

Lokale Stoßwellenlithotripsie

Zweite Generation der berührungslosen Nierensteinzertrümmerung

Lokal angekoppelte, nach dem elektromagnetischen Wirkprinzip erzeugte Stoßwellen dienen in Verbindung mit einer auf dem neuesten Stand befindlichen Röntgentechnik zur schmerzarmen Behandlung von Nieren- und Harnleitersteinen. Nicht nur die komplette Steindesintegration, sondern auch die Möglichkeit, zusätzlich erforderliche endo-urologische Maßnahmen im Rahmen einer Behandlung durchzuführen, haben zur Entwicklung eines multifunktionellen Steinarbeitsplatzes geführt.

Dirk M. Wilbert,
Hubertus Riedmiller,
Peter Alken und
Rudolf Hohenfellner

Im Zuge der stürmischen Entwicklung neuer Technologien in der Medizin hat die extrakorporale Stoßwellenlithotripsie zur berührungslosen Zertrümmerung von Nierensteinen in wenigen Jahren die Behandlungsmöglichkeiten der Nephrolithiasis entscheidend verändert. Offene Steinooperationen sind an entsprechend ausgerüsteten urologischen Zentren die Ausnahme geworden. Chaussy, Eisenberger und Schmiedt (1, 2) fällt das Verdienst zu, die extrakorporale Stoßwellenlithotripsie (ESWL) als neues Verfahren in die Behandlung der Urolithiasis eingeführt zu haben. Folgerichtige Weiterentwicklungen führten binnen weniger Jahre bereits zur sogenannten zweiten Lithotriptor-Generation.

Als Lithotriptor-Systeme der zweiten Generation werden, im Gegensatz zu den seit einigen Jahren in Betrieb befindlichen Geräten, solche Systeme bezeichnet, die die Stoßwellen nicht mit einem offenen Wasserbehälter in den Körper einkoppeln oder eine schmerzarme, beziehungsweise schmerzfreie, Behandlung erlauben.

Beide Forderungen werden von dem hier vorgestellten Gerät, das sich nach Durchführung umfangreicher Vorversuche von 1986 bis Mitte

1987 in klinischer Erprobung befand, erfüllt.

Multifunktionelle Lithotriptoreinheit

Der dazu erforderliche Lithotriptor (Lithostar) wurde in Kooperation mit der Firma Siemens AG, Erlangen, entwickelt. Grundlage ist ein multifunktionaler urologischer Röntgenschicht, in dessen Fuß die Lithotripsieeinheit integriert ist (*Abbildung 1*). Dadurch ist es nicht nur möglich, Stoßwellenlithotripsien, sondern in Verbindung mit der ESWL oder unabhängig davon auch alle anderen endourologischen Eingriffe der Steinbehandlung sowie allgemeine urologische Diagnostik auf dem gleichen Arbeitsplatz zu betreiben (*Tabelle*). An ESWL-relevanten Eingriffen sind insbesondere der retrograde Ureterenkatheterismus zum Lockern blockierender Harnleitersteine und die in gleicher Anästhesie und unter Röntgenkontrolle durchzuführende Platzierung von inneren Splints zur Vorbeugung desinTEGRATbedingter Stauung und Koli-

ken zu nennen. Für beide Eingriffe ist die Möglichkeit zur Durchleuchtung, wie sie beim Lithostar gegeben ist, unabdingbare Voraussetzung. Daneben lassen sich aber auch andere endo-urologische Eingriffe, wie zum Beispiel die perkutane Litholapaxie oder die Ureterorenoskopie, aufgrund der Verfügbarkeit einer Röntgen-Bildwandler-Einheit auf dem gleichen Arbeitsplatz durchführen. Für Zystoskopien besteht die Möglichkeit, den Patienten mittels Beinstützen in die gewünschte Position zu bringen.

