

Journal für
Urologie und Urogynäkologie

Zeitschrift für Urologie und Urogynäkologie in Klinik und Praxis

**High-Tech Medizin? - Die sakrale
Neuromodulation in der Behandlung
von Blasenfunktionsstörungen**

Bannowsky A, Braun PM, Böhler G
Jünemann KP, Seif C, Sugimoto S

Journal für Urologie und

Urogynäkologie 2004; 11 (4)

(Ausgabe für Österreich), 11-16

Journal für Urologie und

Urogynäkologie 2004; 11 (4)

(Ausgabe für Schweiz), 11-16

Journal für Urologie und

Urogynäkologie 2004; 11 (4)

(Ausgabe für Deutschland), 9-14

Homepage:

www.kup.at/urologie

Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche

Indexed in Scopus

Member of the



www.kup.at/urologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P. b. b. 022031116M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

Dann sind Sie hier richtig



High-Tech Medizin? – Die sakrale Neuromodulation in der Behandlung von Blasenfunktionsstörungen

A. Bannowsky, S. Sugimoto, G. Böhrer, Ch. Seif, K.-P. Jünemann, P. M. Braun

Während der letzten Jahre hat sich die sakrale Neuromodulation zu einer etablierten Behandlungsmöglichkeit von Funktionsstörungen des unteren Harntraktes entwickelt. Sie füllt damit eine Lücke zwischen konservativen Therapieoptionen und aufwendigen invasiven Verfahren, wie z. B. der Harnableitung über ein ausgeschaltetes Darmsegment. Am Anfang war die klinische Wertigkeit der sakralen Neuromodulation selbst unter Neurourologen umstritten. Die Ursachen hierfür lagen in der unzureichenden Kenntnis über die physiologischen Abläufe und Prinzipien des Wirkmechanismus, der unsicheren Indikationsstellung, dem Design der Hardware und einem Operationsgebiet mit einer den meisten Urologen relativ unbekanntem Topographie. Mittlerweile ist die sakrale Neuromodulation jedoch ein fest integrierter Bestandteil der klinischen Routine bei der Behandlung von Funktionsstörungen des unteren Harntraktes geworden und wird regelmäßig in den verschiedenen urologischen Institutionen in Europa und den USA angewandt. Aufgrund neuer Modifikationen kann diese Therapieform bei Patienten, die sich nach vielen frustrierten Behandlungsversuchen am „Ende der Fahnenstange“ glaubten, zum Teil auch ambulant erfolgreich durchgeführt werden. Neueste Daten aus der eigenen Arbeitsgruppe zeigen die Tendenz auf, daß Patienten mit einer neurogenen Harnretention am besten von dieser Behandlungsmöglichkeit profitieren. So konnte beispielsweise bei Patienten mit Detrusorhypocontractilität eine Reduktion der Restharnmenge um 85 % erreicht werden.

Over the last few years, sacral neuromodulation has become an established treatment option for dysfunctions of the lower urinary tract. It fills the gap that existed between conservative therapy and costly invasive methods such as urinary drainage via a deactivated bowel segment. Initially, the clinical value of sacral neuromodulation was controversial even among neurourologists. This was mainly due to a lack of understanding of the physiological processes, uncertain diagnostics, the design of the hardware and a surgical topography relatively unknown to the urologist. In the meantime, however, sacral neuromodulation has become a standard part of clinical routine with respect to the treatment of dysfunctions of the lower urinary tract and it is regularly employed in various urological institutions across Europe and the USA. This form of treatment, which is the final straw for patients who believed themselves – after many frustrated therapy attempts – to be “hopeless cases”, can now also successfully be employed as an ambulatory measure. The latest data from our clinic indicate that patients with neurogenic urinary retention are the most likely to profit from this treatment option. In patients with detrusorhypocontractility an 85 %-reduction of residual urine was achieved. *J Urol Urogynaekol* 2004; 11 (4): 11–16.

Die Neuromodulation von Sakralnerven stellt eine spezielle Form der Nervenstimulation dar, bei der mit Hilfe kleiner elektrischer Impulse Fehlfunktionen neurologischer Steuer- und Regelmechanismen therapiert werden können. Diese Behandlungsweise wird als Modulation bezeichnet, weil sie in ihrem Wirkungsprinzip nicht ein krankhaftes System vollständig ersetzt, sondern auf dieses modulierend einwirkt. Die sakrale Neuromodulation stellt eine alternative Behandlungsmöglichkeit für Patienten mit idiopathischer Dranginkontinenz dar, die sich refraktär zur konservativen medikamentösen Therapie mit Anticholinergika verhält, sowie für Patienten mit hypokontraktiler Detrusor bis hin zur Harnretention [1]. Die Tatsache, daß diese beiden gegensätzlichen Krankheitsbilder mit derselben Therapieform behandelbar sind, liegt darin begründet, daß die gezielte elektrische Stimulation sakraler Hinterwurzelfasern eine Unterstützung der kontinenzwährenden Speicherphase und deren Beendigung über die Aktivierung des Miktionsreflexes eine Kontraktion des Detrusors vesicae bewirkt (Abb. 1).

