

ÜBERSICHTSARBEIT

Alternative, minimalinvasive Therapien beim benignen Prostatasyndrom

Teil 4 der Serie zum benignen Prostatasyndrom

Richard Berges, Rolf Muschter, Klaus Höfner

ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung: In den letzten 20 Jahren wurden zahlreiche minimalinvasive Behandlungsalternativen zur transurethralen Resektion der Prostata (TUR-P) entwickelt. Unterschieden werden primär ablativ und sekundär ablativ Verfahren. Primär ablativ Verfahren verwenden Hitze zur direkten Vaporisation oder Resektion. Sekundär ablativ Verfahren erzeugen eine Koagulationsnekrose, die später abgebaut wird. Diese Übersicht bewertet die unterschiedlichen Verfahren. **Methoden:** Selektive Literaturrecherche in PubMed der Jahre 1986 bis 2006, ergänzt durch Handrecherchen von Übersichtsartikeln und Empfehlungen nationaler und internationaler Leitlinien. **Ergebnisse:** Die Symptomlinderung ist das primäre Ziel jeder Therapie beim benignen Prostatasyndrom (BPS) und ist bei allen Verfahren vergleichbar mit der TUR-P. Mit Ausnahme der hochenergetischen transurethralen Mikrowellen-Therapie (Hochenergie-TUMT) sind die Behandlungsergebnisse bei allen Verfahren von den Fähigkeiten des Anwenders abhängig. Besonders sekundär ablativ Verfahren, mit Ausnahme der Hochenergie-TUMT mit Temperaturfeedback, erfordern im Vergleich zur TUR-P in der Langzeitbeobachtung häufiger medikamentöse oder operative Re-Interventionen und gelten daher als weniger effektiv. **Schlussfolgerung:** Minimalinvasive Behandlungsalternativen zur TUR-P können für einen breiten Indikationsbereich empfohlen werden. Ein klarer Vorteil besteht bei Hochrisikogruppen. Eine Nutzenbewertung des Instituts für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen soll bei der Entscheidung über künftige Kostenerstattung helfen.

Dtsch Arztebl 2007; 104(37): A 2501–10

Schlüsselwörter: Prostatahyperplasie, Therapiekonzept, chirurgische Therapie, minimalinvasive Therapie, Lasertherapie

Transurethrale operative Techniken beim benignen Prostatasyndrom (BPS) beseitigen oder reduzieren eine prostatabedingte Obstruktion, indem hyperplastische periurethrale Drüsenanteile entfernt werden. Die *Tabelle 1 a, b* informiert über die verfügbaren Techniken. Die transurethrale Resektion der Prostata (TUR-P) gilt als Referenzmethode, die technisch stetig verbessert wurde. Trotz dieser Verbesserungen bleibt die TUR-P ein Verfahren mit langer Lernkurve, das stark von den Fähigkeiten des Operateurs abhängt.

SUMMARY

Alternative, Minimally Invasive Treatment of Benign Prostatic Hyperplasia

Introduction: Over the past 20 years, a variety of minimally invasive methods of transurethral resection of the prostate (TURP) have been developed. In general, primary ablativ procedures can be distinguished that use heat to either vaporize or resect prostatic tissue directly, from secondary ablativ procedures, that induce a coagulating necrosis, which later will be resorbed. **Methods:** Selective literature review of PubMed from 1986 to 2006 and hand searching of review articles and national and international guidelines. **Results:** The main aim of benign prostatic hyperplasia (BPS) treatment is symptom control, and all available procedures are equivalent in efficacy to TURP. With the exception of high energy transurethral microwave thermotherapy of the prostate (TUMT), the outcome of all procedures are user dependent as they are with TURP. Secondary ablativ procedures, in particular, have been shown in studies with long-term follow up to require more frequent re-interventions than TURP, and are therefore considered less effective. However, this does not account for high energy TUMT with temperature feedback. **Conclusion:** Minimally invasive treatment may be considered as an alternative to TURP across a wide range of indications. These methods have obvious advantages in patients with high operative risk. Their efficacy is currently being evaluated by the German Institute for Quality and Efficiency in Healthcare, and the outcomes of this evaluation may influence future reimbursement in Germany.

Dtsch Arztebl 2007; 104(37): A 2501–10

Key words: prostatic hyperplasia, therapy, surgery, minimally invasive therapy, laser therapy

Häufigste Fehlerquellen sind die unzureichende sofortige Blutstillung während der Resektion, wodurch die Sicht beeinträchtigt wird, gegebenenfalls Resektionsgrenzen nach distal überschritten werden und der Schließmuskel verletzt werden kann. Durch ein zu tiefes Resizieren werden größere Venensinus eröffnet. Hierdurch kann es zur Einschwemmung mit der Folge einer hyponatriämischen Hypervolämie (TUR-Syndrom) und der Verletzung der Nervenbündel mit resultierender erektiler Dysfunktion kommen. Weitere

Urologische Abteilung,
PAN-Klinik, Köln:
Dr. med. Berges

Klinik für Urologie und
Kinderurologie,
Diakoniekrankenhaus,
Rotenburg (Wümme):
Prof. Dr. med. Muschter

Evangelisches Kran-
kenhaus, Oberhausen:
Prof. Dr. med. Höfner

TABELLE 1a

Minimalinvasive Therapieverfahren und Kurzbeschreibung der einzelnen Verfahren

Primär ablativ minimalinvasive Therapieverfahren*1				
Name	Kurzbezeichnung	Indikation	Kontraindikation	Beschreibung
Elektro-vaporisation	TVP oder TUVP	Relative oder absolute Indikation*2 zur operativen Therapie des BPS	Hochrisikopatienten, denen eine Narkose nicht zugemutet werden kann. Patienten unter Antikoagulanzen-Therapie, großes Prostata-volumen (Obergrenze ist anwender-abhängig)	Anstatt einer Resektionsschlinge wie bei der TUR-P*1 wird im Resektoskop eine „Rollerelektrode“ verwendet, um hyperplastisches Prostata-gewebe zu vaporisieren. Die Vaporisation-leistung ist abhängig von der verwendeten Stromquelle (~ 400 Watt). Elektrisch nichtleitende Spüllösung erforderlich. Stationärer Aufenthalt und Narkose erforderlich. Modifikation: bipolare Systeme
Laser-vaporisation	Greenlight-Laser, PVP, KTP	Relative oder absolute Indikation*2 zur operativen Therapie des BPS	Hochrisikopatienten, denen eine Narkose nicht zugemutet werden kann. Großes Prostata-volumen (die Obergrenze ist anwenderabhängig)	Im sichtbaren (grünen) Bereich emittierende KTP- oder Diodenlasersonden werden über ein modifiziertes Laserresektoskop transurethral eingeführt, um hyperplastisches Prostata-gewebe zu vaporisieren. Die Vaporisationsleistung ist abhängig von der verwendeten Laserquelle (KTP 80 Watt, grüner Dioden-laser 120 Watt). Spülung mit NaCl. Stationärer Aufenthalt in der Regel nötig, bei einigen Anwendern auch ambulante Durchführung möglich. Narkose erforderlich. Bei großer Prostata werden zur vollständigen Vaporisation hersteller-abhängig unter Umständen mehrere Lasersonden verbraucht.
Kontakt-/ Non-Kontakt-Laser-vaporisation, Laserablation	CLAP, TULAP, TUPEP, HoLAP	Relative oder absolute Indikation*2 zur operativen Therapie des BPS	Hochrisikopatienten, denen eine Narkose nicht zugemutet werden kann. Großes Prostata-volumen (die Obergrenze ist anwenderabhängig und verfahrensabhängig)	Im nahen (Nd:YAG-Laser, Diodenlaser–200 Watt) bzw. mittleren (Ho:YAG-Laser) Infrarotbereich emittierende Laserfasern ohne bzw. mit spezifischen Kontaktspitzen werden über ein modifiziertes Laserresektoskop transurethral eingeführt, um hyperplastisches Prostata-gewebe thermisch (Nd:YAG-Laser, Diodenlaser) zu vaporisieren bzw. athermisch (Ho:YAG-Laser) zu abladieren. Spülung mit NaCl. Stationärer Aufenthalt sowie Narkose in der Regel erforderlich. Bei großem Prostata-volumen werden zur vollständigen Vaporisation herstellerabhängig unter Umständen mehrere Lasersonden verbraucht.
Laser-resektion bzw. Laser-enukleation	HoLEP, HoLRP	Relative oder absolute Indikation*2 zur operativen Therapie des BPS	Hochrisikopatienten, denen eine Narkose nicht zugemutet werden kann	Im mittleren Infrarotbereich abstrahlende Ho:YAG- bzw. Th:YAG-Laser werden unter transurethraler Führung zum blutungsfreien Schneiden eingesetzt. In Abhängigkeit von der Schnittführung erfolgt eine Resektion oder Enukleation. Bei Enukleation erfolgt anschließend die Zerkleinerung des Gewebes mittels Morzellator in der Blase. Spülung mit NaCl. Stationärer Aufenthalt und Narkose erforderlich