Prinzip der elektromagnetischen Stoßwellenerzeugung

Besonderes Augenmerk während der klinischen Überprüfung galt jedoch der Funktion der Lithotriptoreinheit. Im Gegensatz zu der bisher üblichen Stoßwellenerzeugung durch Funkenstreckenentladung wurde in dem hier beschriebenen Gerät eine neue, bisher nicht im klinischen Betrieb verwendete Stoßwellenerzeugung zum Einsatz gebracht.

Vergleichbar der Funktionsweise eines Lautsprechers arbeitet sie

Urologische Klinik und Poliklinik
(Direktor: Prof. Dr. med. R. Hohenfellner)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

nach dem Prinzip der elektromagnetischen Generation von Schallwellen, wobei eine Metallmembran, an die eine Hochspannung angelegt wird, ausgelenkt und dadurch in einem vorgeschalteten Wassercontainer eine sich zunehmend aufsteilende Stoßwelle erzeugt wird (3). Diese wird über eine sogenannte akustische Linse fokussiert (Abbildung 2). Dadurch wird ein umschriebener Fokusbereich, definiert als Zentrum höchster Energiedichte, erzeugt. Über der Linse befindet sich ein kleiner, wassergefüllter Silikonbalg, der unter Zwischenschaltung eines entsprechenden Koppelmediums zur reflexionsfreien Einkoppelung der Stoßwellen in den Körper dient. Während einer routinemäßigen Behandlung erfolgt die Steinlokalisierung über eine Zwei-Ebenen-Röntgenanlage in Längsrichtung des Patienten. Die erste Ebene arbeitet in a.-p.-Projektion, die zweite Ebene im Winkel von 45 Grad in kaudokranialem Strahlengang (Abbildungen 3a, b, c). Durchleuchtung, Speicheraufnahmen und Kassettenaufnahmen sind möglich.

Zur Optimierung der röntgenologischen Steindarstellung besteht zusätzlich die Möglichkeit der Bildmanipulation in Form einer elektronischen Kontrast- oder Kantenanhebung. Zum Abschluß der Behandlung erfolgt jeweils eine kleinformatige Röntgenaufnahme in a.-p.-Projektion zur Dokumentation des Desintegrationserfolgs.

Die einzelnen Stoßwellenimpulse werden üblicherweise festfrequent, mit etwa 1,6 Hz, unter gleichzeitiger Atemtriggerung appliziert. Im Falle vereinzelter, während der Behandlung auftretender Extrasystolen ist eine zusätzliche EKG-Triggerung möglich.

Ergebnisse

Die Auswertung der unten angegebenen Behandlungen erfolgte für den Zeitraum von Februar 1986 bis Juli 1987. In der Anfangsphase wurde bei erwachsenen Patienten auf Wunsch und bei Kindern obligat eine Allgemeinnarkose, insgesamt bei 48 Patienten (5,2 Prozent), durchge-

