効性と安全性を評価することが求められる。特に、勃起機能や再発リスクを最小限に抑えるための治療プロトコルの改善が求められる。

参考文献

- 1) Guillaumier S., Peters M., Arya M., Afzal N., Charman S., Dudderidge T., Hosking-Jervis F., Hindley R.G., Lewi H., McCartan N., Moore C.M., Nigam R., Ogden C., Persad R., Shah K., van der Meulen J., Viridi J., Winkler M., Emberton M., Ahmed H.U.: A multicentre study of 5-year outcomes following focal therapy in treating clinically significant nonmetastatic prostate cancer. *European Urol*, 74(4): 422-429, 2018.
- 2) Hatiboglu G., Popeneciu V., Bonekamp D., Burtnyk M., Staruch R., Pahernik S., Tosev G., Radtke J.P., Motsch J., Schlemmer H.P., Hohenfellner M., Nyarangi-Dix J.N.: Magnetic resonance imaging-guided transurethral ultrasound ablation of prostate tissue in patients with localized prostate cancer: single-center evaluation of

6-month treatment safety and functional outcomes of intensified treatment parameters. *World J Urol*, 38(2): 343-350, 2020.

- 3) Khan A., Khan A.U., Siref L., Feloney M.: Focal cryoablation of the prostate: Primary treatment in 163 patients with localized prostate cancer. *Cureus*, 15(4): e37172, 2023.
- 4) Peters L., Hensen B., Glandorf J., Gutberlet M., Dohna M., Struckmann S., Kuczyk M.A., Wacker F., Hellms S.: First experiences using transurethral ultrasound ablation (TULSA) as a promising focal approach to treat localized prostate cancer: A monocentric study. *BMC Urol*, 23(1): 142, 2023.

用語解説

^{†1}HIFU: High-Intensity Focused Ultrasound の略語。超音波エネルギーを特定の組織に集中的に照射し熱を発生させることで癌細胞を破壊する治療法。前立腺癌など局所性癌の治療に用いられ副作用が比較的少ないとされている。

^{†2}TULSA: Transurethral Ultrasound Ablation の略語。本Mini-Reviewの手技。前立腺内に挿入した超音波プローブから高周波エネルギーを照射し、前立腺組織を選択的に加熱・破壊する治療法。リアルタイムMRIで熱の分布を監視しながら治療を行い前立腺癌などの局所治療に用いられる。

^{†3}EPIC スコア : Expanded Prostate Cancer Index Composite スコア。排尿機能（頻尿や尿漏れ）、性機能（勃起機能や性行為）、腸機能（便秘や腸の不快感）、ホルモン機能（ホルモン療法による疲労感など）の4つの領域で患者の症状を評価する指標。各領域で患者が自己評価する質問があり、スコアは0～100で計算される。100は最良の状態を示し、0は最悪の状態を示すという評価方法。

利益相反に関する開示：

著者に利益相反状態は認められなかった。

Mini-review:

Transurethral Ultrasound Ablation for Localized Prostate Cancer

NORIYASU KAWAI*

Department of Urology, Nagoya City University Midori Municipal Hospital Nagoya 458-0037, Japan.

*Corresponding author: n-kawai@med.nagoya-cu.ac.jp

Key Words: transurethral ultrasound ablation, localized prostate cancer, monocentric study

Received: 13 August, 2024

Accepted: 14 February, 2025