*1 Als Referenzmethode gilt die TUR-P, bei der eine schrittweise Resektion von periurethralem benignen hyperplastischen Prostata-gewebe unter endoskopischer Sicht erfolgt. Verwendet wird eine monopolare Resektionsschlinge, daher ist eine elektrisch nicht leitende Spüllösung erforderlich, die bei massiver Einschwemmung zum TUR-Syndrom führen kann. Die TUR-P kann bei relativer oder absoluter Indikation zur operativen Therapie des BPS eingesetzt werden. Hochrisikopatienten, denen eine Narkose nicht zugemutet werden kann, und Patienten unter Antikoagulanzen-Therapie können nicht behandelt werden. Bei großem Prostata-volumen (die Obergrenze ist anwenderabhängig) erfolgt meist eine offene Operation (Adenomenukleation). Ein stationärer Aufenthalt und Narkose sind erforderlich. Modifikationen der TUR-P sind z. B. Bandschlinge, Dry-Cut zur Reduktion intraoperativer Blutungen. Die bipolare Resektion ermöglicht die Verwendung einer NaCl-Spülung (kein TUR-Syndrom).

*2 Absolute OP-Indikationen bei benignem Prostata-syndrom (BPS) sind durch das benigne Prostata-syndrom bedingter rezidivierender Harnverhalt, rezidivierende Makrohämaturie, rezidivierende Harnwegsinfekte, Blasensteine.

Fehler sind ein zu hoher Einspüldruck (TUR-Syndrom) und ein zu langsames Resezieren, wodurch es zur Schädigung der Harnröhre und zu Strikturen kommen kann. Postoperativ können zum Teil transfusionspflichtige Blutungen auftreten. Bei Patienten mit relevanter Begleitmorbidität, hohem Anästhesierisiko oder Antikoagulationstherapie muss von der Durchführung der TUR-P abgesehen werden. (Höfner et al. Dtsch Arztebl 2007; 104[36]: A2424–9).

Aus diesen Gründen, und um die anwenderseitige Sicherheit der transurethralen Gewebeablation zu erhöhen, wurden in den letzten 20 Jahren zahlreiche minimalinvasive Behandlungsalternativen entwickelt. Alle erheben den Anspruch, die Symptomatik und Lebensqualität sowie die Blasenentleerungsparameter Harnstrahl, Restharn und Miktionsdruck genauso gut zu verbessern wie die TUR-P, allerdings bei geringerer Invasivität und reduzierter Morbidität. Da-

zu wurden unterschiedliche thermische Verfahren zu Gewebeablation entwickelt (1). Grundsätzlich werden Operationsverfahren, bei denen Gewebe direkt entfernt wird – die primär ablativen Verfahren (Tabelle 1a) – von solchen unterschieden, bei denen eine Hitze-nekrose erzeugt wird, die langsam vom Körper abgebaut wird. Hierbei handelt es sich um sekundär ablativ Verfahren (Tabelle 1b). Dieser Artikel fasst die bis heute publizierten Ergebnisse dieser unterschiedlichen Therapieverfahren zusammen (2) .

Methoden

Grundlage für diese Übersichtsarbeit war eine selektive Literaturrecherche in PubMed von 1986 bis 2006, die durch Handrecherchen von Übersichtsartikeln ergänzt wurde. Die Suchbegriffe beinhalteten alle üblichen Termini der einzelnen minimalinvasiven Techniken sowie allgemeinere Suchbegriffe für operative

TABELLE 1b

Minimalinvasive Therapieverfahren und Kurzbeschreibung der einzelnen Verfahren

Sekundär ablativ minimalinvasive Therapieverfahren*1				
Name	Kurzbezeichnung	Indikation	Kontraindikation	Beschreibung
Interstitielle Laserkoagulation	ILC oder ILK	Relative Indikation zur operativen Therapie des BPS oder wenn eine TUR-P kontraindiziert ist	Hochrisikopatienten, denen eine Narkose nicht zugemutet werden kann	Endoskop-geführtes wiederholtes Einstechen eines Lichtleiters mit diffuser Laserabstrahlung in das Prostatagewebe zur Erzeugung einer großvolumigen Koagulationsnekrose (3, 4). Spülung mit NaCl. Stationär oder ambulant durchführbar, in der Regel Narkose notwendig. Bei einigen Anwendern auch Durchführung in Sedoanalgesie/Lokalanästhesie. In der Regel längere post-operative Harnableitung notwendig bei Hitzeödem bedingter Schwellung der Prostata
Transurethrale Laserkoagulation	VLAP u. a.	Relative Indikation zur operativen Therapie des BPS oder wenn eine TUR-P kontraindiziert ist	Hochrisikopatienten, denen eine Narkose nicht zugemutet werden kann	Laserapplikation über einen prograd oder seitlich („side-fire“) abstrahlenden Lichtleiter. Der im Gewebe resultierende Effekt hängt von der Eindringtiefe und damit der Wellenlänge des Lichtes, in erster Linie aber von den Bestrahlungsparametern ab. In Abhängigkeit der Leistungsdichte kann eine Carbonisation (= Schwärzung) der Oberfläche statt zu einer Tiefenkoagulation zur Oberflächenvaporisation führen (= anwenderabhängig „fließende“ Übergänge zur Laser-vaporisation). Spülung mit NaCl. Stationär oder ambulant durchführbar, Narkose notwendig. In der Regel längere post-operative Harnableitung notwendig bei Hitzeödem bedingter Schwellung der Prostata
Transurethrale Nadelablation	TUNA	Relative Indikation zur operativen Therapie des BPS oder wenn eine TUR-P kontraindiziert ist	Hochrisikopatienten, denen eine Narkose nicht zugemutet werden kann. Behandlung einer Mittellappen-BPH nur mit neueren Geräten möglich	Durch Radiofrequenzwellen erfolgt eine transurethrale Erhitzung des periurethralen Prostatagewebes über eine Nadelantenne auf bis zu 100 °C. Nadelapplikation wie bei ILC zur Erzeugung einer großvolumigen Nekrose. Stationär oder ambulant durchführbar, in der Regel Narkose notwendig. Bei einigen Anwendern auch Durchführung in Sedoanalgesie/Lokalanästhesie. In der Regel postoperative Harnableitung notwendig bei Hitzeödem bedingter Schwellung der Prostata
Hochenergie-Transurethrale Mikrowellen-Therapie	HE-TUMT	Relative Indikation zur operativen Therapie des BPS oder wenn eine TUR-P kontraindiziert ist	Geräteabhängig wird ein Mindestvolumen der Prostata vorausgesetzt. Mittellappen-BPH	Ein transurethral platzierter Behandlungskatheter appliziert über eine integrierte Mikrowellenantenne Energie zur Erzeugung einer periurethralen Hitzenekrose. Ambulante Durchführung in Sedoanalgesie/Lokalanästhesie. In der Regel längere postoperative Harnableitung notwendig bei Hitzeödem bedingter Schwellung der Prostata. Modifikation: HE-TUMT mit Temperaturfeedback: Im Behandlungskatheter ist eine Temperatursonde integriert, die in die Prostata eingestochen wird. Dadurch wird ein genaues Temperaturmonitoring und eine individuelle Anpassung der Mikrowellenleistung und Behandlungsdauer ermöglicht.

*1 Als Referenzmethode gilt die TUR-P, bei der eine schrittweise Resektion von periurethralem benignen hyperplastischen Prostatagewebe unter endoskopischer Sicht erfolgt, siehe auch *Tabelle 1a*.

Verfahren bei benignem Prostatasyndrom. Für die Bewertung wurden ausschließlich publizierte Studien aus Peer-Review-Zeitschriften herangezogen. Verfahren wurden berücksichtigt, wenn es publizierte randomisierte Vergleichsstudien zur TUR-P gab. Diese Daten wurden durch Publikationen aus nicht randomisierten Studien ergänzt. Weiterhin wurden die Empfehlungen der Leitlinien der Deutschen Urologen in der Fassung von 2003 sowie der Leitlinien der European Association of Urology, der American Urology Association und die „International Consultation on Prostatic Diseases 2006“ berücksichtigt.