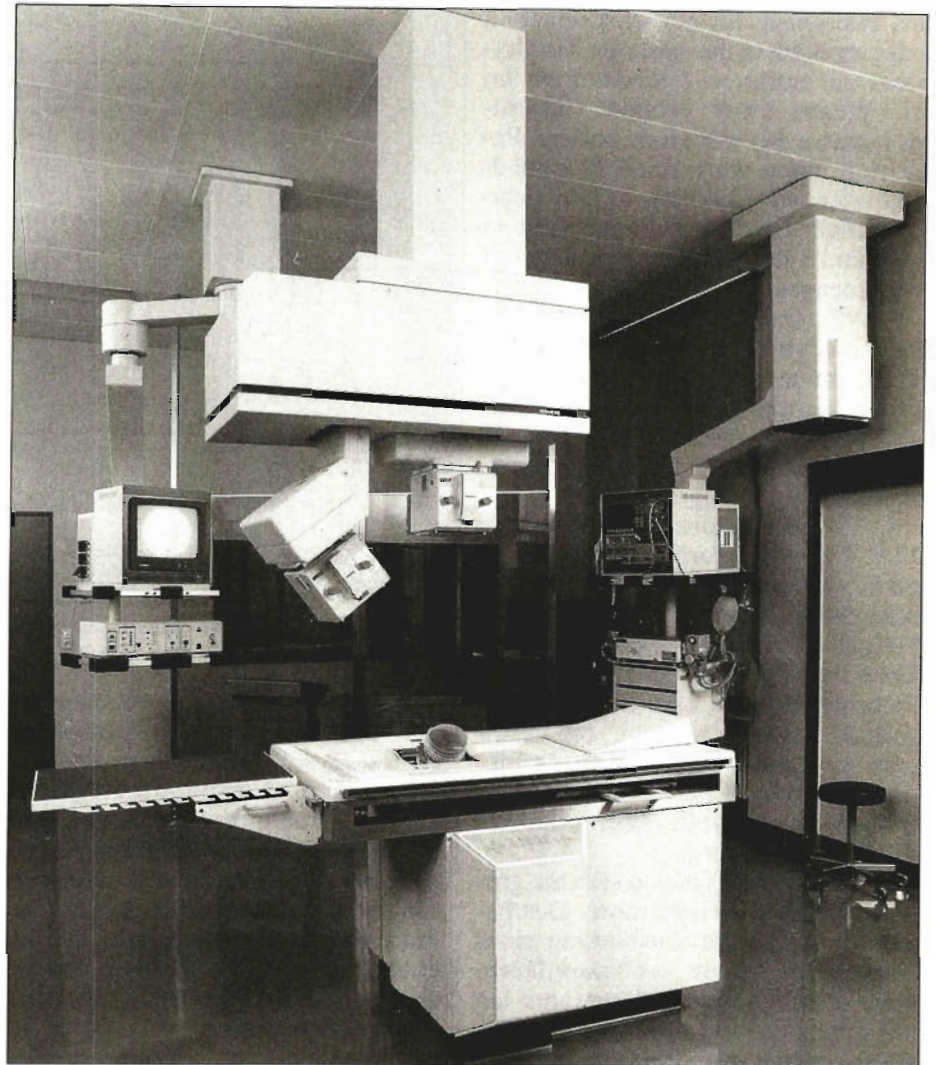


Abbildung 1: Multifunktionelles Lithotriptorsystem der zweiten Generation. In den Tisch ist die doppelt, für links und rechts ausgelegte Stoßwelleneinheit integriert. Über die Deckenaufhängung sind die beiden Röntgenröhren zur Steinlokalisierung in fester Position zum Tisch fixiert

führt. Ansonsten war die häufigst verwandte Anästhesieform die Lokalanästhesie (404 Fälle = 43,4 Prozent), oft in Verbindung mit einer Sedierung oder Analgosedierung. Dies bedeutet die subkutane Infiltration von etwa 10 ml Lidocain (zum Beispiel Xylocain 1prozentig®) sowie bei der Mehrzahl der Patienten die zusätzliche intravenöse Gabe eines Spasmolytikums, Sedativums oder Analgetikums.

Insbesondere bei den Patienten, die einer transurethralen Manipulation vor ESWL bedurften (Legen eines Doppel-J-Katheters, Ureterkatheterisierung), bot sich die Periduralanästhesie an, die bei 390 Behandlungen (41,9 Prozent) zum Ein-

satz kam. In jüngster Zeit wird, ebenso erfolgreich, eine alleinige Analgesie mit 15 bis 30 mg Piritramid i.v. (zum Beispiel Dipidolor®) oder eine völlig anästhesiöse Behandlung bei insgesamt 89 Patienten (9,5 Prozent) eingesetzt. Hier besteht, wie bei der Periduralanästhesie, der Vorteil in der Ansprechbarkeit des Patienten und somit in seiner ständigen Kooperationsbereitschaft. In ausgewählten Fällen ist inzwischen auch eine Behandlung ohne jegliche Anästhesie oder Prämedikation durchgeführt worden.

