

Interventionelle Sonographie – ein Rückblick auf die Anfänge

Harald Lutz, Bayreuth

Der Wiener Kongress

1969 wurde in Wien der „1. Weltkongress über Ultraschalldiagnostik in der Medizin“ veranstaltet. Er stand am Ende der eigentlichen Pionierzeit der Ultraschalldiagnostik, die nach dem 2. Weltkrieg begonnen hatte. Damals hatte die Ultraschalldiagnostik schon Eingang in die Augenheilkunde gefunden hatte, sowie auch in die Neurologie (Echo-Enzephalographie zur Feststellung z. B. von intrakraniellen Blutungen mittels A-scan) und Kardiologie (Echo-Kardiographie zur Diagnose von Klappenfehlern mittels TM-scan). Vor allem für Geburtshilfe, Gynäkologie und Innere Medizin, die ein bildgebendes Verfahren benötigen, markierte er zugleich den Anfang einer dann schnell fortschreitenden klinischen Forschung.

Der Kongress ging aus dem ursprünglich geplanten 3. internationalen Kongress der Ultraschalldiagnostik betreibenden Augenärzte (SIDUO III) hervor und wurde von Augenklinikern, Prof. J. Böck als Präsident und Doz. Dr. K. Ossoinig als wissenschaftlicher Sekretär (beide 2. Univ. Augenklinik Wien) geleitet. Die Umwandlung in einen interdisziplinären Weltkongress wurde vorgenommen, da erstmals umfassende Vortragsanmeldungen aus anderen Fachgebieten vorlagen (190 Vorträge insgesamt, davon 48 aus dem Bereich Ophthalmologie, 29 Neurologie, 20 Kardiologie, 19 Geburtshilfe und Gynäkologie und 23 Innere Medizin).

Lediglich 2 Vorträge befassten sich mit der Möglichkeit einer ultraschallgezielten perkutanen Punktion, und doch deuteten diese beiden Vorträge schon das ganze Spektrum der möglichen Punktionsverfahren und der zukünftigen diagnostischen Anwendungen an: A. Kratochwil (1) berichtete über die ultraschallkontrollierte Amniozentese mittels eines speziell konstruierten Biopsieschallkopfes (Abb. 1). U. W. Blauenstein (2) berichtete über die Möglichkeit Tumorknoten in der Leber zu lokalisieren und an Hand von auf die Haut gezeichneten Markierungen (s. Abb. 2) perkutan zu punktieren.

Um diese Vorträge richtig zu bewerten, muss man sich der damals möglichen und üblichen diagnostischen Maßnahmen erinnern. Die relativ einfachen perkutanen Punktionen von größeren Flüssigkeitsansammlungen wurden nach anatomischen Fixpunkten (z. B. Aszitespunktion) oder Perkussion (z. B. Pleurapunktion) durchgeführt. Dies wurde aber bei kleinen Flüssigkeitsansammlungen, Verwachsungen oder Septierung schwierig oder unmöglich. Auch die Punktion eines größeren Organes, wie der Leber bei vermuteter diffuser Erkrankung war bei standardisiertem Vorgehen nach perkutorischer Lokalisation möglich und durch die Entwicklung der Menghini-Nadel 1958 (3) einfach geworden. Dabei galt aber der Tumorverdacht als zumindest relative Kontraindikation. Tumorknoten in der Leber gezielt zu punktieren war so nicht möglich.

Für die Punktion nicht tastbarer Organe oder Teilstrukturen stand als bildgebendes Verfahren nur die klassische Röntgendiagnostik zur Verfügung. Diese war aber problematisch aus mehreren Gründen. So war die Lagebeziehung etwa des zu punktierenden unteren Nierenpols zu anatomischen Fixpunkten, wie der Wirbelsäule messbar, aber nicht der Abstand zur

Hautoberfläche, also die 3. Ebene. Zudem musste eine Restfunktion der Niere zum Einsatz des für ihre Abbildung notwendigen Kontrastmittels vorhanden sein. Zusätzlich war noch der Strahlenschutz für Patient und Personal aufwendig.