Transurethrale Laserverfahren

Moderne Laseranwendungen nutzen prinzipiell die Technik der TUR-P (*Tabelle 2*). Statt einer Resektions-schlinge wird über ein modifiziertes Resektoskop eine Laserfaser bewegt, die in Abhängigkeit vom verwen-

den Laser bei primär ablativen Verfahren zur Vaporisation beziehungsweise zur Resektion des Gewebes, oder bei sekundär ablativen Verfahren zur Koagulation benutzt wird. Über die einzelnen Techniken informiert die *Tabelle 1 a, b* (1). Je nach Laserart, den gewählten Laserparametern und dem Bestrahlungsmuster, das durch das Führen der Laserfaser in der Prostata bestimmt wird, ist der Therapieeffekt qualitativ und quantitativ unterschiedlich und in erster Linie abhängig vom Anwender.

Zahlreiche randomisierte und offene Studien zur interstitiellen und transurethralen Laserkoagulation und zur thermischen Vaporisation, zum Beispiel zur Kontaktlaser-Vaporisation, an über 3 500 Patienten belegen eine Wirkungsäquivalenz zur TUR-P bei geringerer Morbidität und akzeptablen Re-Therapieraten auch in den Langzeitbeobachtungen (1, 3, 5, 6). Dennoch wird diese Form der Laseranwendung kaum genutzt. Dies liegt vornehmlich an langen Operationszeiten, den ho-

TABELLE 2

Vergleichsstudien zwischen Laseranwendungen und TUR-P

Autoren/Jahr	Verfahren n	Follow-up (Monate)	IPSS prä-op.	IPSS post-op.	Qmax prä-op. (mL/s)	Qmax post-op. (mL/s)
Muschter R 1995 (e1)	TURP 49	12	31,1	3,5	8,9	25,6
	ILC 48	12	31,0	2,3	9,4	19,7
Muschter R 1996 (e2)	TURP 56	6	22,4	6,5	8,3	20,3
	ILC 110	6	21,5	9,7	8,3	14,0
Norby B 2002 (e3)	TURP/TUIP 24	6	21,3	6,8	9,6	20,6
	TUMT 46	6	20,5	9,5	9,1	13,2
	ILC 48	6	21,4	9,5	10,2	16,2
Kursh ED 2003 (e4)	TURP 37	24	23,0	7,0	9,1	16,5
	ILC 35	24	24,0	9,0	9,2	13,9
Costello TG 1997 (e5)	VLAP 34	6	15	9,27	8,76	15,47
	TURP 37	6	20	4,43	9,48	19,1
Kabalin JN 1995 (e6)	VLAP 13	18	20,9	6	8,5	20
	TURP 12	18	18,8	6,4	9	21,2
Cowles RS, 3rd 1995 (e7)	VLAP 56	12	18,7	9,7	8,9	14,2
	TURP 59		20,8	7,5	9,5	16,5
Anson K 1995 (e8)	VLAP 76	12	18,1	7,7	9,5	15,4
	TURP 75	12	18,2	5,1	10,0	21,8
McAllister WJ 2000 (e9)	VLAP 76	60	18,7	6,3	8,5	17,8
	TURP 75	60	18,7	6,5	9,8	20,0
Shingleton WB 1999 (e10)	VLAP 50	12	22	7	7,6	15,4
	TURP 50	12	21	3	6,5	16,7
Carter A 1999 (e11)	VLAP 101	12	20,3	6,6	n. a.	n. a.
	TURP 103	12	19,8	5,9	n. a.	n. a.
Tuhkanen K 2003 (e12)	VLAP 21	48	18*	5	8,3	14,3
	TURP 24	48	18*	4	8,6	16,1
Gilling PJ 1998 (e13)	VLAP 22	12	23	5	8	18
	HoLEP 22	12	24	4	8	22
Shingleton WB 1998 (e14)	VLAP 10	6	25	5,9	8,9	n. a.
	TVP 10	6	23	5,2	7,0	n. a.
Keoghane SR 2000 (e15)	Kontaktlaser	60	19,5	9,7	12,0	14,0
	TURP	60	20,2	7,0	9,0	14,0
Wilson LC 2006 (e16)	HoLEP 30	24	21,9	4,2	8,9	25,2
	TURP 30	24	23,0	4,3	9,1	20,4

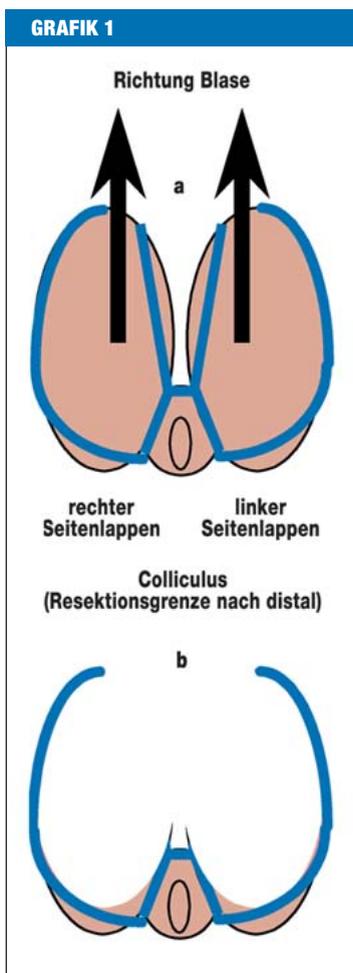
IPSS, Internationaler Prostatasymptomenscore; Qmax, maximale Harnflussrate; TURP, transurethrale Resektion der Prostata; ILC, interstitielle Laserkoagulation; TUIP, transurethrale Inzision der Prostata; TUMT, transurethrale Mikrowellentherapie; VLAP, visuelle Laserablation der Prostata; TVP, transurethrale Elektroavaporisation der Prostata; HoLEP, Holmiumlaserenukleation der Prostata; n. a., nicht angegeben; * Dänischer Prostatasymptomenscore

hen Kosten und der deutlichen Abhängigkeit der Ergebnisse vom Anwender (1, 6), was zu inkonsistenten Ergebnissen führt. Wie bei allen sekundär ablativen Verfahren ist der Heilungsverlauf auch bei der interstitiellen und transurethralen Laserkoagulation – bedingt durch das erzeugte Hitzeödem und die koagulationsbedingte Verhärtung – verzögert und macht eine temporäre postoperative Katheterableitung notwendig. Wegen dieser Nachteile wurde versucht, das Prostatagewebe durch technische oder methodische Modifikationen der Laserapplikation unmittelbar zu vaporisieren, zum Beispiel durch Erhöhung der Laserleistung oder durch Gewebekontakt. Hiermit konnten die Katheterverweilzeiten erheblich reduziert werden. Anfang der 1990er-Jahre wurde mit dem Ho:YAG-Laser ein neues Lasersystem, und mit der Entdeckung der nahezu blutungsfreien

Schneideeigenschaften dieses Lasers bei urologischen Anwendungen eine neue Resektionstechnik in die BPS-Therapie eingeführt – die Holmiumlaser-Enukleation der Prostata (Ho-LEP) (8, 9) (Tabelle 1a, Grafik 1).

Die Holmiumlaser-Enukleation erwies sich in zahlreichen offenen Studien bei mehr als 3 000 Patienten sowie in 8 randomisierten Vergleichsstudien gegen die TUR-P und gegen die offene Adenomenukleation, bei sehr großvolumigen Prostatae bezüglich der Symptombesserung und allen objektiven Miktionsparametern als ebenbürtig oder überlegen (9). Ein zusätzlicher Vorteil war die erheblich geringere Morbidität bei deutlich geringerer Katheterverweilzeit, Krankenhausverweildauer und geringeren Kosten in den USA und Neuseeland. Als wesentliche Nachteile werden die anfangs längere Operationsdauer und die lange Lernkurve beschrie-

Schnittführung (blau) bei Laserablation. a) Die beiden Seitenlappen werden in toto herausgelöst und in der Blase abgelegt. Erst dort werden sie zerkleinert. b) Kavität nach Abschluss der Enukleation.



ben, die dadurch zustande kommt, dass sich die Technik erheblich von der herkömmlichen TUR-P unterscheidet. Eine weitere Neuerung ist die „fotoselektive“ Laservaporisation der Prostata („Greenlight“-Laser). Hierbei nutzt man das Wirkungsprinzip der Vaporisation, und die Technik ähnelt der Elektrovaporisation.