Bei allen Behandlungen von oberen Harnleitersteinen erfolgte vor ESWL ein Ureterenkatheterismus, um blockierende Steine

ins Nierenbecken zurückzuschieben oder zumindest das gestaute Hohlsystem zu entlasten (Abbildungen 4a, b). Wegen einer großen Gesamtsteinmasse (4) erhielten andere Patienten einen versenkten Doppel-J-Katheter vor Lithotripsie, um postoperativer Obstruktion oder Koliken während des Desintegratabgangs vorzubeugen.

Während 1055 Behandlungen bei 920 Patienten wurden insgesamt 1120 Steine lithotripsiert. 278 Nierenbeckensteine, 578 Kelchsteine, 194 obere Harnleitersteine und 78 distale Harnleitersteine. Die durchschnittliche Steingröße betrug 1,4 cm. Zweitbehandlungen waren in 12,8 Prozent erforderlich, teils geplant wegen großer Steinmasse, teils notwendig wegen ungenügender Steindesintegration während der Erstbehandlung. In 96 Prozent aller Patienten konnte eine Steindesintegration erreicht werden, die, übrigens wie auch nach Steinerztrümmerung mit ultraschallgesteuerten Lithotriptoren, mittels Leeraufnahme dokumentiert wurde.

An der Haut fanden sich nie größere subkutane Hämatome. Das bekannte Risiko der Ausbildung eines perirenal oder subkapsulären, stoßwellenbedingten Hämatoms lag mit knapp 0,5 Prozent sehr niedrig, wobei immer eine konservative Behandlung zur folgenlosen Ausheilung führte. Während des Abgangs von Steinpartikeln traten Koliken in 18,5 Prozent und Fieber in drei Prozent der Patienten nach Lithotripsie

Tabelle: Einsatzspektrum der multifunktionalen Lithotriptoreinheit, gewährleistet durch die Verfügbarkeit einer Zweiebenen-Röntgenanlage mit Bildwandlerkontrolle

1. Lokal angekoppelte extrakorporale Stoßwellenlithotripsie
2. Transurethrale Eingriffe
3. Ureterorenoskopie
4. Perkutane Litholapaxie und Nephrostomie
5. Uroradiologische Routine-diagnostik

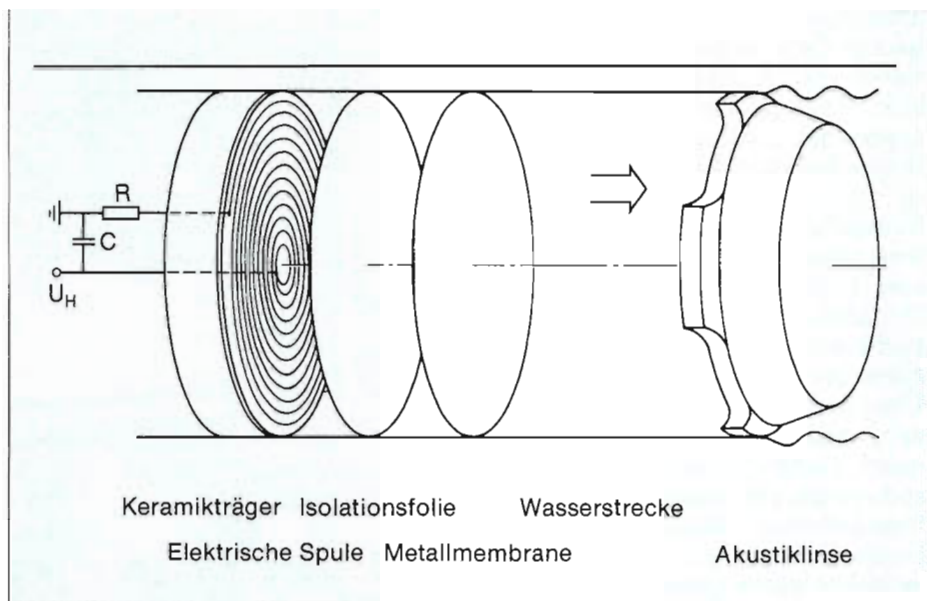


Abbildung 2: Schemazeichnung des Stoßwellenkopfes mit elektromagnetischer Impuls- generation