Kratochwil beschrieb in seinem Vortrag wie standardisierten Punktionsverfahren durch die Ultraschallkontrolle auch bei ungewöhnlichen Situationen einfacher und sicherer (hier. Vermeidung der Plazenta) durchgeführt werden können. Das sonographische Schnittbildverfahren ermöglicht eine bildliche Darstellung und Vermessung des Punktionsziels in allen 3 Dimensionen. Von G. M. Berlyne (4) wurde daher schon 1961 vorgeschlagen, vor Punktion der Niere ergänzend zum zweidimensionalen röntgenologischen Pyelogramm die Distanz von der Hautoberfläche zum unteren Nierenpol mit dem eindimensionalen Ultraschall A-scan auszumessen. G. Rettenmaier (5) berichtete dann 1970 über die Vorteile des 2-dimensionalen real time Verfahrens, mit dem zusätzlich zu der 3. Ebene auch die atemanhängigen Bewegungsvorgänge der Niere beobachtet werden kann.

Über die Aspirationspunktion tumorverdächtiger Herde hatten erstmals Martin und Ellis berichtet (6). Diese konnte bisher aber nur bei tastbaren, oberflächennahen Prozessen, röntgenologisch gezielt bei Tumoren im Thoraxbereich oder im Rahmen einer (Probe-) Laparotomie gezielt eingesetzt werden.

Blauenstein zeigte mit seiner Präsentation nun erstmals, dass es nicht nur möglich ist, mit Ultraschall verdächtige Läsionen in Organen zu identifizieren, sondern auch diese anschließend zur weiteren Differenzierung gezielt zu biopsieren. Dies war der Anfang der Entwicklung einer relativ einfachen diagnostischen Methode zur Aufdeckung und Differenzierung auch kleinerer, nicht tastbarer, tumorverdächtiger Prozesse. Dabei bestanden zu diesem Zeitpunkt schon gute Erfahrung mit der zytologischen Auswertung mittels perkutaner Punktion aspirierten Materials (z. B. aus Lymphknoten, der Schilddrüse, der Mamma, oder aus Lungentumoren) sowie intraoperativ punktierten tumorösen Läsionen (z. B. des Pankreas).

Zugleich zeigten beide Vorträge die 2 grundsätzlichen Möglichkeiten der Durchführung ultraschallgezielter Punktionen auf. Blauenstein führte die Punktion ohne direkte Beobachtung des Punktionsvorganges selbst nach vorheriger Ausmessung des Punktionszieles und Markierung auf der Haut durch, - quasi eine Art Freihandpunktion (Abb. 2). Kratochwil benützte einen speziellen Punktionsschallkopf (s. Abb. 1). Mit diesem war eine A-scan Darstellung der vorher im langsamen B-Bild dargestellten Strukturen – hier der Plazenta – bei der Punktion möglich (s. Abb. 4).

Die Phase der Einführung des Ultraschalls in die klinische Routine

Die Entwicklung bildgebende Ultraschallverfahren

In den folgenden 10 – 15 Jahren wurde die bildgebende Ultraschalldiagnostik in Form des zweidimensionalen Schnittbildverfahrens zunehmend in nahezu alle medizinischen Fachgebiete eingeführt. Zunächst war das bistabile Compound scan noch der (internationale) Standard, ergänzt mit dem A-scan zur „Struktur“- Analyse. Die Einführung der

Graustufen-Technik (gray scale) ab 1974 bedeutete eine erhebliche Bildverbesserung dieses Systems. Dennoch wurde das langsame Compound-scan-Verfahren zunehmend und etwa 1980 endgültig vom schnellen B-Bild (real time System) abgelöst. Bereits 1965 hatte R. Soldner, Fa. Siemens (7) das Vidoson 635 als erstes mechanisches schnelles B-Bild-Gerät entwickelt, das ab 1970 eine enorme Verbreitung vor allem bei den auf dem Gebiete der Inneren Medizin und Geburtshilfe tätigen Ultraschallern erfuhr. Es folgte 1974 das elektronische Linear-Array Gerät der Fa. ADR. Bis spätestens 1980 hatten schließlich alle relevanten Ultraschallfirmen mechanische - oder elektronische real time Geräte entwickelt. Das schnelle B-Bild (real time) war die technische Voraussetzung für die zunehmend rasche Verbreitung des Ultraschalls in diesen Jahren.

