

**Eine Methode zur quantitativen Verlaufskontrolle der
Spülflüssigkeitseinschwemmung bei transurethraler
Prostataresektion (TUR)***

H. Kuni, K. Naber und E. H. Gaul

Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin (Direktor: Prof. Dr. Dr. E. H. Gaul) des
Radiologiezentrums und Urologische Klinik (Direktor: Prof. Dr. G. Rodeck) der
Philipps-Universität Marburg (Lahn)

* 1. durchgesehener Nachdruck aus „Der Urologe, Ausgabe A“, 10. Jahrgang, Heft 6, November 1971, S. 310-314

A Method of Quantitative Recording of Absorption of Irrigating Fluid during Transurethral Prostatic Resection (TUR).

Summary.

The addition of ^{131}I labeled particles of human albumin to the irrigating fluid during transurethral prostatic resection allows a continuous recording of the radioactivity over the patient's lung during the operation thus indicating the intravascular absorption of irrigating fluid. By using the injection of known test doses the method can be quantitated. In addition the extra-vascular absorption of irrigating fluid at the end of the operation can be estimated by direct measurement of radioactivity over the bladder region when this is compared to the activity following the instillation of a known amount of radioactivity into the bladder. Simultaneously, the total absorption of irrigating fluid during resection can be measured by adding ^{133}Xe to the irrigating fluid and by measuring the radioactivity in the patient's expired air during the operation.

This method allows an immediate and quantitative determination of the intra- and extra-vascular absorption of irrigating fluid and the correlation of this to the operative technique and the clinical finding. By measuring the radioactivity indicators over the lung and in the expired air the method has a very high sensitivity.

Zusammenfassung.

Der Zusatz von ^{131}I -Humanalbumin-Partikel zur Spülflüssigkeit bei der transurethralen Prostataresektion erlaubt es durch fortlaufende Messung des Aktivitätsverlaufs über der Lunge, bereits während der Operation den Verlauf der intravasalen Flüssigkeitseinschwemmung zu verfolgen. Durch Applikation einer Eichdosis ist der Verlauf quantitativ auswertbar. Zusätzlich kann die paravasal eingeschwemmte Menge nach Ende der Operation durch direkte Aktivitätsmessung über der Blasenregion erfaßt und durch Vergleichsmessung mit einer in die Blase instillierten Eichdosis quantitativ berechnet werden. Simultan kann durch Zusatz von physikalisch gelöstem ^{133}Xe -Xenongas zur Spülflüssigkeit und fortlaufende Aktivitätsmessung in der Ausatemluft des Probanden die

Gesamteinschwemmung (intravasal und paravasal) während der Operation quantitativ verfolgt werden.

Die Methode erlaubt nicht nur erstmals die unmittelbare quantitative Verlaufsbeobachtung der intra- und paravasalen Spülwassereinschwemmung und ihre Korrelation mit der Operationstechnik und dem klinischen Befund, sondern arbeitet durch die Anreicherung des Indikators über der Lunge bzw. die sehr rasche Ausscheidung aus dem Körper über einen definierten Stoffwechselweg mit einer sehr hohen Nachweisempfindlichkeit.

Einleitung

Wie bereits zahlreiche Autoren angaben, wird bei der TUR Spülflüssigkeit z. T. in solchen Mengen eingeschwemmt, daß ernste klinische Komplikationen auftreten können [1, 2, 4, 5, 7, 10, 11, 13, 15, 17]. An einem großen Krankengut konnte eine Abhängigkeit der Einschwemmung von der Operationsdauer und der Menge resezierten Gewebes sowie vom Blutverlust nachgewiesen werden [3, 8, 12, 16]. Bereits Madsen u. Oester haben mit einer Doppelisotopenmethode gezeigt, daß die i. v. und paravasale Einschwemmung quantitativ außerordentliche Unterschiede aufweisen können [14].

Uns erschien es wesentlich, den Verlauf der i. v. und paravasalen Einschwemmung getrennt quantitativ zu verfolgen, um ihn mit den wesentlichen klinischen Parametern besser korrelieren zu können.

Methode

Der Spülflüssigkeitsvorrat wurde in einem sterilen Glasirrigator von 21,0 l Fassungsvermögen in Form von 5%iger Glukoselösung angesetzt. Als Indikatoren für die verschiedenen Zugangswege setzten wir 60 µCi [2,22 MBq] ^{131}I -Humanalbumin-Partikel und 100 µCi [3,7 MBq] ^{133}Xe -Xenon als in isotonischer Kochsalzlösung physikalisch gelöstes Xenongas zu. Ein steriles Rührwerk sorgte für ständige Durchmischung. Zu Beginn und jeweils nach einem Verbrauch von 5,0 l Spülflüssigkeit wurde mittels eines Dreiwegehahns dem Irrigator eine Probe entnommen. Der Spüldruck betrug ca. 80 cm Wassersäule. Der Patient erhielt zur Blockade der Schilddrüse präoperativ 400 mg Endojodin i. v.