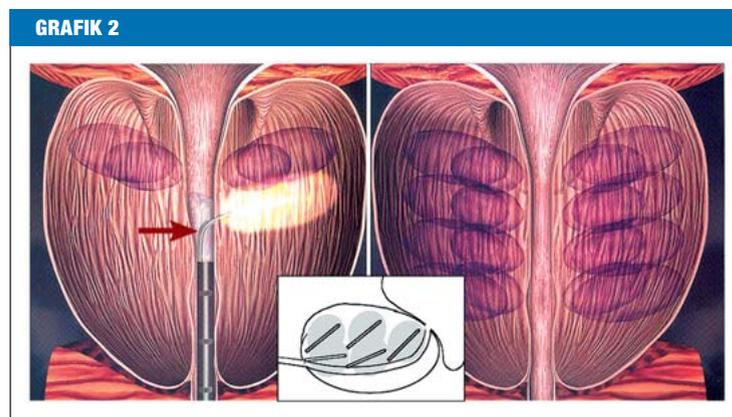
Obwohl bisher relativ wenig Studiendaten vorliegen, Langzeitergebnisse fehlen und die Investitionskosten und die Kosten für die Verbrauchsmaterialien vergleichsweise hoch sind, fand dieser Lasertyp im Gegensatz zu seinen Vorgängern relativ schnell hohe Akzeptanz (7). Es ist dabei nicht erkennbar, inwiefern die Vaporisation mit grünem Laserlicht schneller vonstatten gehen soll als mit infrarotem Laserlicht oder anderen Laserquellen (Diodenlaser) oder der erheblich kostengünstigeren Anwendung von Hochfrequenzstrom (Elektrovaporisation), denn die für die Vaporisation benötigte Energiemenge ist von der Leistung und der Applikationszeit und nicht von anderen Parametern, insbesondere nicht der Art der Energie, abhängig.

Transurethrale Nadelablation

Bei der transurethralen Nadelablation (TUNA) wird eine Radiofrequenznadel transurethral unter Sicht an definierten Positionen in die Prostataseitenlappen eingebracht und erzeugt dort einen konischen Nekrose-

hof (Tabelle 1b). Die Zahl der Nadelapplikationen, die vom Prostatavolumen abhängig ist, und die korrekte Nadelpositionierung sind entscheidend für die Größe des erzielten Koagulationsvolumens (Grafik 2). Überlappende Applikationszonen oder ausgesparte Behandlungsgebiete verschlechtern die Behandlungsergebnisse. Große Prostataavolumina und Mittellappen sind ungeeignet für die TUNA. Die Behandlungsevidenz für TUNA stützt sich auf 3 publizierte prospektive randomisierte multizentrische Vergleichsstudien zur TUR-P (Tabelle 3) mit einem Follow-up von bis zu 5 Jahren, überwiegend aber aus offenen prospektiven Studien mit circa 600 behandelten Patienten mit einem Follow-up, das in einer Untersuchung 5 Jahre erreicht, sowie einer Metaanalyse (10). Die Behandlungsergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden: TUNA erzielt eine signifikante und anhaltende Reduktion sowohl objektiver Behandlungsparameter wie Restharnbildung, Harnstrahlverbesserung und Desobstruktion und verbessert die Symptome. Direkte Vergleichsstudien zeigen, dass der Effekt hinsichtlich Harnstrahlverbesserung, urodynamisch gemessener Desobstruktion und Restharnvolumenreduktion kleiner ist als nach TUR-P. Eine Reduktion des Prostatavolumens ist kaum zu beobachten. Komplikationen nach TUNA sind selten. Sowohl die Erektion als auch die Ejakulation bleiben – bedingt durch die eher moderaten ablativen Effekte – in der Regel unbeeinträchtigt. Eine permanente Inkontinenz wurde bislang nicht beschrieben. In den randomisierten Vergleichsstudien war die TUR-P mit einer erheblich höheren Morbidität assoziiert (11).

In den randomisierten Vergleichsstudien mit Langzeitbeobachtung mussten innerhalb der Beobachtungszeit von 5 Jahren nach TUNA 14 % der Patienten nachoperiert werden, aber nur 2 % nach TUR-P (12). Die einzige offene prospektive Untersuchung mit einem Follow-up von 5 Jahren zeigte, dass von 176 primär mit TUNA behandelten Patienten 23 % (41) nachbehandelt werden mussten, davon 16 % (29) operativ (13).



Schematische Darstellung der Applikationstechnik bei den sekundär ablativen Therapieverfahren transurethrale Nadelablation (TUNA) oder „interstitial laser coagulation“ (ILC). Aus der Grafik wird deutlich, dass auch Doppelapplikationen an gleicher Stelle oder unterlassene Applikationen einen deutlichen Einfluss auf den Behandlungseffekt haben würden.

TABELLE 3

Behandlungsergebnisse nach transurethraler Nadelablation (TUNA)

Referenz	TUNA				TURP			
	N	Ausgangswert	1 Jahr	5 Jahre (n)	N	Ausgangswert	1 Jahr	5 Jahre (n)
Hill B 2004 (e17) IPSS (Punkte) Q _{max} (mL/s)	65	24,0 8,8	11,7 14,6	10,7 (18) 11,4 (13)	56	24,1 8,8	7,8 21,1	10,8 (22) 18,6 (15)
Chandrasekar P 2001 (e18)	76	19,1 7,5	7,8 15,0	5,3 13,1	76	20,5 8,3	1,2 19,6	*1 *1
Schatzl G 2000 (e19)	15	17,7 9,3	6,5 11,9		28	19,5 8,2	4,7 21,1	
Roehrborn CG 1999 (e20)	65	23,9 8,8	10,8*2 13,5*2		56	24,1 8,8	8,1*2 20,8*2	
Bruskewitz R 1998 (e21)	65	24,7 8,7	11,1 15,0					
Cimentepe E 2003 (e22)	66	22,9 9,8	8,5*2 17,7*2		33	24,1 9,2	8,6 23,3	
Ramon J 1997 (e23)	100	24,6 6,4	10,6 13,6					
Kahn SA 1998 (e24)	45	20,9 8,3	9,9 14,9					
Namiki K 1999 (e25)	33	20,7 8,0	11,2 11,0					
Naslund MJ 2000 (e26)	48	21,6 8,0	6,0 10,4					
Bergamaschi F 2000 (e27)	204	20,4 8,2	6,2 14,8	10,9 11,8				
Zlotta AR 2003 (e28)	188	20,9 8,6		8,7 12,1				
Murai M 2001 (e29)	98	21,9 7,6	10,0 11,5					
Rosario DJ 1997 (e30)	71	23,0 9,0	10,6 11,3					
Steele GS 1997 (e31)	47	22,4 6,6	*3 *3					

N, Zahl der Probanden bei Studienbeginn; n, noch im Follow-Up;

*1 Keine Interpretation der Daten möglich, weil nur 6 Individuen in der Nachbeobachtung verblieben; *2 6 Monate Follow-Up; *3 nach 1 Jahr verbesserte sich der mittlere IPSS um 71 % (22,4 zu 6,6) und der Q_{max} um 55 % (von 6,6 auf 10,23 mL/s; P < 0,05)

Transurethrale Mikrowellen-Thermotherapie

Nur die hochenergetische transurethrale Mikrowellen-Thermotherapie (TUMT) zählt zu den ablativen Operationsverfahren (Tabelle 4). Sie erzeugt bei Temperaturen > 55 °C eine periurethrale Koagulationsnekrose, die in der Folge abgebaut wird (14). Die Behandlung kann in Sedoanalgesie oder lokaler Betäubung und ambulant erfolgen. Das postoperativ auftretende Hitzeödem macht wie bei allen sekundär ablativen Verfahren eine temporäre Harnableitung erforderlich. Es gibt über 15 verschiedene Hochenergie-TUMT-Systeme, von denen nur für 4 Geräte Behandlungsdaten publiziert wurden.

Publizierte Evidenz aus randomisierten Vergleichsstudien zur TUR-P – durchgeführt mit herkömmlicher TUMT (ohne Temperaturfeedback) – stammt aus 6 Studien mit insgesamt 254 behandelten Patienten und einer

Nachbeobachtungszeit von bis zu 4 Jahren, sowie mehreren offenen prospektiven Multicenterstudien mit einem Follow-up von bis zu 5 Jahren (Tabelle 3). Diese Behandlungsdaten zeigen, dass sich alle typischen BPS-Parameter auch im Langzeitvergleich signifikant verbessern. Deutlich geringer als nach TUR-P sind die Ergebnisse hinsichtlich Harnstrahlverbesserung und Prostatavolumenreduktion. Allerdings war in allen Vergleichsuntersuchungen auch die Behandlungsmorbidität, vornehmlich Erektions- und Ejakulationsstörungen, nach TUMT signifikant geringer als nach TUR-P (15).