Manche mehr theoretisch orientierte Wissenschaftler sahen in der Weiterentwicklung der Ultraschalldiagnostik die Möglichkeit, Gewebearten und damit benigne von malignen Veränderungen zuverlässig zu unterscheiden. „Tissue Characterization“ war daher ein wesentliches Thema für Sitzungen auf den jetzt regelmäßig stattfindenden internationalen Kongressen. Die ultraschall-gezielte diagnostische Punktion dagegen wurde zunächst in den Zentren der Ultraschalldiagnostik weiter entwickelt. Sie wurde von den klinisch tätigen Ultraschallspezialisten favorisiert als einfaches, risikoarmes Verfahren, eine definitive morphologische Diagnose zu erreichen. Hans Henrik Holm formulierte dies in dem von ihm herausgegebenen Buch „Interventional Ultrasound“ (8) treffend:

„However, when considering the difficulties frequently encountered with conventional microscopy it does not seem likely that tissue characterization with ultrasound or with any other imaging modality will make it possible, with clinically acceptable accuracy, e. g. routinely to distinguish between a benign and a malignant intraabdominal lesion.“

Ultraschallgezielte Punktionen - technische Entwicklung

Technisch gesehen war es einfach, das von Kratochwil vorgestellte Prinzip des Einzelschallkopfes mit zentraler Bohrung für die Compound-scan Geräte zu realisieren (Abb. 3). Biopsie-schallköpfe standen schon kurz nach dem Wiener Kongress für diesen Gerätetyp „kommerziell“ zur Verfügung (9, 10). Sie wurden bei vielen frühen Studien benutzt. Allerdings war diese Punktionstechnik noch relativ umständlich: Zunächst wurde mit dem bistabilen Compound-Scan das Punktionsziel in einer geeigneten Schnittebene langsam, d. h. in mindestens mehreren Sekunden aufgebaut und gespeichert. Nach Markierung der geeigneten Punktionsstelle auf der Haut wurde der sterilisierte Biopsieschallkopf an den Scanner-arm geschraubt und am Markierungspunkt aufgesetzt. Die korrekte Ebene konnte noch einmal mit einem sektor-förmigen Schwenk des Biopsieschallkopfes abgebildet werden. Zur Orientierung stand danach nur das stehende (eingefrorene) B-Bild zur Verfügung. Das Punktionsziel und der Nadelweg waren während der Punktion selbst nur mittels A-scan Darstellung direkt zu beobachten (Abb. 4).

Die Punktion mit dem schnellen B-Bildsystem Vidoson erfolgte „Freihand“: Das Punktionsziel wurde zunächst im B-Bild dargestellt. Der günstigste Zugang wurde mit Hilfe des Schallschattens eines zwischen Schallkopf und Haut gelegten Stäbchens auf der Haut in 2 Ebenen markiert (Abb. 5). Die Punktionstiefe wurde am Bildschirm gemessen und konnte mit

einer Stellschraube auf der Nadel eingestellt werden. Der allerdings unhandliche Vidoson-Schallkopf wurde, wenn möglich, seitlich versetzt aufgesetzt um Punktionsziel und Nadel direkt im B-Bild zu kontrollieren (11). Andere Autoren arbeiteten mit einer seitlich am Vidoson angebrachten Nadelführung, die als Prototyp bei Siemens etwa 1974 entwickelt wurde (12) oder selbst „gebastelt“ wurde (13, Abb. 6a,b).

Dieses Prinzip wurde bei den später entwickelten handlicheren Sektor-Scannern (ohne Wasservorlaufstrecke) übernommen: 1978 wurde von Saitoh und Watanabe mit der Firma Aloka ein Adapter zu einem Sektor-Scanner (Abb. 7) entwickelt (14), der dann kommerziell vertrieben wurde. Etwa gleichzeitig entwickelte auch die Firma Kretz einen Adapter zu ihrem damals in Österreich und Deutschland weit verbreiteten Combison 100.