auf. Begleitende Untersuchungen mit 99 m-Technetium-Perfusionsclearance, 123-Jod-Hippuran-Clearance und Computertomographie zeigten keine morphologischen, sondern lediglich in einem geringen Prozentsatz der Patienten passagere funktionelle Veränderungen nur unmittelbar nach Lithotripsie, die bei entsprechenden Kontrollen bis zu drei Monaten sämtlich nicht mehr nachweisbar waren.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der Behandlung von Kindern gewidmet. In dem angegebenen Zeitraum konnten insgesamt 14 Kinder im Alter von anderthalb bis 14 Jahren erfolgreich einer Stoßwellenlithotripsie unterzogen werden.

Drei Monate nach lokaler Stoßwellenlithotripsie konnten bisher 413 Patienten einer ausführlichen Nachkontrolle unterzogen werden. Dabei zeigte sich eine komplette Steinfreiheit nach Röntgenbefund der Leeraufnahme und sonographischer Kontrolle in 65 Prozent aller Patienten. Bei weiteren 31 Prozent waren noch Restdesintegrate kleiner als 4 mm vorhanden, die als spontan abgangsfähig eingeschätzt wurden, wobei aus der Verlaufsbeobachtung der Patienten noch Steinabgänge bis zu sechs Monaten nach Lithotripsie bekannt wurden. Lediglich in drei Prozent sind nicht spontanabgangsfähige Steinreste verblieben (5). Bei ei-

nem Prozent waren keine auswertbaren Angaben zu erhalten. Während der bisherigen klinischen Überprüfung wurde eine reproduzierbare Steindesintegration erreicht. Die während der Behandlung gelegentlich auftretende, minimale Rosaverfärbung des Urins wird als Zeichen geringer Parenchymbelastung der Niere gewertet und ist durch die nuklearmedizinischen Funktionsprüfungen detailliert belegt.

Schlußfolgerungen

① Durch die Lokalanästhesie, Analgesierung oder, in ausgewählten Fällen, anästhesielose Behandlung steht ein den Patienten wenig belastendes Verfahren zur Verfügung.

② Eventuell erforderliche Zusatzmaßnahmen sind auf dem gleichen Arbeitsplatz durchführbar. Dies gilt insbesondere für die zunehmende Zahl von Akutbehandlungen bei Patienten mit Harnleitersteinen.

③ Die Behandlung von Kindern wird durch die unproblematische Lagerung in Rückenlage wesentlich vereinfacht.

④ Ebenso lassen sich nicht spontanabgangsfähige distale Harnleitersteine mit gutem Erfolg ohne zusätzliche Maßnahmen behandeln.

⑤ Schrittmacherträger sind ebenso wie Risikopatienten nach

den bisherigen Erfahrungen einer Behandlung mit dem elektromagnetischen Lithotriktor zuführbar.

⑥ Weiterhin gelten jedoch die für die ESWL allgemein üblichen Kontraindikationen, nämlich Gerinnungsstörungen und Abflußhindernisse distal des Steins.

Daneben wurden erste extrakorporale Stoßwellenbehandlungen symptomatischer Gallengangskonkremente in Kooperation mit den beteiligten internistischen und chirurgischen Kollegen durchgeführt (6). Auch die Stoßwellenzertrümmerung von Gallenblasensteinen wird im Rahmen erster klinischer Studien betrieben. Dazu wurde ein zusätzlicher Stoßwellenapplikator mit inte-