Bei der herkömmlichen Hochenergie-TUMT kann während der Behandlung nicht abgeschätzt werden wie hoch der Hitzeabstrom durch den intraprostatatischen Blutfluss ausfällt. Dadurch ist es möglich, dass die Temperatur nicht ausreicht, um eine Hitzenekrose in ausreichend großen Arealen auszubilden. Die Folge

TABELLE 4

Behandlungsergebnisse nach transurethraler Mikrowellen-Thermotherapie (TUMT)

Referenz	Gerät/n	TUMT			TUR-P		
		Ausgangswert	Studiendauer (Monate)	Ergebnis	n	Ausgangswert	Ergebnis
De La Rosette JJ 2003 (e32) IPSS (Punkte) Q _{max} (mL/s)	Prostatron Version 2.5/35	20	36	11,5	33	20	2,6
		9,2		11,7		7,8	22,8
Norby B 2002 (e3)	Prostatron Version 2.0+2.5/ 44*1	20,5 9,1	6	9,5 13,2	22	21,3 9,6	6,8 20,6 *2
Floratos DL 2001 (e33)	Prostatron Version 2.5/82	20,1 9,6	36	7,6 15,2	83	20,8 7,9	3,2*3 23,5 *3
Cavarretta L 2003 (e34)	Prostatron Version 2.5	18,5 8,5	6	7,3 16,9			
Selvaggio O 2003 (e35)	Prostatron Version 3.5/213	20,3 8,5	48	8,2 12,1			
Laguna P 2002 (e36)	Prostatron Version 2.5+3.5/388	19,1 9,4	12	9,7 14,6			
D'Ancona FC 1998 (e37)	Prostatron Version 2.5/31	18,3 9,3	30	5,0 17,1	21	16,7 9,3	3,4 19,3
Ahmed M 1997 (e38)	Prostatron Version 2.5/30	18,5 10,1	6	5,3 9,1	30	18,4 9,5	5,2 14,6 *3
Dahlstrand C 1995 (e39)	Prostatron Version 2.5/32	11,2*4 8,0	24	2,7*4 12,3	37	13,3*4 7,9	0,9*4 17,7
Wagrell L 2004 (e40)	PLFT/156	21,0 7,6	36	7,2 13,3		20,4 7,9	7,1 15,2
Alivizatos G 2005 (e41)	PLFT/38	21,5 7,2	12	6,5 18,1			
David RD 2004 (e42)	PLFT/102	18 n. a.	5,6	11 n. a.			
Gravas S 2003 (e43)	PLFT/33	21,9 8,4	12	7,1 17,8			
Albala DM 2000 (e44)	TherMatrx TMx-2000/125	22,2 8,9	24	9,4 14			
Yokoyama T 2004 (e45)	Targis/58*5	17,9 6,7	2	9,5 11,2			
Thalmann GN 2002 (e46)	Targis/162	23 86 cm H ₂ O*6	24	3 58 cm H ₂ O*6			
Djavan B 2001 (e47)	Targis/51	19 6	18	11,5 13			

IPSS, internationaler Prostatasymptomen-Score; Werte in jeder Zeile oben; Q_{max}, maximaler Harnfluss; Werte in jeder Zeile unten und halbfett; TUR-P, transurethrale Resektion der Prostata; *1 Niedrigenergie-TUMT für Prostatavolumen < 30 mL; *2 p < 0,02 zwischen den Behandlungsgruppen; *3 p < 0,01; *4 Madsen-Iversen-Score; ** 27 Punkte erhielten eine 60 und 31 Punkte eine 30 min TUMT; *6 pDetQ_{max}, Detrusordruck bei maximalem Harnstrahl (Maß für die Obstruktion) p < 0,0001; PLFT, ProstaLund-Feedback-Treatment

sind große Variationen im Behandlungsergebnis. In einer Vergleichsstudie musste bei 22 % der TUMT- und bei 11 % der TUR-P-Patienten erneut interveniert werden; in einer offenen prospektiven Untersuchung bei 22 %, in beiden Behandlungsarmen bereits nach 3 Jahren. 5-Jahres-Daten aus einer Prospektivuntersuchung zeigten, dass inzwischen 18 % der Patienten operativ und weitere 14 % medikamentös nachbehandelt wurden (15). Die Hochenergie-TUMT mit intraprosta-

tischem Temperaturfeedback (*Abbildung*) erlaubt eine kontrollierte individuelle Anpassung der Mikrowellenleistung und Behandlungsdauer während der Therapie zur Kompensation des durchblutungsbedingten Hitzeabtransports (16, 17). Die mit herkömmlicher TUMT zu beobachtenden großen Variationen im Behandlungsergebnis konnten so minimiert werden.

Dieses Verfahren zeigt im direkten Vergleich zur TUR-P in prospektiven multizentrischen Untersu-

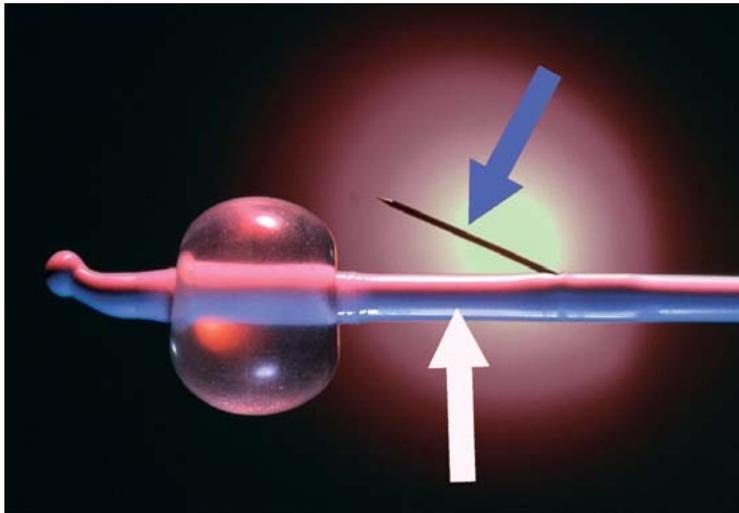


Abbildung: Behandlungskatheter für die Mikrowellen-Thermotherapie mit Temperaturfeedback. Der blaue Pfeil zeigt die Temperatursonde, die während der Behandlung in die Prostata eingestochen wird. Dies ermöglicht eine konstante Messung der tatsächlich in der Prostata erzeugten Temperatur und garantiert konstante Behandlungsergebnisse. Der weiße Pfeil zeigt die Lage der Mikrowellensonde, die durch den Katheter durchschimmert. Der helle Bereich im Hintergrund kennzeichnet den Ort des größten Behandlungseffekts.

chungen mit einer Langzeitbeobachtung > 5 Jahre bei über 100 TUMT-behandelten Patienten äquivalente Ergebnisse in allen Behandlungsparametern – abgesehen vom Prostatavolumen – einschließlich der Re-Interventionsraten, bei gleichzeitig signifikant geringerer Behandlungsmorbidität (16).

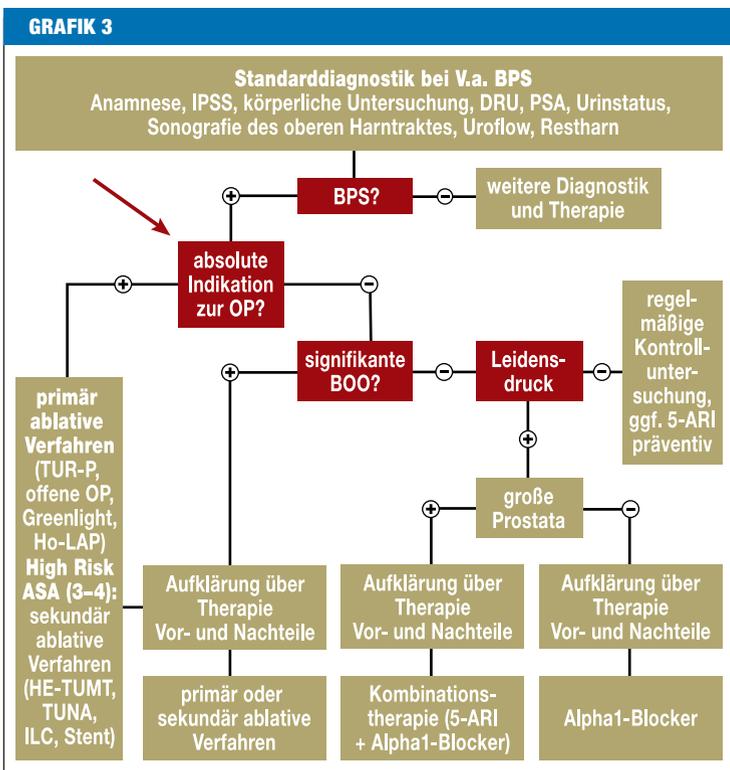
Schlussfolgerung

Minimalinvasive Techniken zur BPS-Therapie haben eine gewisse Bedeutung erlangt. Die genannten Verfahren sowie die TUR-P überlappen sich weitgehend in ihren Indikationsbereichen. Der Indikationsbereich einzelner Verfahren, zum Beispiel HoLEP für sehr großvolumige Prostatae, geht über denjenigen der TUR-P hinaus und entspricht auch demjenigen der offenen Enukleation. Für die meisten der angeführten Verfahren wurde in Studien kein individueller Indikationsbereich definiert, sie unterliegen in der Regel technisch bedingten Anwendungseinschränkungen, zum Beispiel hinsichtlich der Behandlung von Mittellappenadenomen oder bei limitiertem Prostatavolumen. Daher ist neben der Anschaffung der jeweiligen Geräte mit Ausnahme der HoLEP die Vorhaltung eines konventionellen Resektionssystems erforderlich, auch, weil für die Therapie etwaiger Therapieversager bisher kein anderer Standard definiert wurde.