Ein noch relativ einfaches „homemade“ Linear Array mit zentraler Bohrung (Abb. 8) wurde von H. H. Holm schon ab 1974 eingesetzt, z. B. zur Amniozentese. Bei günstigen Bedingungen war die Nadel im Bild zu sehen. 1976 stellte Pedersen dann die alternative Möglichkeit eines Linear Array Gerätes mit seitlich angebrachter Nadelführung vor (15). Der Winkel war verstellbar (Abb. 9). Kommerziell wurden zu dem Linear Array Gerät SAL 20 der Fa. Toshiba etwa ab 1980 ein spezieller Biopsieschallkopf (Abb. 10) mit einem dreieckigen Punktionskanal, der nach einer Seite zur Einführung der Nadelführung und der Nadeln offen war und eine zum Ultraschallstrahl abgewinkelte Nadelführung erlaubte, entwickelt (16). Mit der zusätzlichen Entwicklung von Einmalnadelführungen aus Plastik wurde dieses Prinzip erfolgreich weiter entwickelt. So konnte der Schallkopf in einer sterilen Hülle eingesetzt werden und die sterile Nadelführung wurde von der Seite her angebracht. Bei beiden Systemen wurde ergänzend der durch die Nadelführung vorgegebene Nadelweg als elektronische Linie im Bild eingezeichnet (s. Abb. 11b).

Parallel zu der Verwendung von speziellen Biopsie-Schallköpfen wurde (und wird) von vielen Untersuchern die Technik der Freihandpunktion beibehalten, zumal die im Vergleich zum Vidoson jetzt leichteren und kleineren Schallköpfen regelmäßig seitlich des Punktionsortes aufgesetzt werden konnten. Die Nadel war so ähnlich gut zu beobachten wie mit einem seitlich angebrachten Adapter (17). Die Handhabung der Geräte war auch im Hinblick auf die Hygiene einfacher (die Schallköpfe mussten nicht zwangsläufig desinfiziert oder steril eingehüllt werden) und es konnten oft kürzere (billigere) Nadeln verwendet werden.

Anfangs wurde aus soliden Tumoren mit dünnen ($\leq 0,7$ mm), biegsamen Nadeln, Typ Chiba-Nadel, Material zur zytologischen Auswertung aspiriert in der von Franzén beschriebenen Technik (18). Verwendet wurde dabei häufig eine spezielle Spritzenhalterung der Fa. Cameco, Schweden, die ein einhändiges Aspirieren ermöglichte. Die Erfahrung mit der zytologischen Analyse der gut erhaltenen aspirierten Zellen war schon früher gerade in skandinavischen Ländern erarbeitet worden (19, 20, 21, 22). Auch die prinzipielle Gleichwertigkeit von Aspirationszytologie und histologischer Biopsie war bereits in früheren Studien nachgewiesen worden, z. B. von Sheila Sherlock 1967 (23) bei Punktionsen der Leber. Spätere Vergleichsstudien bestätigten diese ersten Ergebnisse mit eher einer leichten Überlegenheit der zytologischen Aspiration, etwa im Hinblick auf die Rate der Fehlpunktionsen (24). Dennoch entstand mit der zunehmenden Verbreitung der Ultraschall gezielter Punktionsen solider Tumore der Wunsch auch Gewebe zur histologischen Untersuchung mit dünnen

Nadeln zu gewinnen. Er kam wohl aus dem Kreis der Pathologen, die histologisches Material generell bevorzugten oder zumindest die Art eines malignen Tumors aus histologischen Material besser differenzieren konnten. Daraufhin stellten Isler et al. (25) 1981 eine 22 gauge „cutting“ Nadel vor. Vielfach verwendet wurde ab etwa 1982 eine dann kommerziell erhältliche, abgewandelte Menghini Nadel, die Surecut® Nadel (26), bei der der Zylinder durch Aspiration in der Nadel gehalten wird. Später wurde auch die Tru-Cut-Nadel vielfach eingesetzt, bei der Gewebszylinder abgeschnitten und in einer dann wieder verschlossenen Kammer entfernt werden. Erleichtert wurde die Schneidpunktion durch ergänzend entwickelte Biopsiepistolen, mit denen der Schneidvorgang automatisiert mittels Federkraft nach Spannung und Einstellung der Punktionstiefe erfolgte.