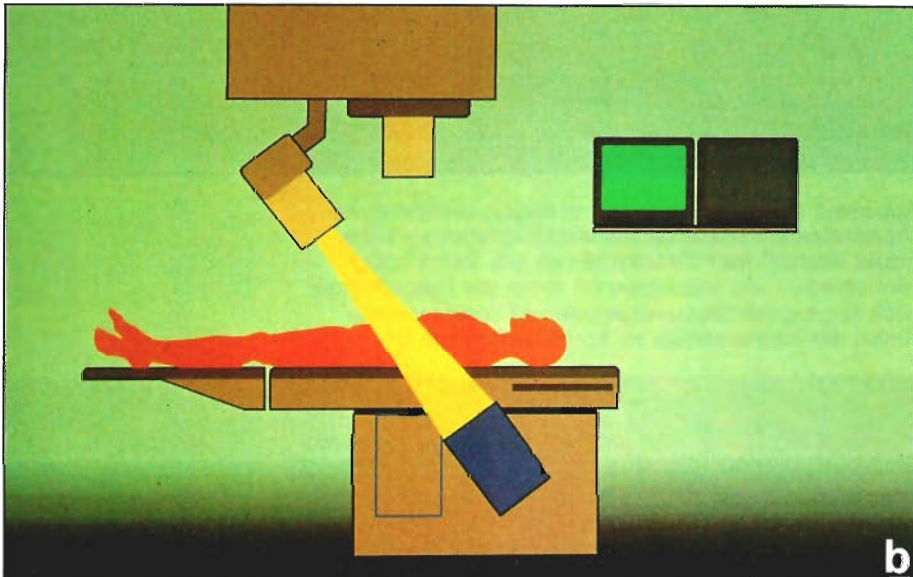
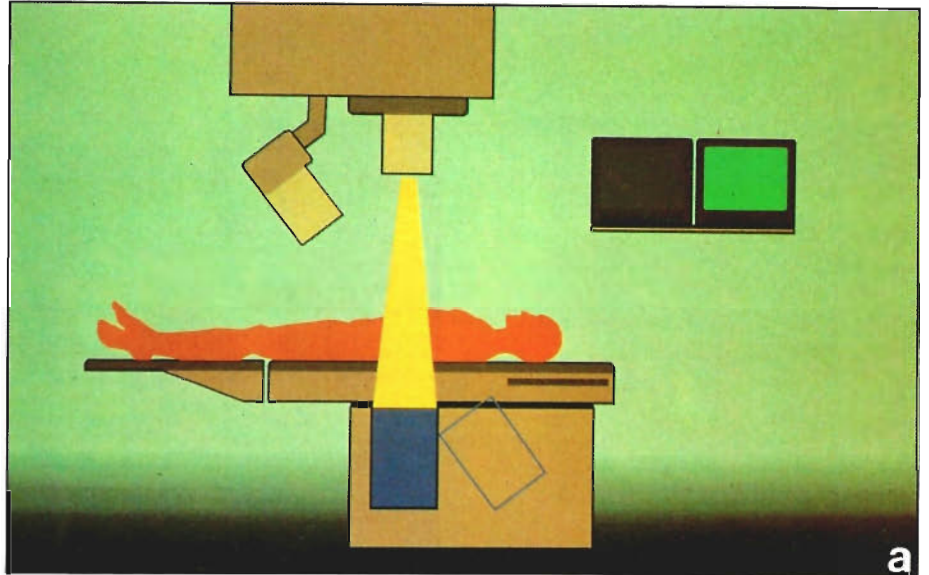