Primär ablativ Verfahren erzielen einen Gewebeabtrag vergleichbar mit dem der TUR-P. Bei den sekundär ablativen Verfahren ist der Gewebeabtrag geringer. Die erzielbare Linderung der subjektiv empfundenen Symptome – primäres Ziel jeder BPS-Therapie – ist allerdings bei allen Verfahren vergleichbar. Der Arbeitskreis BPH der Akademie der Deutschen Urologen hat, basierend auf den derzeit geltenden Leitlinien zur Therapie des benignen Prostatasyndroms aus dem Jahre 2003 (2), eine Aktualisierung der Leitlinien vorbereitet, die zurzeit diskutiert wird und einen neuen Therapiealgorithmus vorschlägt, der die hier dargestellte Evidenz berücksichtigt. In diesem Behandlungsalgorithmus werden den unterschiedlichen Therapieansätzen, also der primären oder sekundären Ablation von Prostatagewebe, unterschiedliche Indikationsbereiche zugeordnet. Bei absoluten Operationsindikationen (Tabelle 1a) aufgrund des notwendigen größeren Gewebeabtrags wird den primär ablativen OP-Verfahren der Vorrang gegeben, es sei denn, Begleitumstände lassen dies nicht zu (Grafik 3).

Mit Abnahme des Gewebeabtrags und somit der Invasivität der Operation sinkt die Behandlungsmorbidität. Besonders sekundär ablativ Verfahren mit Ausnahme der Hochenergie-TUMT mit Temperaturfeedback erfordern im Vergleich zur TUR-P in der Langzeitbeobachtung häufiger medikamentöse oder operative Re-Interventionen und gelten daher als weniger effektiv. Eine Effektivitätsanalyse, die Morbidität, Re-Interventionsraten, Vorhaltungskosten mit Gerätekosten und Liegetagen sowie Nachsorgekosten mit der TUR-P vergleicht, fehlt aber in Deutschland bisher.

Die Laservaporisation, zum Beispiel Greenlight, ähnelt in der Technik der TUR-P oder der Elektrova-



Neuer Vorschlag zum Therapiealgorithmus des Arbeitskreises Benigne Prostatahyperplasie der Akademie der Deutschen Urologen für die Aktualisierung der gegenwärtigen Leitlinien. Liegen absolute OP-Indikationen vor (Pfeil), sollte auf primär ablativ Verfahren zurückgegriffen werden. Dagegen können Patienten mit signifikanter Obstruktion ohne absolute OP-Indikation, also die Mehrzahl der Patienten, sowohl durch primär ablativ oder sekundär ablativ Verfahren wie transurethrale Mikrowellen-Thermotherapie (TUMT), transurethrale Nadelablation (TUNA) oder „interstitial laser coagulation“ (ILC) behandelt werden. BPS, benignes Prostatasyndrom; BOO, Blasenauslassobstruktion; 5-ARI, 5-alpha-Reduktasehemmer; IPSS, Internationaler Prostatasymptomen-Score; DRU, digitorektale Untersuchung, TUR-P; transurethrale Resektion der Prostata; HE-TUMT, Hochenergie-TUMT

porisation, daher ist das Beherrschen der TUR-P Voraussetzung zum Einsatz dieser Technik. Wesentlicher Vorteil ist ein geringeres intraoperatives Blutungsrisiko. Technikbedingt verlängert sich die Operationszeit, die Obergrenze des operablen Prostatavolumens ist im Vergleich zur TUR-P kleiner. Werden nur geringe Gewebemengen abgetragen, ist auch eine ambulante Durchführung denkbar und wird vornehmlich in den USA praktiziert. Zweifelhaft ist, ob künftig der Vorteil der Laservaporisation gegenüber der herkömmlichen Elektrovaporisation ausreicht, die wesentlich höheren Kosten zu rechtfertigen. Die Laserenukleation hat trotz erkennbarer Vorteile, insbesondere in der Therapie sehr großer Prostatae, eine lange Lernkurve, selbst wenn die TUR-P beherrscht wird. Daher haben bis heute in Deutschland nur wenige Operateure die Umstellung gewagt und größere Fallzahlen behandelt. Für beide Verfahren gilt: Wie bei der TUR-P muss die Behandlung stationär und in Narkose erfolgen, für den Patienten ergibt sich diesbezüglich kaum ein Vorteil zur TUR-P.

Interstitielle Laserkoagulation, TUNA und TUMT sind ambulant durchführbare Verfahren, mit geringerem Gewebeabtrag als nach TUR-P. Der Behandlungseffekt tritt erst nach passagerer Miktionsverschlechterung ein. Eine postoperative Harnableitung ist somit erforderlich. Dieser methodische Nachteil kann durch innovative Ableitungstechniken, wie kostengünstige temporäre Prostatastents, gemildert werden. Bei interstitiellem Laser und TUNA gilt, dass das Volumen der Koagulationsnekrose, gesteuert durch die Applikationstiefe und Zahl der Applikationen von Lasersonde oder TUNA-Nadel sowie deren genaue Platzierung, für die Qualität der Behandlungsergebnisse entscheidend ist. Damit sind diese Verfahren anwenderabhängig, was an inkonsistenten Behandlungsergebnissen abzulesen ist.

Dagegen ist die Hochenergie-TUMT weitgehend anwenderunabhängig. Die Behandlungsergebnisse stehen jedoch in engem Zusammenhang mit der tatsächlich generierten Hitze. Diese wiederum variiert durchblutungsbedingt in hohem Maße. Die Weiterentwicklung zur Hochenergie-TUMT mit Temperaturfeedback, die eine kontinuierliche intraprostatatische Temperaturmessung über den Behandlungskatheter erlaubt, gleicht die methodisch bedingte Varianz der Therapieeffekte durch gezielte individuelle Anpassung der Mikrowellenleistung oder der Behandlungszeit aus und ist der TUR-P äquivalent, und zwar ohne Narkose und ohne stationären Aufenthalt. Gegenüber der TUR-P besteht nach Daten aus Schweden (18) und den Niederlanden (19) ein Kostenvorteil. Ob sich dieser auch in Deutschland realisieren lässt, wurde bisher nicht untersucht.

Die Erstattungsfähigkeit der alternativen Therapieverfahren ist in Deutschland trotz ausreichender Evidenz beziehungsweise eindeutiger Empfehlungen in Leitlinien (2) noch immer ungeklärt. Derzeit liegt vom Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) zur Nutzenbewertung

KASTEN

Glossar

BPH	benigne Prostatahyperplasie
BPS	benignes Prostatasyndrom
Ho:YAG	Holmium-Yttrium-Aluminium-Granat
HoLAP	Holmiumlaser-Ablation der Prostata
HoLEP	Holmiumlaser-Enukleation der Prostata
ILC	„interstitial laser coagulation“
ILK	interstitielle Laserkoagulation
IPSS	internationaler Prostata-Symptomen-Score
KTP	Kalium-Titanyl-Phosphat
Nd:YAG	Neodymium-Yttrium-Aluminium-Granat
PLFT	Prostalund-Feedback-Thermotherapie
Qmax	maximale Harnflussrate
Th:YAG	Thulium-Yttrium-Aluminium-Granat
TUIP	transurethrale Inzision der Prostata
TUMT	transurethrale Mikrowellen-Thermotherapie
TUNA	transurethrale Nadelablation
TUR-P	transurethrale Resektion der Prostata
TVP	transurethrale Elektrovaporisation der Prostata
VLAP	visuelle Laserablation der Prostata

dieser Verfahren ein Vorbericht vor, der nach Auffassung der Autoren erhebliche methodische Mängel aufweist. Die Autoren dieser Übersicht haben diesen Vorbericht ad extenso kommentiert und unterstützen das IQWiG bei der Erstellung eines neuen Vorberichts. Es bleibt damit weiterhin offen, inwieweit geeignete Patienten im Rahmen der gesetzlichen Krankenversicherungen mit diesen Verfahren behandelt werden können.