Besonders bei Einsatz der Linear Array Geräte war die Erkennung der Nadelspitze im Gewebe schwierig. Der parallel zur Nadel verlaufende Ultraschallimpuls erzeugte an der glatten Nadeloberfläche keine Rückstreuung, sodass im Bild kein eindeutiges Echo zu sehen war. Daraufhin wurden spezielle Nadeln mit Querrillen an der Spitze entwickelt. Diese verursachten, vergleichbar der Geometrie eines Rückstrahlers am Fahrrad, eine erhebliche (Rück-) Streuung des Schalls und so gut erkennbare Echos. Aber sie waren relativ teuer und auch stärker traumatisierend als Nadeln mit glatter Oberfläche. Handwerklich begabte Untersucher brachten an der Spitze der verwendeten Nadel selbst Kratzer mit einer Feile an, was einen ähnlichen Effekt verursachte. Eine bessere Darstellung war auch bei Nadeln mit einem Kunststoffmantel zu sehen. Sie wiesen andererseits einen höheren (Reibungs-) widerstand bei der Punktion auf. Ergebnisse vergleichender Untersuchungen hinsichtlich der Erkennbarkeit von den verschiedenen Nadeln wurden von Heckemann 1982 (27) mitgeteilt.

Klinische Anwendung

Die klinische Anwendung ultraschallgezielter perkutaner Punktionen war der technischen Entwicklung voraus. Anders ausgedrückt: die rasche Akzeptanz und Verbreitung dieses einfachen diagnostischen (zunächst!) Verfahrens stimulierte die oben beschriebene Entwicklung von speziellen Nadeln, Punktionshilfen und Biopsie-schallköpfen, nicht etwa umgekehrt. Die Ausweitung auf immer neue, kleinere Punktionsziele war dagegen von der Weiterentwicklung der Qualität, d. h. des Auflösungsvermögens der Sonographie an sich abhängig.

Das Interesse galt zunächst vorwiegend der Leber und den Nieren. In ersten Studien mit noch kleinen Fallzahlen ab 1972 konnte schon der Nutzen der ultraschallgezielten Feinnadelpunktion von tumorverdächtigen Läsionen in der Leber nachgewiesen werden mit einer Rate von Fehlpunktionen bis 10%, und keinen falsch positiven Ergebnissen, sowie auch keine schwerwiegenden Komplikationen (11, 28). 1972 berichteten Kristensen et al. (29) über die Feinnadelpunktion solider Nierentumore, 1973 Goldberg (30) über die diagnostische Punktion von Nierenzysten und 1974 Pedersen (31) über die ultraschallgezielte perkutane Punktion des (gestauten) Nierenbeckens zur diagnostischen Klärung (zytologische und mikrobiologische Diagnostik) einschließlich antegrader Pyelographie und Nephrostomie (Abb. 11). 1975 konnten dann Hancke (32) und Smith (33) über die Punktion solider, tumorverdächtiger Pankreasprozesse berichten unter Verwendung eines Compound-scanners mit Punktionsschallkopf. 1976 berichtete Hancke (34) zusätzlich über die Punktion von

Pankraespseudozysten, zunächst aus diagnostischen Gründen. Es folgten 1978 Berichte von Makuuchi über die Punktion des erweiterten Pankreasganges (s. Abb. 12) und die antegrade Cholangiographie, jeweils mit anschließender röntgenologischer Darstellung des Gangsystems (16, 35). Letztlich folgten bis 1985 Berichte, zumindest kasuistisch, über die diagnostische, ultraschallgeführte Punktion von tumorverdächtigen Veränderungen aller abdomineller Regionen, die sonographisch mit infolge der Verbesserung der Geräte zunehmender Sicherheit dargestellt werden konnten.

Am Herzen wurden die ersten sonographisch geleiteten Punktionen schon 1972 von Goldberg (36) durchgeführt. Er verwendete den Biopsie-Schallkopf des Compound-scan Systems mit A-scan Darstellung von Perikardergüssen und den TM-scan zur Beobachtung der Pulsation. 1982 wurde dann die Punktion von peripheren Lungenherden mit real time Geräten beschrieben (37).

Gefäßpunktionen wurden zunächst mit Dopplersonden versucht, als Unterstützung angiographischer Untersuchungen 1973 (38) und zur Platzierung von Kathetern etwa in der V. subclavia oder V. jug. int. 1975 (39). Später wurde auch dazu das zunehmend bessere B-Bild empfohlen (40).