Physiologie der Miktion

Kontinente Speicherphase und Miktion sind viszerale Funktionen des unteren Harntraktes, die willkürlich beeinflusst werden können. Wichtig für die Miktion ist nicht nur die Integrität der individuellen Organeinheiten Blase und Kontinenzmechanismus, sondern auch ihre Synergie als grundlegende funktionelle Einheit in bezug auf eine ungestörte und koordinierte Miktion. Diese Synergie wird aufgrund eines untereinander über Reflexbögen verschalteten neuralen Netzwerkes erreicht, bestehend aus peripheren

Ganglien und den sog. Miktionszentren des Zentralnervensystems, die in Cortex, Pons, Medulla oblongata, thorakolumbalem und sakralem Rückenmark lokalisiert sind.

Sympathische und parasympathische Neurone vermischen sich im Plexus pelvici, von wo aus sie die Organe des kleinen Beckens erreichen. Für die Harnblase ist erwiesen, daß jede ihrer Hälften eine eigene ipsilaterale Innervation besitzt [2], wobei Sympathikus und Parasympathikus einander entgegengesetzte Wirkungen haben. Eine Steigerung der sympathischen Aktivität vermindert die Detrusorkontraktilität und erhöht den Auslaßwiderstand durch Kontraktion des Blasenhalbes während der Speicherphase [2]. Im Gegensatz dazu führt eine vermehrte parasympathische Aktivität zu einer Erhöhung der Detrusorkontraktilität während der Miktionsphase [3]. Jede dieser autonomen Komponenten ist zudem mit den Afferenzen und Efferenzen des somatomotorischen Nervus pudendus und mit den sensorischen Neuronen verschaltet. Schädigungen dieser Reflexbögen führen zu charakteristischen Funktionsstörungen des unteren Harntraktes.

Indikationen der sakralen Neuromodulation

Initial bezog sich die Indikation der sakralen Neuromodulation allein auf die auf eine konservative anticholinerge Therapie refraktäre Detrusorinstabilität [4–9]. Dieser strenge Indikationsbereich wurde inzwischen um die Detrusorhypocontractilität ergänzt [8, 10]. Ebenso erweitern Schmerzsyndrome des unteren Harntraktes (pelvic pain syndrom, chronischer Beckenschmerz) die Indikationsbreite der Neuromodulation [8, 11, 12] ungeachtet der Tatsache, daß letztgenannte nicht unumstritten ist [11, 13, 14], da Kenntnisse über deren pathophysiologische Fehlfunktion fehlen. Darüber hinaus wird die gleiche Technik der Elektrostimulation zur Therapie der analen Inkontinenz eingesetzt, wobei der Wirkmechanismus unterschiedlich

Aus der Klinik für Urologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Deutschland

Korrespondenzadresse: Dr. med. Andreas Bannowsky, Klinik für Urologie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Arnold-Heller-Str. 7, D-24105 Kiel, E-mail: abannowsky@urology.uni-kiel.de

gesehen wird, der den therapeutischen Effekt bei Funktionsstörungen des unteren Harntrakts bedingt [15, 16]. Als Kontraindikationen für die sakrale Neuromodulation gelten anatomische Veränderungen des Os sacrum, wie Spina bifida, Sakralagenesie, Traumaresiduen, Streßinkontinenz, eine anatomische Blasenkapazität unter 150 ml, unter Narkosebedingungen gemessen, Schwangerschaft, nicht abgeschlossenes Körperwachstum und mangelnde Patienten-Compliance.

Klinische Parameter, die die Effektivität der sakralen Neuromodulation individuell, für jeden einzelnen Patienten vorhersagen können, konnten bisher nicht definiert bzw. identifiziert werden [6, 14]. Allerdings zeigen sich Tendenzen bei den unterschiedlichen Indikationen bezüglich der Effektivität anhand aktueller eigener Ergebnisse [17]. Auf jeden Fall sollte eine Teststimulation, unabhängig von dem zugrundeliegenden Krankheitsbild, durchgeführt werden, bevor die Implantation eines permanenten Stimulationssystems erwogen wird. Diese Teststimulation erfolgt mittels eines PNE-Tests (peripherer Nervenvaluations-Test).

Wirkmechanismus

Die Effektivität der sakralen Neuromodulation bei der Behandlung von Funktionsstörungen des unteren Harntrakts ist abhängig von einer residualen Funktion spinaler und supraspinaler Reflexbögen [12]. Gestützt wird diese Annahme durch die Beobachtung, daß die sakrale Neuromodulation bei Patienten mit hochgradig inkompletten oder kompletten Rückenmarkläsionen nicht oder nur ungenügend wirksam ist [18].

Der sakralen Neuromodulation liegt ein zweifacher Wirkmechanismus zugrunde, der auf den ersten Blick widersprüchlich erscheint, da dieses Verfahren sowohl für die Detrusorhyperaktivität (overactive bladder), als auch für die Detrusorhypokontraktilität eingesetzt wird. Durch die Änderung des Betriebszustandes der Stimulationseinheit, d. h. Dauerbetrieb vs. Ausschalten der elektrischen Impulse auf die afferenten Nervenbahnen, kann die Blasenfunktion in dem Sinne unterschiedlich beeinflußt werden, daß sowohl die Speicherphase als auch die Entleerungsfunktion unterstützt werden können. Dieses Phänomen beruht auf unterschiedlichen stimulierenden und hemmenden Einflüssen auf die sympathische und parasympathische Aktivität.