Interessenkonflikt

Prof. Muschter erhält Zuwendungen von Argomed, GlaxoSmithKline, Wavelight, AstraZeneca, Takeda, ProstaLund, AMS, Medtronic, Bayer, Galil Medical, Misonix und Indigo-Medical. Prof. Höfner und Dr. Berges erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Manuskriptdaten

eingereicht: 1. 8. 2006, revidierte Fassung angenommen: 19. 7. 2007

LITERATUR

1. Muschter R: Current status of laser treatment of BPH. *Med Laser Appl* 2001; 16: 5–14.
2. Berges R, Dreikorn K, Höfner K et al.: Leitlinien der Deutschen Urologen zur Therapie des benignen Prostatasyndroms (BPS). *Urologe A* 2003; 42: 722–38.
3. Muschter R, Whitfield H: Interstitial laser therapy of benign prostatic hyperplasia. *Eur Urol* 1999; 35: 147–54.
4. Norby B, Nielsen HV, Frimodt-Møller PC: Transurethral interstitial laser coagulation of the prostate and transurethral microwave thermotherapy vs transurethral resection or incision of the prostate: results of a randomized, controlled study in patients with symptomatic benign prostatic hyperplasia. *BJU Int* 2002; 90: 853–62. ▶

5. Schatzl G, Madersbacher S, Djavan B, Lang T, Marberger M: Two-year results of transurethral resection of the prostate versus four „less invasive“ treatment options. *Eur Urol* 2000; 37: 695–701.
6. Hoffman RM, MacDonald R, Wilt TJ: Laser prostatectomy for benign prostatic obstruction. *Cochrane Database Syst Rev* 2004: CD001987.
7. Reich O, Gratzke C, Stief CG: Techniques and long-term results of surgical procedures for BPH. *Eur Urol* 2006; 49: 970–8.
8. Gillig PJ, Kennett KM, Fraundorfer MR: Holmium laser resection vs transurethral resection of the prostate: results of a randomized trial with 2 years of follow-up. *J Endourol* 2000; 14: 757–60.
9. Kuntz RM: Current role of lasers in the treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH). *Eur Urol* 2006; 49: 961–9.
10. Boyle P, Robertson C, Vaughan ED, Fitzpatrick JM: A meta-analysis of trials of transurethral needle ablation for treating symptomatic benign prostatic hyperplasia. *BJU Int* 2004; 94: 83–8.
11. Braun M, Mathers M, Bondarenko B, Engelmann U: Treatment of benign prostatic hyperplasia through transurethral needle ablation (TUNA). Review of the literature and six years of clinical experience. *Urol Int* 2004; 72: 32–9.
12. Hill B, Belville W, Bruskevitz R et al.: Transurethral needle ablation versus transurethral resection of the prostate for the treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia: 5-year results of a prospective, randomized, multicenter clinical trial. *J Urol* 2004; 171 (6 Pt 1): 2336–40.
13. Zlotta AR, Giannakopoulos X, Maehlum O, Ostrem T, Schulman CC: Long-term evaluation of transurethral needle ablation of the prostate (TUNA) for treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia: clinical outcome up to five years from three centers. *Eur Urol* 2003; 44: 89–93.
14. Huidobro C, Bolmsjo M, Larson T et al.: Evaluation of microwave thermotherapy with histopathology, magnetic resonance imaging and temperature mapping. *J Urol* 2004; 171(2 Pt 1): 672–8.
15. Hoffman RM, MacDonald R, Monga M, Wilt TJ: Transurethral microwave thermotherapy vs transurethral resection for treating benign prostatic hyperplasia: a systematic review. *BJU Int* 2004; 94: 1031–6.
16. Wagrell L, Schelin S, Nordling J et al.: Three-year follow-up of feedback microwave thermotherapy versus TURP for clinical BPH: a prospective randomized multicenter study. *Urology* 2004; 64: 698–702.
17. Schelin S, Claezon A, Sundin A, Wagrell L: Effects of intraprostatic and periprostatic injections of mepivacaine epinephrine on intraprostatic blood flow during transurethral microwave thermotherapy: correlation with [¹⁵⁰H₂O]-PET. *J Endourol* 2004; 18: 965–70.
18. Kobelt G, Spangberg A, Mattiasson A: The cost of feedback microwave thermotherapy compared with transurethral resection of the prostate for treating benign prostatic hyperplasia. *BJU Int* 2004; 93: 543–8.
19. De La Rosette JJ, Floratos DL, Severens JL, Kiemeneij LA, Debruyne FM, Pilar Laguna M: Transurethral resection vs microwave thermotherapy of the prostate: a cost-consequences analysis. *BJU Int* 2003; 92: 713–8.

Anschrift für die Verfasser

Dr. med. Richard Berges
 Urologische Abteilung, PAN-Klinik Köln
 Zeppelinstraße 1
 50667 Köln
 E-Mail: r.berges@pan-klinik.org



The English version of this article is available online:
www.aerzteblatt.de/english

Mit „e“ gekennzeichnete Literatur:
www.aerzteblatt.de/lit3707

ÜBERSICHTSARBEIT

Alternative, minimalinvasive Therapien beim benignen Prostatasyndrom

Teil 3 der Serie zum benignen Prostatasyndrom

Richard Berges, Rolf Muschter, Klaus Höfner

LITERATUR INTERNET

- e1. Muschter R, Hofstetter A: Interstitial laser therapy outcomes in benign prostatic hyperplasia. *J Endourol* 1995; 9: 129–35.
- e2. Muschter R, de la Rosette JJ, Whitfield H, Pellerin JP, Madersbacher S, Gillatt D: Initial human clinical experience with diode laser interstitial treatment of benign prostatic hyperplasia. *Urology* 1996; 48: 223–8.
- e3. Norby B, Nielsen HV, Frimodt-Møller PC: Transurethral interstitial laser coagulation of the prostate and transurethral microwave thermotherapy vs transurethral resection or incision of the prostate: results of a randomized, controlled study in patients with symptomatic benign prostatic hyperplasia. *BJU Int* 2002; 90: 853–62.
- e4. Kursh ED, Concepcion R, Chan S, Hudson P, Ratner M, Eyre R: Interstitial laser coagulation versus transurethral prostate resection for treating benign prostatic obstruction: a randomized trial with 2-year follow-up. *Urology* 2003; 61: 573–8.
- e5. Costello TG, Crowe H, Costello AJ: Laser prostatectomy versus transurethral resection of the prostate for benign prostatic hyperplasia: comparative changes in haemoglobin and serum sodium. *Anaesth Intensive Care* 1997; 25: 493–6.
- e6. Kabalin JN, Gill HS, Bite G, Wolfe V: Comparative study of laser versus electrocautery prostatic resection: 18-month follow up with complex urodynamic assessment. *J Urol* 1995; 153: 94–7; discussion 7–8.
- e7. Cowles RS, 3rd, Kabalin JN, Childs S et al.: A prospective randomized comparison of transurethral resection to visual laser ablation of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Urology* 1995; 46: 155–60.
- e8. Anson K, Nawrocki J, Buckley J et al.: A multicenter, randomized, prospective study of endoscopic laser ablation versus transurethral resection of the prostate. *Urology* 1995; 46: 305–10.
- e9. McAllister WJ, Absalom MJ, Mir K et al.: Does endoscopic laser ablation of the prostate stand the test of time? Five-year results from a multicentre randomized controlled trial of endoscopic laser ablation against transurethral resection of the prostate. *BJU Int* 2000; 85: 437–9.
- e10. Shingleton WB, Terrell F, Renfro LD, Kolski JM, Fowler JE Jr.: A randomized prospective study of laser ablation of the prostate versus transurethral resection of the prostate in men with benign prostatic hyperplasia. *Urology* 1999; 54: 1017–21.
- e11. Carter A, Sells H, O'Boyle PJ: High-power KTP laser for the treatment of symptomatic benign prostatic enlargement. *BJU Int* 1999; 83: 857–8.
- e12. Tuhkanen K, Heino A, Aaltomaa S, Ala-Opas M: Long-term results of contact laser versus transurethral resection of the prostate in the treatment of benign prostatic hyperplasia with small or moderately enlarged prostates. *Scand J Urol Nephrol* 2003; 37: 487–93.
- e13. Gilling PJ, Cass CB, Malcolm A, Cresswell M, Fraundorfer MR, Kabalin JN: Holmium laser resection of the prostate versus neodymium: yttrium-aluminum-garnet visual laser ablation of the prostate: a randomized prospective comparison of two techniques for laser prostatectomy. *Urology* 1998; 51: 573–7.
- e14. Shingleton WB, Renfro LD, Kolski JM, Fowler JE Jr.: A randomized prospective study of transurethral electrovaporization vs laser ablation of the prostate in men with benign prostatic hypertrophy. *Scand J Urol Nephrol* 1998; 32: 266–9.
- e15. Keoghane SR, Sullivan ME, Doll HA, Kourambas J, Cranston DW: Five-year data from the Oxford Laser Prostatectomy Trial. *BJU Int* 2000; 86: 227–8.
- e16. Wilson LC, Gilling PJ, Williams A et al.: A randomised trial comparing Holmium laser enucleation versus transurethral resection in the treatment of prostates larger than 40 grams: Results at 2 years. *Eur Urol* 2006; 50: 569–73.
- e17. Hill B, Belville W, Bruskewitz R et al.: Transurethral needle ablation versus transurethral resection of the prostate for the treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia: 5-year results of a prospective, randomized, multicenter clinical trial. *J Urol* 2004; 171 (6 Pt 1): 2336–40.
- e18. Chandrasekar P, Virdi JS: Transurethral needle ablation of the prostate (TUNA) – a prospective study, six year follow-up. *J Urol* 2001; 165(Suppl 1): Abstract.
- e19. Schatzl G, Madersbacher S, Djavan B, Lang T, Marberger M: Two-year results of transurethral resection of the prostate versus four „less invasive“ treatment options. *Eur Urol* 2000; 37: 695–701.
- e20. Roehrborn CG, Burkhard FC, Bruskewitz RC et al.: The effects of transurethral needle ablation and resection of the prostate on pressure flow urodynamic parameters: analysis of the United States randomized study. *J Urol* 1999; 162: 92–7.
- e21. Bruskewitz R, Issa MM, Roehrborn CG et al.: A prospective, randomized 1-year clinical trial comparing transurethral needle ablation to transurethral resection of the prostate for the treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 1998; 159: 1588–93; discussion 93–4.
- e22. Cimentepe E, Unsal A, Saglam R: Randomized clinical trial comparing transurethral needle ablation with transurethral resection of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia: results at 18 months. *J Endourol* 2003; 17: 103–7.
- e23. Ramon J, Lynch TH, Eardley I et al.: Transurethral needle ablation of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia: a collaborative multicentre study. *Br J Urol* 1997; 80: 128–34; discussion 34–5.
- e24. Kahn SA, Alphonse P, Tewari A, Narayan P: An open study on the efficacy and safety of transurethral needle ablation of the prostate in treating symptomatic benign prostatic hyperplasia: the University of Florida experience. *J Urol* 1998; 160: 1695–700.
- e25. Namiki K, Shiozawa H, Tsuzuki M, Mamiya Y, Matsumoto T, Miki M: Efficacy of transurethral needle ablation of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Int J Urol* 1999; 6: 341–5.
- e26. Hill B, Belville W, Bruskewitz R, Issa M, Perez-Marrero R, Roehrborn C, Terris M, Naslund M: Transurethral needle ablation versus transurethral resection of the prostate for the treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia: 5-year results of a prospective, randomized, multicenter clinical trial. *J Urol* 2004; 6: 2336–40.