Auf geburtshilflich-gynäkologischem Gebiet stand, wie schon in Wien, die unter Ultraschallkontrolle sicher durchgeführte Amniozentese im Vordergrund (41). Die Punktion gynäkologischer Tumore wurde dagegen wegen mangelnder Indikationen und wegen Bedenken der intraperitonealen Aussaat von Tumorzellen nicht forciert und vorwiegend auf postoperative Situationen (Jensen 1985 – 42), wie die Punktion suspekter retroperitonealer Lymphknoten (43) beschränkt. Auch die Biopsie suspekter Prozesse in der Mamma unter Ultraschallkontrolle wurde erst relativ spät (nach 1990) eingeführt (44).

In dieser Phase der Entwicklung des interventionellen Ultraschalls war das Zentrum zweifellos in Kopenhagen in dem von H. H. Holm geleiteten Ultraschalllabor des Gentofte Hospitals (später Herlev Hospital). Ab 1978 wurden dort internationale Kongresse zu diesem Thema durchgeführt. 1980 gaben Holm und Kristensen ein erstes Buch über Interventionellen Ultraschall heraus (45), dem 1985 das Buch „Interventional Ultrasound“ (8) folgte. Es resümiert gewissermaßen die Entwicklungen der interventionellen Sonographie in den 15 Jahren seit dem Wiener Kongress. Dies bedeutet nicht, dass wichtige Studien und Erkenntnisse nicht an vielen anderen Zentren und von vielen anderen Klinikern durchgeführt und gewonnen wurden. Im Gegenteil entwickelte sich auch diese Sparte der Ultraschalldiagnostik sozusagen multizentrisch. So war die Verbreitung der Methode im deutschsprachigen Raum etwa ab 1980 sehr ausgeprägt und manche Autoren konnten über Erfahrung mit sehr großen Fallzahlen berichten (46). Vielfach wurde die ultraschallgezielte Punktion als integraler Bestandteil der Ultraschalluntersuchung bei Tumorverdacht angesehen und durchgeführt, etwa entsprechend einer Zangenbiopsie bei endoskopischen Untersuchungen. Tatsächlich macht aber die Punktion aus der nicht invasiven Ultraschalluntersuchung ein invasives Verfahren. Insofern muss das, wenn auch sehr geringe Risiko der Methode berücksichtigt werden.

Risiken der Interventionellen Sonographie

Die Risiken einer perkutanen Punktion waren schon vor der Ära der interventionellen Sonographie im Prinzip bekannt und beschrieben (47). Die Diskussion möglicher Risiken begleitete aber die Entwicklung und Verbreitung der interventionellen Sonographie bis heute.

Während die ersten Studien keine schwerwiegenden Nebenwirkungen bei Verwendung von Nadeln mit einem Durchmesser < 1 mm zeigten, wurden im Laufe der Jahre immer wieder vorwiegend kasuistische Mitteilungen ernster Komplikationen und auch Todesfälle (Lit. bei 48 u. 49) bekannt. Beschrieben wurden behandlungswürdige Blutungen und Gallelecks bei Punktionen der Leber, nekrotisierende Pankreatitis bei Pankreaspunktion, Verschleppung infektiösen Materials mit nachfolgender Sepsis. Die daraufhin durchgeführte Umfragen und Literaturstudien zeigten eine Letalitätsrate zwischen 0,001 und 0,096% und Komplikationen bis 0,9% (48, 49, 50, 51, 52, 53).

Ein schwerwiegendes Problem ist die Frage der Aussaat von Tumorzellen in den Punktionskanal. Berichte (Lit. bei 48, 49, 50) über Impfmetastasen bei verschiedenen Tumoren gab es auch hier schon vor der Ära der ultraschallgeführten Punktionen. Holm empfahl zur Vorbeugung die Einführung der eigentlichen Biopsienadel über eine äußere Nadel, die bis zum Punktionsziel bzw. zum Zielorgan vorgeschoben wurde. Diese Führungsnadel wurde damals auch für Mehrfachpunktionen genutzt (45). Er sah aus diesem Grunde auch Vorteile bei der Trucut-Nadel, da hier, der Punktionszylinder „verschlossen“ extrahiert wird. Auch in dieser Frage stehen der Mitteilung einzelner Fälle, die genau analysiert wurden (49) statistische Ergebnisse aus sehr großen Fallzahlen gegenüber, die Impfmetastasen in weniger als 0,017% zeigten. Die Diskussion zu diesem Problem wurde (und wird) dennoch kontrovers weitergeführt, teilweise durchaus emotional. Dies führte schon früh zu einer Stellungnahme zunächst von Grundmann 1979 im Deutschen Ärzteblatt (54) und dann einer offiziellen Stellungnahme des wissenschaftlichen Beirats der Deutschen Ärzteschaft 1980 (55), die eine Metastasenförderung durch diagnostische Punktionen verneinte.