Während der Stimulation werden afferente Muskelspindelfasern der Segmente S2–S4 erregt. Diese spezifische Erregung einer definierten Gruppe von Neuronen innerhalb der heterogenen Axonpopulation der sakralen Spinalnerven gelingt durch die Verwendung von niedrigen Stimmulationsströmen, die das Schwellenpotential anderer afferenter und efferenter Neurone noch nicht erreichen [19, 20]. Man kann sich zur Wirkungsweise der Neuromodulation vereinfachend vorstellen, daß die Stimulation dieser Fasern das fiktive Bild eines maximal kontrahierten Kontinenzapparates nach zentral projiziert. Als Reaktion hierauf wird die sympathische Aktivität erhöht und die parasympathische des unteren Motorneurons der Blase vermindert. Demzufolge setzt ein aktiviertes Neuromodulationssystem den Kontraktions-/Instabilitätsschwellenwert des Detrusors herauf und kann so zur Therapie der Detrusorhyperaktivität eingesetzt werden.

Im Gegensatz dazu bewirkt das Ausschalten der elektrischen Impulse auf die afferenten Nervenbahnen von S3 / S4

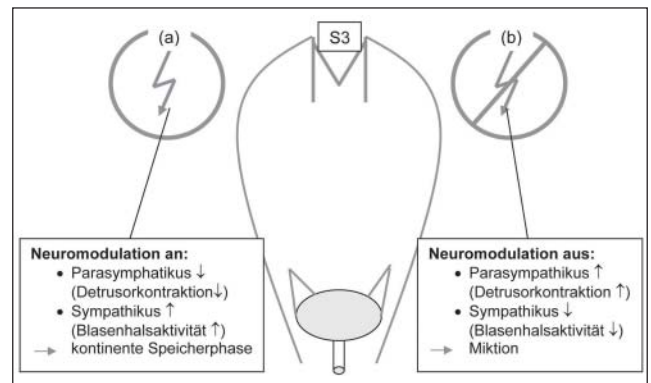


Abbildung 1: Erklärungsmodell der Neuromodulation: Ist die Stimulation der Hinterwurzel eingeschaltet, so kommt es zu einer Parasympathikus-Hemmung und Sympathikus-Aktivierung. Es resultiert eine kontinente Speicherphase; Instabilitäten werden gehemmt. Beim Ausschalten der Modulation wird ein Miktionsreflex durch den plötzlichen Aktivitätsabfall getriggert, es kommt zu einer Umkehrung der viszeromotorischen Aktivität und eine Miktion setzt ein; ein hypokontraktile Detrusor wird verstärkt (Nachdruck aus [24], mit Genehmigung des Springer-Verlags).

eine Triggersung des Miktionsreflexes, möglicherweise durch ein sog. „Rebound-Phänomen“, das zu einer überschießenden Hemmung der sympathischen und entsprechenden Steigerung der parasympathischen Aktivität führt (Abb. 1).

Voraussetzungen und Diagnostik vor sakraler Neuromodulation

Vor jeder geplanten Neuromodulation ist bei den betreffenden Patienten eine komplette urologisch/neurologische Diagnostik zu fordern, inklusive ausführlicher Anamnese/ Miktionsanamnese, Urinuntersuchung, körperlicher Untersuchung, Bildgebung des unteren und oberen Harntrakts und des Os sacrum, urodynamische Blasenfunktionsuntersuchung und Zystoskopie, mit dem Ziel: (1) andere Pathologien auszuschließen, die eine Funktionsstörung des unteren Harntrakts vortäuschen oder auslösen könnten, (2) die individuelle Ätiologie der Fehlfunktion des unteren Harntrakts zu klassifizieren und (3) die initialen Funktionsstörungen als Grundlage für den Vergleich zu der Situation unter Neuromodulationsbedingungen zu quantifizieren.

Methodik und Implantation der sakralen Neuromodulation

Prinzipiell läuft die sakrale Neuromodulation in 3 Stufen ab. Die erste und zweite Stufe betreffen die perkutane Lokalisation und intraoperative bilaterale Teststimulation der sakralen Spinalnerven an S3 mit Nadelelektroden (akute sakrale Neuromodulation), gefolgt von der Einlage von Drahtelektroden in die Sakralforamina, mit anschließender Teststimulation über mindestens 3–4 Tage, während der überprüft wird, ob ein positiver Modulationseffekt beim individuellen Patienten besteht (subchronische sakrale Neuromodulation, PNE-Test). Ist während dieser subchronischen Phase ein positiver Modulationseffekt zu verzeichnen, folgt die Implantation eines Stimulationssystems (chronische sakrale Neuromodulation), bei der ein Neuromodulator, individuellen Patientenwünschen folgend, subkutan im Hypogastrium oder subkutan gluteal plaziert und mit den beiden Elektroden verbunden wird, um auf diese Weise die sakralen Spinalnerven zu stimulieren. Technische Variationen zwischen einzelnen neurourologischen

Arbeitsgruppen betreffen vor allem die Anzahl und Art der verwendeten Elektroden und ob eine uni- oder bilaterale Stimulation bevorzugt wird [18].