- e27. Bergamaschi F, Manzo M, Autieri G, Corrada P, Campo B: Five years experience using transurethral needle ablation (TUNA) in 204 BPH patients. *J Urol* 2000; 163(Suppl 1): Abstract.
- e28. Zlotta AR, Giannakopoulos X, Maehlum O, Ostrem T, Schulman CC: Long-term evaluation of transurethral needle ablation of the prostate (TUNA) for treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia: clinical outcome up to five years from three centers. *Eur Urol* 2003; 44: 89–93.
- e29. Murai M, Tachibana M, Miki M, Shiozawa H, Hirao Y, Okajima E: Transurethral needle ablation of the prostate: an initial Japanese clinical trial. *Int J Urol* 2001; 8: 99–105.
- e30. Rosario DJ, Woo H, Potts KL, Cutinha PE, Hastie KJ, Chapple CR: Safety and efficacy of transurethral needle ablation of the prostate for symptomatic outlet obstruction. *Br J Urol* 1997; 80: 579–86.
- e31. Steele GS, Sleep DJ: Transurethral needle ablation of the prostate: a urodynamic based study with 2-year followup. *J Urol* 1997; 158: 1834–8.
- e32. De La Rosette JJ, Floratos DL, Severens JL, Kiemeney LA, Debruyne FM, Pilar Laguna M: Transurethral resection vs microwave thermotherapy of the prostate: a cost-consequences analysis. *BJU Int* 2003; 92: 713–8.
- e33. Floratos DL, Kiemeney LA, Rossi C, Kortmann BB, Debruyne FM, de La Rosette JJ: Long-term followup of randomized transurethral microwave thermotherapy versus transurethral prostatic resection study. *J Urol* 2001; 165: 1533–8.
- e34. Cavarretta L, Scremin E, Cucciarre G, Todeschini M, Novella G, Tascia A: High-energy microwave thermotherapy in the treatment of benign prostatic hyperplasia. *Urol Int* 2003; 71: 10–5.
- e35. Selvaggio O, Ditunno P, Battaglia M, Bettocchi C, Saracino A, Palazzo S: Long term results (4 years) of high-energy transurethral microwave. *Eur Urol* 2003; 2(102A).
- e36. Gravas S, Laguna P, Kiemeney L A, de la Rosette J J: Durability of 30-minute high-energy transurethral microwave therapy for treatment of benign prostatic hyperplasia: a study of 213 patients with and without urinary retention. *Urology* 2007; 96: 854–8.
- e37. D'Ancona FC, Francisca EA, Witjes WP, Welling L, Debruyne FM, De La Rosette JJ: Transurethral resection of the prostate vs high-energy thermotherapy of the prostate in patients with benign prostatic hyperplasia: long-term results. *Br J Urol* 1998; 81: 259–64.
- e38. Ahmed M, Bell T, Lawrence WT, Ward JP, Watson GM: Transurethral microwave thermotherapy (Prostatron version 2.5) compared with transurethral resection of the prostate for the treatment of benign prostatic hyperplasia: a randomized, controlled, parallel study. *Br J Urol* 1997; 79: 181–5.
- e39. Dahlstrand C, Walden M, Geirsson G, Pettersson S: Transurethral microwave thermotherapy versus transurethral resection for symptomatic benign prostatic obstruction: a prospective randomized study with a 2-year follow-up. *Br J Urol* 1995; 76: 614–8.
- e40. Wagrell L, Schelin S, Nordling J et al.: Three-year follow-up of feedback microwave thermotherapy versus TURP for clinical BPH: a prospective randomized multicenter study. *Urology* 2004; 64: 698–702.
- e41. Alivizatos G, Ferakis N, Mitropoulos D, Skolarikos A, Livadas K, Kastriotis I: Feedback microwave thermotherapy with the prostatic compact device for obstructive benign prostatic hyperplasia: 12-month response rates and complications. *J Endourol* 2005; 19: 72–8.
- e42. David RD, Grunberger I, Shore N, Swierzewski SJ 3rd: Multicenter initial U.S. experience with coretherm-monitored feedback transurethral microwave thermotherapy for individualized treatment of patients with symptomatic benign prostatic hyperplasia. *J Endourol* 2004; 18: 682–5.
- e43. Gravas S, Laguna MP, de la Rosette JJ: Efficacy and safety of intraprostatic temperature-controlled microwave thermotherapy in patients with benign prostatic hyperplasia: results of a prospective, open-label, single-center study with 1-year follow-up. *J Endourol* 2003; 17: 425–30.
- e44. Albala DM, Turk TM, Fulmer BR et al.: Periurethral transurethral microwave thermotherapy for the treatment of benign prostatic hyperplasia: an interim 1-year safety and efficacy analysis using the thermatrix TMx-2000. *Tech Urol* 2000; 6: 288–93.
- e45. Yokoyama T, Tsugawa M, Nagai A, Kumon H: High-energy transurethral microwave thermotherapy in patients with benign prostatic hyperplasia: comparative study between 30-and 60-minute single treatments. *Acta Med Okayama* 2004; 5: 151–6.
- e46. Thalmann GN, Mattei A, Treuthardt C, Burkhardt FC, Studer UE: Transurethral microwave therapy in 200 patients with a minimum followup of 2 years: urodynamic and clinical results. *J Urol* 2002; 167: 2496–501.
- e47. Djavan B, Seitz C, Roehrborn CG et al.: Targeted transurethral microwave thermotherapy versus alpha-blockade in benign prostatic hyperplasia: outcomes at 18 months. *Urology* 2001; 57: 66–70.