Spätere Entwicklung – Ultraschallgezielte, interventionelle Therapieverfahren

Mitte der neunziger Jahre, also etwa mit dem erwähnten, von H. H. Holm herausgegebenen Buch (8) war die ultraschallgezielte diagnostische Punktion eine akzeptierte und breit angewandte Methode, die schnell und risikoarm zu einer definitiven Diagnose führte. Neue Punktionsziele wurden allenfalls infolge der besseren Auflösung des Ultraschallbildes an sich noch gefunden. Die Diskussion zytologische versus histologische Biopsie wurde mit großen Untersuchungsreihen fortgeführt (56), wobei sich keine Überlegenheit der einen oder anderen Methode zeigte. Die Diskussion über das Risiko der Impfmetastasen hielt ebenfalls an.

Aufwendigere technische Entwicklungen, wie die Überlagerung des B-Bildes mit einem Magnetfeld, das die Nadelposition „live“ zeigt, oder die Anbringung eines US-Senders an der Nadelspitze wurden vorgestellt, fanden aber keine weite Verbreitung.

Wichtig war dagegen die Entwicklung von Punktionsmöglichkeiten für der zunehmend eingesetzte Endosonographie. Eine der ersten endosonographischen Methoden war die transrectale Prostatauntersuchung. Die ultraschallgeführte Punktion der Prostata konnte mit einer geeigneten Führung noch perineal, also perkutan durchgeführt werden (57). Für flexible

Ultraschall-Endoskope, wie sie im Verdauungstrakt eingesetzt wurden, waren aber in die Geräte integrierte Punktionsnadeln notwendig, die ab 1990 zur Verfügung standen.

Geprägt wurde die spätere Phase durch die Entwicklung therapeutischer Verfahren, wobei insbesondere in der Behandlung solider Tumore italienische Autoren eine führende Rolle spielten. Eigentlich begleiteten therapeutische Maßnahmen die interventionelle Sonographie von Anfang an. So ermöglichte die sonographisch kontrollierte Amniozentese die sichere Durchführung intrauteriner Transfusionen, die bereits 1972 von Hansmann (58) beschrieben wurde unter Verwendung des real time Verfahrens, woraus sich letztlich die weitere Entwicklung der interventionellen intrauterinen Therapie entwickelte.

Ultraschallgezielte Punktionen wurden von Anfang an nicht nur zum Nachweis von Flüssigkeitsansammlungen diagnostisch, sondern gegebenenfalls gleich zur therapeutischen Entleerung angewandt. Dadurch wurde die perkutane therapeutische Punktion bei an sich banalen Flüssigkeitsansammlungen, wie Aszites oder Pleuraergüssen erleichtert oder in komplizierten Fällen, z. B. bei Verwachsungen erst möglich. Der „therapeutische“ Wert der Methode zeigte frühzeitig sich bei der Pericardiocentese (36), bei Nephropylotomie (31) und bei postoperativen Flüssigkeitsansammlungen, z. B. Lymphocelen (59). Auch bei der oben beschriebenen Darstellung gestauter Gallengänge wurde eine Drainage, wenn indiziert, angeschlossen (35)

Die diagnostische Punktion von Abszessen im Abdomen erwies sich als risikoarm, wie die FN-Punktionen an sich. Somit lag es nahe die Punktion therapeutisch auszuweiten und festgestellte Abszesse entweder durch einmalige Punktion zu entleeren, zu spülen oder zu drainieren mittels Einlegen von Kathetern, meist entsprechend der Seldinger-technik (60, 61, 62, 63), wobei die größte Schwierigkeit anfangs (ab 1974) war, die chirurgischen Kollegen von der Leistung dieser Verfahren zu überzeugen.