Akute und subchronische sakrale Neuromodulation

In Bauchlagerung des Patienten erfolgt entweder in Lokalanästhesie oder in Intubationsnarkose (ohne Relaxation) die Einlage von Nadelelektroden in die dorsalen Sakralforamina des S3-Segments. Die korrekte Platzierung wird durch die motorische Stimulationsantwort der ipsilateralen unteren Extremität und des Beckenbodens überprüft. Charakteristisch für die S3-Antwort ist eine Kontraktion des Beckenbodens mit sichtbarer Einziehung der Haut im Bereich der Analfurche und die Flexion des großen Zehs auf der stimulierten Seite. In einigen neurologischen Zentren erfolgt zudem eine zusätzliche intraoperative Kontrolle der Elektrodenlage mittels Röntgendurchleuchtung. Anschließend werden die Nadelelektroden durch Drahtelektroden ersetzt, die für die folgenden 3–4 Tage an einen externen, tragbaren Neurostimulator angeschlossen werden (Abb. 2).

Während dieser Testphase (PNE-Test) führen die Patienten ein Miktions- und Kontinenztagebuch weiter. Am Ende der subchronischen sakralen Neuromodulation erfolgt eine erneute urodynamische Blasenfunktionsmessung, die einen objektiven Vergleich zur Voruntersuchung zulässt. Der Modulationseffekt wird als positiv gewertet, wenn bei Patienten mit einer Störung der Speicherfunktion (z. B. Detrusorhyperaktivität/Instabilität) die subjektiven und objektiven Befunde in einen normalen Bereich zurückkehren und dabei um mindestens 50 % gebessert sind. Bei Patienten mit einer Harnretention wird die subchronische sakrale Neuromodulation als Erfolg gewertet, wenn die Unterbrechung der Dauerstimulation zu einer Miktion mit Reduktion der Restharmengen um mindestens 50 % und Restharmengen unter 100 ml führt.

Ausgesuchte neurologische Zentren prüfen derzeit ein zweizeitiges Implantationsverfahren, wobei offen implantierte Sakralforamenelektroden primär anstelle der perkutanen Drahtelektroden als Testelektrode benutzt werden. Diese werden im Falle einer permanenten Neuromodulatorimplantation nicht mehr ausgewechselt, sondern können direkt, bei erfolgreicher Testphase, an den zu implantierenden Impulsgeber angeschlossen werden. Auf diese Art kann die Elektrode an ihrem primär getesteten Implantationsort verbleiben, an dem es zu einem positiven Modulationseffekt für den Patienten gekommen ist. Ein Wechsel der Elektrode mit zusätzlicher Manipulation in unmittelbarer Nähe der Sakralnerven sowie der Gefahr der nicht exakten Repositionierung bleibt auf diese Weise dem Patienten erspart. Bei Nichtansprechen können diese Elektroden einfach in Lokalanästhesie wieder entfernt werden.

Chronische sakrale Neuromodulation

Eine chronische sakrale Neuromodulation sollte nur erwogen werden, wenn eine vorangegangene Teststimulation in Form der subchronischen sakralen Neuromodulation nach subjektiven und objektiven Kriterien erfolgreich war. Zwischen der Teststimulation und der Implantation sollte ein Intervall von mindestens 2 Wochen liegen. Dadurch wird einerseits das Infektionsrisiko vermindert, andererseits läßt sich das Wiederauftreten der harntraktspezifischen Symptome abwarten, da bei einigen wenigen Patienten nach subchronischer sakraler Neuromodulation ein Dauereffekt beschrieben und demzufolge kein Implantat notwendig wurde [11].

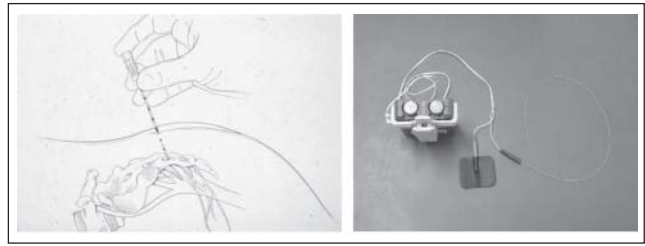


Abbildung 2: Perkutane Punktion des Sakralforamens S3, externer Impulsgeber mit temporärer Elektrode (Nachdruck aus [24], mit Genehmigung des Springer-Verlags)

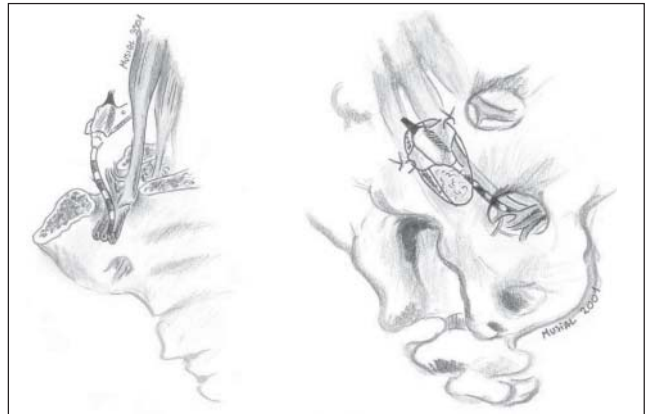


Abbildung 3: Konventionelle Elektrodenlokalisation (links) und Elektrodenpositionierung nach Tailored Laminectomy (Nachdruck aus [24], mit Genehmigung des Springer-Verlags)