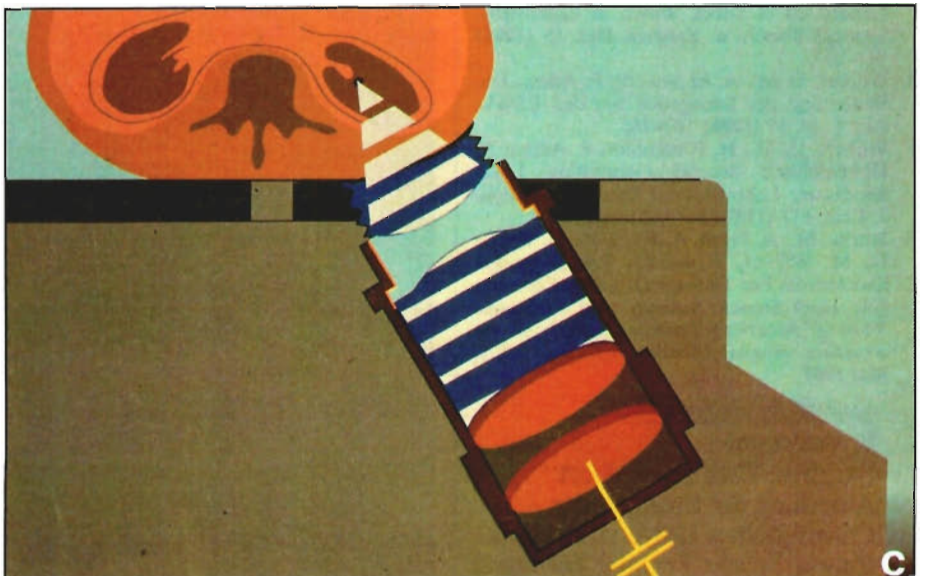
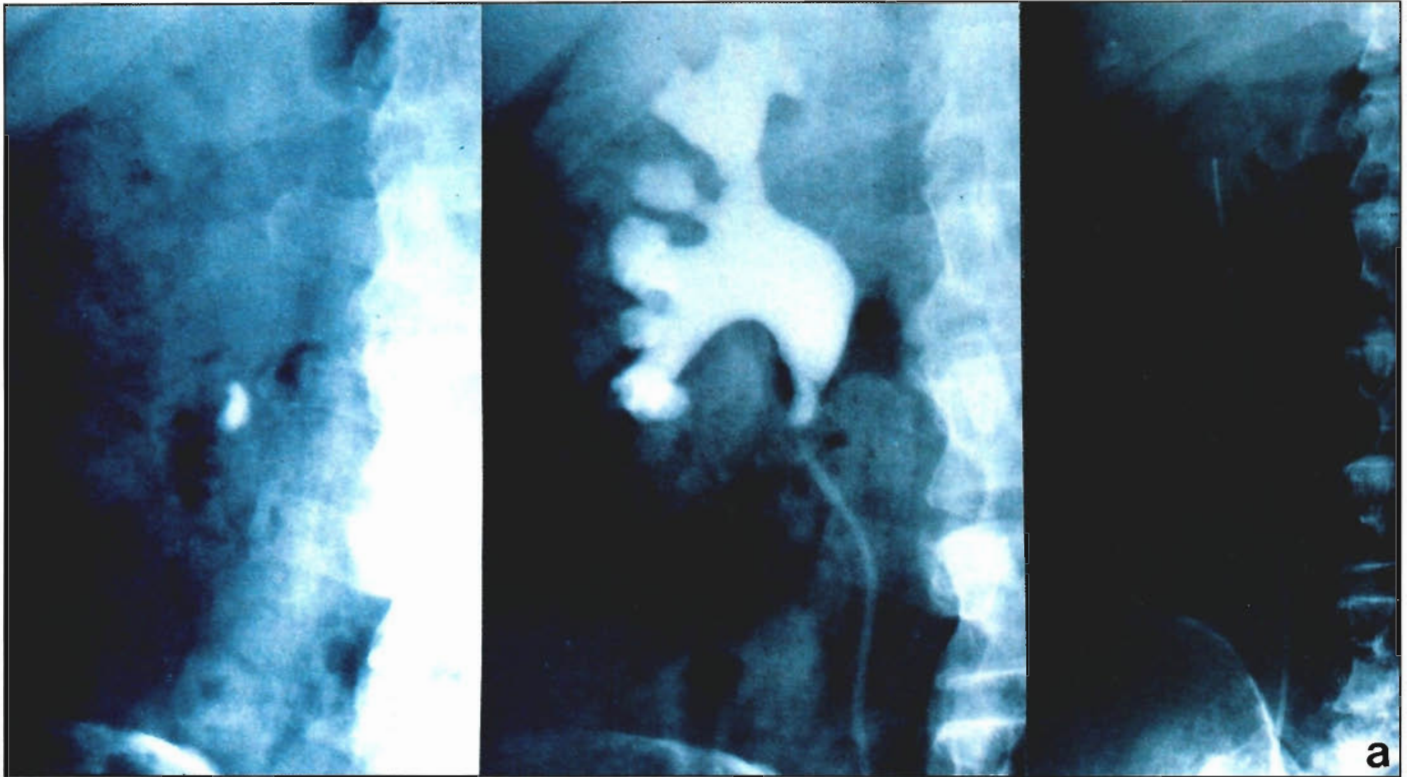