In den frühen Jahren wurde die FN-Punktion von Zysten teilweise noch aus diagnostischen Gründen zum sicheren Ausschluss von Malignomen oder zur Diagnose von Abszessen durchgeführt. Auch dabei wurde versucht die Punktion therapeutisch auszuweiten. Dies gelang bei Pankreaspseudozysten in einzelnen Fällen (34). Oft waren die Pseudozysten noch an das Gangsystem angeschlossen und füllten sich wieder. Hancke entwickelte daher ein Verfahren zur inneren Drainage der Pseudozyste in den Magen mittels Kombination der ultraschallgeführten perkutanen Punktion mit einer Gastroskopie, publiziert 1985 (64). Etwa zur gleichen Zeit begann die Entwicklung eines speziellen Punktionsverfahrens zur Behandlung von Echinokokkuszysten (65, 66) in Tunesien und Italien. Es wurde sinnvollerweise zunächst an Schafen erprobt und schließlich 1996 als P.A.I.R (puncture – aspiration - injection of alcohol – reaspiration) in die „guide-lines“ der WHO über die Behandlung von Echinokokkus cysticus aufgenommen (67).

Versuche echte Zysten mittels einmaliger Punktion definitiv zu behandeln waren meist enttäuschend, da ja ein sezernierendes Epithel an der inneren Oberfläche ihr kennzeichnendes Merkmal ist. So kam der Gedanke auf, dieses Epithel mit hochprozentigem Alkohol oder anderen sklerosierenden Mitteln zu veröden. Erste Publikationen über diese Therapie bei Nierenzysten (68) und der Leber (69, 70) stammen aus den Jahren 1981 bzw. 1989.

Solbiati (71) berichtete 1985 über die erfolgreiche Verödung von vergrößerten Nebenschilddrüsen bei sekundärem Hyperparathyreoidismus mit Alkohol (PEI). Diese Technik wurde zur Behandlung von toxischen Adenomen der Schilddrüse übernommen (73).

Livraghi begann die Behandlung von hepatocellulären Karzinomen und Metastasen mit PEI 1986 (74) und konnte 1995 über die Langzeitergebnisse von 746 Patienten berichten (75). 1991 berichtete dann die von L. Buscarini geleitete Gruppe (76) erstmals über die Hochfrequenz-Thermoablation (RFA) von Lebertumoren. Die Langzeitergebnisse wurden 2001 vorgestellt. Diese Therapieformen sind inzwischen in viele Tumorzentren übernommen worden und werden auch bei Malignomen in anderen Organen versucht.

Ausblick

Die Entwicklung ultraschallgezielter therapeutischer Interventionen erscheint bis heute keinesfalls abgeschlossen. Die guten Erfahrungen mit gezielten Punktionen zur Applikation von Lokalanästhetika, etwa bei orthopädischen Problemen, wie dem Karpaltunnelsyndrom, sind dafür nur ein Beispiel.

Die diagnostischen FN-Punktionen sind ohnehin ein fester Bestandteil in der diagnostischen Palette vieler Fachgebiete. Das anfangs zitierte Statement von H. H. Holm gilt auch heute noch. Die Ultraschalldiagnostik kann selbst in der heutigen Qualität eine mikroskopische, Gewebeanalyse nicht ersetzen, da ja das Ultraschallbild nur ein Abbild der akustischen Eigenschaften des Gewebes bietet. Allerdings kann bei der bemerkenswerten Entwicklung der Methode an sich, aufgrund einer sorgfältigen Betrachtung des B-Bildes und der Gefäßarchitektur mittels Color-Doppler, der Analyse des dynamischen Flusses der Kontrastmittel und der Elastographie doch nicht selten die maligne oder benigne Natur einer Organläsion auf dem klinischen Hintergrund erkannt werden. So kann oder muss dem Patienten die invasive Punktion, auch wenn ihr Risiko minimal ist, in zunehmend vielen Fällen erspart werden. Inwieweit zukünftig die gezielte Applikation von mit Markern versehenen Mikrobläschen die ultraschallgezielten therapeutischen Punktionen ergänzen oder gar verdrängen kann, läßt sich heute noch nicht absehen.