Die Originaltechnik der chronischen sakralen Neuromodulation wurde erstmals von Tanagho und Schmidt beschrieben [21, 22] und verwendet eine sog. Quad-Elektrode oder Sakralforamenelektrode, die durch eines der dorsalen S3-Foramina blind in den Sakralkanal eingeführt wird. Durch eine intraoperative Teststimulation wird der adäquate Abstand der Elektrode zum (nicht sichtbaren) Spinalnerv sichergestellt. Das Elektrodenkabel wird anschließend auf der dorsalen Oberfläche des Os sacrum mit Reibungsmanschetten fixiert, die mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial an das Periost und die sakrospinalen Ligamente fixiert werden. Das andere Ende des Elektrodenkabels wird subkutan zur Flanke getunnelt, dort mit einem Verlängerungsstück konnektiert und dieses mit dem subkutan im Hypogastrium implantierten Impulsgeber verbunden. Postoperativ wird der Neuromodulator/-stimulator telemetrisch aktiviert.

Zur Steigerung der Effektivität der sakralen Neuromodulation hat diese Originaltechnik in unterschiedlichen neurologischen Arbeitsgruppen verschiedene Modifikationen erfahren. Die eigene Arbeitsgruppe verwendet eine zweite Quad-Elektrode, die durch das kontralaterale S3-Foramen eingeführt wird und damit über einen Zweikanal-Stimulator eine bilaterale Stimulation erlaubt [23]. Eine weitere Modifikation ist ein invasiveres Verfahren, bei dem eine Laminektomie mit Darstellung der beiden S3-Spinalnerven durchgeführt wird, um diese mit zwei Cuff-Elektroden zu versehen.

Eine dritte Variante, die von der eigenen Gruppe entwickelt und im klinischen Alltag erprobt wurde, stellt die „Tailored Laminectomy“ dar, bei der mit Hilfe eines kleinen Rosenbohrers am Rande der dorsalen Sakralforamina das Os sacrum eröffnet wird (Abb. 3). Die Größe der Laminotomie wird exakt der Größe des Fixationsschuhs,

mit dem die Elektrode anschließend verankert wird, angepaßt. Die Elektroden können anschließend leicht in den Nervenkanal eingeführt werden. Da die Platzierung der Elektroden unter Sicht erfolgt, wird bei dieser Methode ein optimaler Nerv-Elektroden-Kontakt gewährleistet (Abb. 3). Das epidurale Fettgewebe wird bei dieser Modifikation in situ belassen und nicht verletzt, wodurch das Risiko der Ausbildung einer periduralen Fibrose mit konsekutivem Modulationsverlust minimiert wird. Mit nicht resorbierbarem Nahtmaterial werden die Elektroden fixiert (Abb. 3) [24].

Eigene Ergebnisse

Im Zeitraum von Juni 1997 bis Juni 2002 führten wir bei 62 Patienten im Alter von 21 bis 73 Jahren (36 mit Harnretention, 26 mit hyperaktiver Blase) eine subchronische Neuromodulation (PNE-Test: periphere Nerven-Evaluation) mit einer bilateralen Teststimulation über mindestens 3 Tage durch, um festzustellen, welche Patienten für die chronische Neuromodulation geeignet sind. Von diesen Patienten konnte in insgesamt 32 Fällen (51,6 %) nach erfolgreichem PNE-Test ein sakraler Neuromodulator nach der Methode der „Tailored Laminectomy“ implantiert werden.

In beiden Symptomgruppen (hyperaktive Blase (n = 12) vs. Harnretention (n = 20)) kam es postoperativ zu einer subjektiven (Patienteneindruck) und objektiven (Miktionsprotokoll, Urodynamik) Verbesserung der zuvor beklagten Symptomatik. Dabei zeigte sich in der ersten Symptomgruppe (hyperaktive Blase), daß nach der Implantation die Anzahl der Inkontinenzepisoden sowie der Verbrauch von Vorlagen pro Tag um mindestens 85 % gesenkt wurden. Weiterhin konnte die Blasenkapazität gegenüber dem präoperativen Zustand um 154 ml (\pm 49 ml) erhöht und die Compliance verdoppelt werden (Tab. 1).

In der zweiten Symptomgruppe (Harnretention) konnte bei einer Steigerung des maximalen Detrusordrucks von 12 cm H₂O (\pm 5 cm H₂O) auf 34 cm H₂O (\pm 14 cm H₂O) eine mittlere Reduktion des Restharns um 85 % verzeichnet werden. Die postoperativen Restharnwerte von 108 ml (\pm 33 ml) bedeuteten für die Patienten eine deutliche Senkung der Katheterisierungsfrequenz (präoperativer Restharn: 450 ml \pm 89 ml). Die Kontrolle der urodynamischen Parameter bestätigte eine signifikante Verbesserung der Blasenfunktion (Tab. 1 und Abb. 4).

Bei den 32 implantierten Patienten wurden bisher keine Wundheilungsstörungen oder Elektrodendislokationen beobachtet. Bei sechs Patienten entwickelte sich postoperativ ein Serom im Bereich des Impulsgenerators, das sich in allen Fällen spontan zurückbildete. In einem weiteren Fall trat ein Kabelbruch auf, nachdem der Patient mit einem Preßlufthammer arbeitete. Somit lag in unserem Patientenkollektiv die Gesamtrate an interventionsbedürftigen Komplikationen sehr niedrig.