Abbildung 3: (a) Schematische Darstellung des anterior-posterioren Strahlengangs mit deckenfixierter Röntgenröhre und im Tisch befindlichen Bildverstärker zur Steinortung in Körperlängs- und Querachse. (b) Strahlengang der zweiten, schrägen Röntgen-ebene zur Höhenlokalisierung des Nierensteins. (c) Schematische Darstellung eines der beiden symmetrisch angeordneten Stoßwellenköpfe im Querschnitt in angekoppeltem Zustand



grierter Ultraschallortung entwickelt. Für die Behandlung von Nieren- und Harnleitersteinen sind zwischenzeitlich in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt neun Geräte des hier vorgestellten Lithotriptorsystems in Betrieb genommen worden. Weltweit befinden sich mittlerweile etwa 200 Geräte dieses Systems im routinemäßigen Einsatz.

Aufgrund der steigenden Behandlungszahlen im Rahmen der klinischen Studien und im Alltagseinsatz beweisen generell die Lithotriptoren der zweiten Generation immer mehr ihre klinische Einsetzbarkeit unter Betonung verschiedener Schwerpunkte, sei es Anästhesiefreiheit, sei es universelle Einsetzbarkeit



bei zugleich minimierter Belastung des Stoßwellen ausgesetzten Nierengewebes.

Abbildung 4: Beispiel eines rechtsseitigen, blockierenden Uretersteins mit Leeraufnahme und Urogramm vor Lithotripsie, Zustand nach Zurückschieben des Steins in das Nierenbecken und Lithotripsie (a) sowie der Leeraufnahme nach Abgang der Steindesintegrate und ungehindertem Abfluß des Kontrastmittels im Kontroll-Urogramm (b)

Literatur

1. Chaussy, Ch., Hrsg.: Extracorporeal Shock-wave Lithotripsy, Basel, New York, S. Karger Verlag (1987)
2. Eisenberger, F., Ch. Chaussy, K. Wanner: Extrakorporale Anwendung von hochenergetischen Stoßwellen – Ein neuer Aspekt in der Behandlung des Harnsteinleidens. Akt. Urol. 8 (1977) 3–15
3. Reichenberger, H., G. Naser: Electromagnetic Acoustic Source for the Extracorporeal Generation of Shock Waves in Lithotripsy. Siemens Forsch. u. Entwickl.-Ber. 15 (1986) 187–194
4. Wilbert, D. M., A. El Seweifi, P. Alken: Die Bedeutung der Steingröße bei der ESWL, Akt. Urol. 17 (1986) 181–185
5. Wilbert, D. M., H. Riedmiller, P. Alken, R. Hohenfellner: Second Generation Local Shockwave Lithotripsy – Clinical Evaluation. J. Urol. 137 (1987) 144A Abstract 163
6. Staritz, M., A. Floth, A. Rambow, G. Buess, D. M. Wilbert, F. Schild: Extracorporeal Shockwaves For Therapy Of Large Common Bile Duct Stones: Success And Problems. Vortrag: American Gastroenterological Association, Annual Meeting, Chicago, USA, Mai 1987

Anschrift für die Verfasser:

Privatdozent
 Dr. med. Dirk M. Wilbert
 Abteilung für Urologie der
 Chirurgischen Universitätsklinik
 Calwer Straße 7 · 7400 Tübingen