Nach Weiterentwicklung der Elektroden und des Implantationsinstrumentariums ist auch ein zweizeitiges Vorgehen möglich, wobei bereits im ersten Schritt die dauerhaft verbleibenden Elektroden anstelle der Drahtelektroden zur subchronischen sakralen Modulation (Testphase) implantiert werden (s.o.). Bei positivem Modulationseffekt kann in einem zweiten Schritt der Stimulator implantiert werden, ohne daß die Elektroden gewechselt werden müssen. Als weiterer Vorteil dieser minimal invasiven Methode zeichnet sich ab, daß durch dieses Vorgehen die bislang

Tabelle 1: Urodynamische Parameter (prä- und postoperativ) (*p = < 0,05); Compliance = Dehnbarkeit der Harnblase; normal: > 25 ml/cm H₂O

	Initial	Post-OP
Symptomgruppe 1: Follow-up 18,5 Monate (7–33)		
Inkontinenz/24 h	7 \pm 3	1 \pm 0,3*
Vorlagen/24 h	8 \pm 2	1 \pm 1
Blasenkapazität/ml	198 \pm 52	352 \pm 49*
Compliance ml/cmH ₂ O	15 \pm 4	31 \pm 8*
Symptomgruppe 2: Follow-up 16,5 Monate (6–22)		
Maximaler Detrusordruck während		
der Miktions/H ₂ O	12 \pm 5	34 \pm 14*
Restharn/ml	450 \pm 89	108 \pm 33*

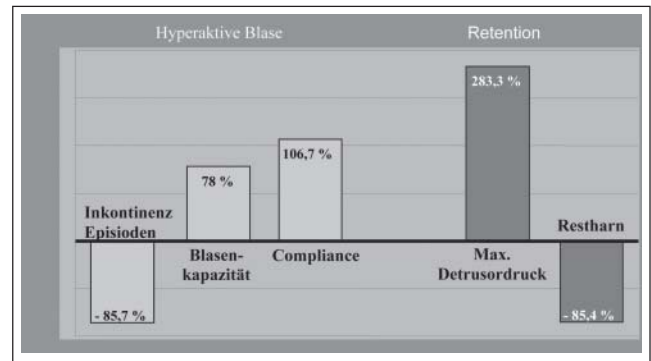


Abbildung 4: Therapieergebnisse nach „Tailored Laminectomy“ mit bilateraler Elektrodenimplantation (Nachdruck aus [24], mit Genehmigung des Springer-Verlags).

ungeklärt hohe Rate an Modulations-Non-Respondern während der subchronischen sakralen Neuromodulation (PNE-Test) auf ein Minimum reduziert werden kann, bei gleichzeitiger Reduktion der Operationsdauer [25, 26].

Komplikationen der sakralen Neuromodulation

Bei der akuten und subchronischen sakralen Neuromodulation ist die Komplikationsrate sehr niedrig. Gelegentlich verspüren die Patienten Schmerzen an der kutanen Einstichstelle der Drahtelektroden oder irritierende Sensationen („Kribbel-Parästhesien“) von einem zu starken Stimulationsstrom.

Für die chronische sakrale Neuromodulation werden Komplikationsraten von 22–43 % [6, 7, 9, 27] und Reoperationsraten von 6–50 % [8, 9, 27] berichtet. Komplikationen der chronischen sakralen Neuromodulation können in operativ bedingte Morbidität und Hardwareprobleme unterteilt werden. Erstere beinhalten Schmerzen an der Implantationsstelle der Elektroden oder des Impulsgebers, Elektrodenmigration, Wundheilungsstörungen und Implantatinfektionen [6]. Hardwareprobleme sind vor allem durch Elektrodenbruch, Isolationsdefekte und Batterieerschöpfung bedingt [6, 9].

Aktueller Stand der sakralen Neuromodulation und Perspektiven

In der Literatur werden die Mißerfolgsraten mit der von Tanagho und Schmidt beschriebenen unilateralen chronischen Stimulation mit bis zu 50 % angegeben [4, 5, 13]. Das heißt, daß Patienten, bei denen der PNE-Test erfolgreich verlaufen war, nach erfolgter Implantation eines sakralen Neuromodulationssystems nicht mehr auf die Sti-

mulation ansprachen. In tierexperimentellen Grundlagenarbeiten wurde von Schultz-Lampel et al. gezeigt, daß durch bilaterale Stimulation eine höhere Ansprechrate gegenüber der unilateralen Stimulation erzielt werden konnte [28]. Dies deckt sich mit unseren klinischen Ergebnissen [23], die eine hohe und zuverlässige Effektivität der bilateralen sakralen Neuromodulation zeigen. Mit der minimal-invasiven Technik der „Tailored Laminectomy“ ist es möglich, eine Laminotomie mit bilateraler Elektrodenplatzierung durchzuführen, die das peridurale Fettgewebe unverletzt läßt und gleichzeitig eine gute Elektrodenfixierung gewährleistet (Abb. 3). Da die Platzierung unter Sicht erfolgt, kann ein optimaler Nerv-Elektroden-Kontakt erzielt und gleichzeitig die Gefahr einer periduralen Fibrose vermieden werden. Auf diese Weise wird der Stimulationsfluß über längere Zeit niedrig gehalten, was sich in einer guten Modulationseffektivität im Langzeitverlauf widerspiegelt (Tab.1 und Abb. 4) [29].

Im Gegensatz zu unseren Ergebnissen bei der chronischen Neuromodulation liegen die Erfolgsraten in der subchronischen Neuromodulation, des PNE-Tests, immer noch zu niedrig. So konnten trotz neuen PNE-Elektroden-Designs und bilateraler Stimulation nur 51,6 % der Patienten positiv getestet und dem chronischen Verfahren, der Implantation eines permanenten Neuromodulators, zugeführt werden. Vergleicht man unsere Ergebnisse mit denen in der Literatur (Mißerfolgsraten bis 75 %) [18, 30], so zeigt sich – bedingt durch die bilaterale Stimulation – zwar eine deutliche Verringerung der PNE-Non-Responder; es bleibt jedoch festzuhalten, daß immer noch knapp 50 % der Patienten der chronischen sakralen Neuromodulation nicht zugeführt werden können, obwohl sie aufgrund der Diagnostik von dem Verfahren profitieren müßten [23]. Erste Ergebnisse des zweizeitigen Implantationsverfahrens, wobei offen implantierte Sakralforamenelektroden primär anstelle der perkutanen Drahtelektroden für die subchronische Neuromodulation benutzt werden, zeigen einen positiven Modulationseffekt bei über 90 % der Patienten [25, 26]. Diese Daten basieren allerdings auf einer niedrigen Fallzahl und einem selektiven Patientengut. Weitergehende Modifikationen des Stimulationsimpulses (QT-Signal vs. Rechteckimpuls) oder Evaluation neuer Parameter zur optimalen Elektrodenpositionierung (urodynamische Aufzeichnung des urethralen Sphinkterdruckes unter akuter sakraler Neuromodulation) zeigen im Tiermodell eine effektive Stimulation [31, 32]. Hierdurch könnte nach erfolgreicher klinischer Evaluation eine weitere Verbesserung der Ansprechrate erreicht werden.

Die Stellung der sakralen Neuromodulation im therapeutischen Algorithmus ist derzeit zwischen der ausgeprägten konservativen Therapie und invasiveren Strategien, wie der Harnableitung, anzusetzen. Durch weiterreichende Grundlagenforschung und Weiterentwicklung der Hardware ist davon auszugehen, daß nicht nur die Indikationsbreite vergrößert werden kann, sondern dieses Verfahren in Konkurrenz zur etablierten pharmakologischen Therapie aufgrund seiner Nebenwirkungsarmut bzw. Nebenwirkungslosigkeit für den Anwender in unserem Patientenkollektiv tritt.

Zum Nachteil für die betroffenen Patienten wirkt sich derzeit die problematische Lage vieler Kliniken aus. Diese sehen sich genötigt, aufgrund des hohen finanziellen und damit verbundenen bürokratischen Aufwandes im Hinblick auf die Kostenerstattung durch die Krankenkassen entweder die Implantationskosten den Patienten direkt in

Rechnung zu stellen oder gänzlich auf diese Therapieoption zu verzichten. Den Patienten wird daher dringend empfohlen, sich vor geplanter sakraler Neuromodulation bei ihrer Krankenkasse nach der Möglichkeit der Kostenübernahme zu erkundigen. Die Autoren hoffen jedoch auf baldige, einheitliche Lösung dieses Problems zum Wohle der Patienten.

Literatur:

- Braun PM, Seif C, van der Horst C, Bannowsky A, Bross S, Jünemann KP. Sakrale Neuromodulation: Patientenselektion und Technik. *Urologe B* 2002; 42: 432–3.
- Griffiths J. Observations on the urinary bladder and urethra. *J Anat Physiol* 1894; 29: 61–83.
- Rockswold GL, Shelley NC, Bradley W. Reevaluation of differential sacral rhizotomy for neurological bladder disease. *J Neurosurg* 1978; 48: 773–8.
- Schmidt RA. Applications of neurostimulation in urology. *NeuroUrol Urodyn* 1988; 7: 585–92.
- Thon WF, Baskin LS, Jonas U, Tanagho EA, Schmidt RA. Neuromodulation of voiding dysfunction and pelvic pain. *World J Urol* 1991; 9: 138–41.
- Dijkema HE, Weil EH, Mijs PT, Janknegt RA. Neuromodulation of sacral nerves for incontinence and voiding dysfunctions. Clinical results and complications. *Eur Urol* 1993; 24: 72–6.
- Shaker H, Hassouna M. Sacral nerve root neuromodulation: an effective treatment for refractory urge incontinence. *J Urol* 1998; 159: 1516–9.
- Elabbady A, Hassouna M, Elhilali M. Neural Stimulation for chronic voiding dysfunctions. *J Urol* 1994; 152: 2076–80.
- Bosch R, Groen J. Sacral (S3) segmental nerve stimulation as a treatment for urge incontinence in patients with detrusor instability: results of chronic electrical stimulation using an implantable neuroprosthesis. *J Urol* 1995; 154: 504–7.
- Jonas U, Grünwald V, Group M-MS. Sacral electrical nerve stimulation for treatment of severe voiding dysfunction. *Eur Urol* 1999; 35: 66.
- Siegel SW. Management of voiding dysfunction with an implantable neuroprosthesis. *Urol Clin North Am* 1992; 19: 163–70.
- Schmidt R, Doggweiler R. Neurostimulation and Neuromodulation: a guide to selecting the right urological patient. *Eur Urol* 1998; 34 (Suppl 1): 23–6.
- Schmidt RA. Treatment of pelvic pain with neuroprostheses. *J Urol* 1988; A 139: 277.
- Koldewijn EL, Rosier PF, Meuleman EJ, Koster AM, Debruyne FM, van Kerrebroeck PE. Predictors of success with neuromodulation in lower urinary tract dysfunction: results of trial stimulation in 100 patients. *J Urol* 1994; 152: 2071–5.
- Matzel KE, Stadelmaier U, Hohenfellner M, Gall FP. Electrical stimulation of the sacral spinal nerves for treatment of fecal incontinence. *Lancet* 1995; 346: 1124–7.
- Matzel KE, Stadelmaier U, Hohenfellner M, Gall FP. Electrical stimulation of the sacral nerves for treatment of incontinence. *Lancet* 1996; 347: 63–4.
- Seif C, Braun PM, Martinez y Portillo FJ, Jünemann KP. Klinische Ergebnisse von 70 PNE-Tests bei Patienten mit Blasenentleerungsstörungen. *Urologe A* 2002; 41 (Suppl 1): 28.
- Hohenfellner M, Dahms SE, Matzel K, Thüroff JW. Sakrale Neuromodulation der Harnblase. *Urologe (A)* 2000; 39: 55–63.
- De Groat W, Ryall R. The identification and characteristics of sacral parasympathetic preganglionic neurones. *J Physiol (Lond)* 1968; 196: 563–77.
- Gleason C. Electrophysical fundamentals of neurostimulation. *World J Urol* 1991; 9: 110–3.
- Schmidt RA, Senn E, Tanagho EA. Functional evaluation of sacral nerve root integrity. *Urology* 1990; 35: 388–92.
- Thon WF, Baskin LS, Jonas U, Tanagho EA, Schmidt RA. Surgical principles of sacral foramen electrode implantation. *World J Urol* 1991; 9: 133–7.
- Braun PM, Eckermann J, Bross S, Martinez Portillo FJ, Jünemann KP, Seif C. Klinische Ergebnisse nach 70 bilateralen peripheren Nervenvaluations-Tests (PNE-Test) bei Patienten mit Harnblasendysfunktionen. *Akt Urol* 2003; 34: 162–5.
- Bannowsky A, Seif C, Sugimoto S, Böhrer G, van der Horst C, Bross S, Alken P, Jünemann KP, Braun PM. Sakrale Neuromodulation in der Behandlung von Funktionsstörungen des unteren Harntrakts. *Urologe [A]* 2003; 42: 1357–65.
- Kiss G, Rehder P, Madersbacher H. Modified PNE-testing with permanent electrodes gives better results. *Eur Urol* 2002; (Suppl 1) 1: 143.

26. Spinelli M, Giardiello G, Arduini A, van der Hombergh U. New percutaneous technique of sacral nerve stimulation has high initial success rate: preliminary results. *Eur Urol* 2003; 43: 70–4.
27. Grünewald V, Höfner K, Kuczyk M, Jonas U. Sacral neuromodulation: long-term results of 55 patients with incontinence and voiding dysfunction. *Eur Urol* 1999; 35: 16.
28. Schultz-Lampel D, Jiang C, Lindström S., Thüroff JW. Neurophysiologische Effekte unilateraler und bilateraler sakraler Neuromodulation. *Akt Urol* 1998; 29: 354–60.
29. Braun PM, Boschert J, Bross S, Scheepe J, Alken P, Jünemann KP. The tailored laminectomy – New technique for neuromodulator implantation. *J Urol* 1999; 162: 1607–9.
30. Carey M, Fynes M, Murray C, Maher C. Sacral nerve root stimulation for lower urinary tract dysfunction: overcoming the problem of lead migration. *BJU Int* 2001; 87: 15–8.
31. Braun PM, Seif C, Bross S, Martinez Portillo FJ, Alken P, Jünemann KP. Stimulation signal modification in a porcine model for suppression of unstable detrusor contractions. *Urology* 2003; 61: 839–44.
32. Bannowsky A, Böhler G, Sugimoto S, Seif C, Klein B, Jünemann KP, Braun PM. Testing of a new parameter for objectification of the most effective electrode position in sacral neuromodulation (SNM) in an animal study. *Urologe [A]* 2003; 42 (Suppl 1): 22.



Dr. med. Andreas Bannowsky

Geboren 1972 in Oldenburg i. O., Studium der Humanmedizin an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Promotion zum Dr. med. 2001 in Kiel. Seit 2000 Assistenzarzt der Klinik für Urologie am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel. Derzeitig Ausbildung zum Facharzt für Urologie am Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel. Leitender wissenschaftlicher Mitarbeiter des neurourologischen Labors der Universitätsklinik Kiel. Seit 2001 Studienbeauftragter im Bereich Uroonkologie der Klinik für Urologie. Studienaufenthalte in New Orleans und Los Angeles (UCLA).

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)