Die fortlaufende Registrierung der eingeschwemmten ^{131}I -Aktivität erfolgte durch einen über der rechten Medioclavicularlinie etwa in Höhe der 4. Rippe aufgesetzten Szintillationsdetektor. Die Achse des Detektors stand in einem Winkel von jeweils 45° zu dem Glasirrigator sowie zum Auffanggefäß für die verbrauchte Spülflüssigkeit auf dem Boden. Verwendet wurde die Siemens-Meßsonde Nukleopan ohne aufgesetzten Kollimator. Die Messung erfolgte im Spektralbereich der 360 keV- γ -Linie mit einer Fensterbreite von 30%. Der Nulleffekt betrug im Durchschnitt 70 Impulse pro Minute. Während der Operation wurde die Aktivität digital mit einer Meßzeit von 1 min. fortlaufend registriert.

Der Patient atmete über eine dicht aufgesetzte Maske und ein Ruben-Ventil Raumluft ein. Die Ausatemluft wurde in eine Meßküvette geleitet, die von zwei in Sandwichform angeordneten Methan-Großflächen-Proportionalzählern begrenzt wurde. Aus der Meßküvette wurde die Atemluft ins Freie abgeführt. Der Inhalt der Meßküvette betrug ca. 1,5 l, die Zähler hatten zusammen 1400 cm² Fläche. Der Sandwich-Zähler wurde liegend angeordnet und seitlich sowie nach oben mit 5 cm Bleiziegel abgeschirmt. Die Impulsrate wurde über ein Ratemeter mit angeschlossenem Linearschreiber fortlaufend registriert und gleichzeitig digital aufsummiert. In regelmäßigen Abständen (in der Regel alle 2 min.) wurden während der Operation die Meßzeit und die bis dahin integrierten Impulse abgelesen. Der Nulleffekt betrug im β -Plateau 1400 Impulse pro Minute.

Die Eichung beider oben beschriebenen Meßanordnungen erfolgte durch die i. v. Injektion von 100 ml Spülflüssigkeit nach Ende der Operation. Bei Untersuchungen ohne simultane Verwendung der Xenon-Meßmethode erfolgte die Eichung auch durch die i. v. Injektion einer Probedosis von ¹³¹I-Humanalbumin-Partikeln, die zuvor ebenso wie die dem Spülwasser zugesetzte Dosis in geometrischer Abschwächung ausgemessen worden war. Sowohl bei der Messung der Injektionsspritzen als auch von Spülflüssigkeitsproben wurde durch kräftiges Schütteln für eine homogene Verteilung der ¹³¹I-Humanalbumin-Partikel gesorgt.

Nach Operationsende wurde die Blase gut gespült und mit einem 8°-Kollimator in 20 und 40 cm Entfernung mit der Achse über dem Oberrand der Symphyse die ¹³¹I-Aktivität registriert. Diese Messungen wurden wiederholt, nachdem 30 μ Ci [1,11 MBq] ¹³¹I-Humanalbumin-Partikel (zuvor in geometrischer Abschwächung ausgemessen) in die Blase instilliert worden waren.

Voruntersuchungen zur Methode und deren Ergebnisse

Zunächst haben wir uns durch fortlaufende Injektion einer jeweils gleichen Menge Humanalbumin-Partikel davon überzeugt, daß der Aktivitätsanstieg über der Lunge proportional erfolgt.

Durch paraprostatiche Injektion von nativem ¹³¹I-Humanalbumin anläßlich einer Prostatabiopsie ergab sich bei direkter Messung über der Blasenregion nach einem plateauartigen Aktivitätsverlauf von 70 bis 80 min eine Verschwindensrate von ca. 120 min

Halbwertszeit. Bei Verfolgen der Blutaktivität fand sich nur ein ganz geringer Aktivitätsanstieg (Verdoppelung des Nulleffektes nach ca. 2 h).

Nach i. v. Injektion von ^{133}Xe fanden wir 20 s später einen raschen Anstieg der Aktivität in der Atemluft. Nach spätestens 4 min war der Ausgangswert (Nulleffekt) wieder erreicht. Direkte Messung mit dem Szintillationszähler unter Benutzung der 80 keV- γ -Linie sowie indirekte Messung über die Aktivitätsexhalation ergaben sowohl bei subkutaner Injektion am Oberschenkel mit Halbwertszeiten von 100 bis 300 min als auch nach paraprostatischer Injektion anlässlich einer Prostatabiopsie mit Halbwertszeiten von 50-65 min einen sehr langsamen Abstrom. Zuvor war jedoch eine rasche Komponente im Abstrom mit einer Halbwertszeit von 4,5 min zu erkennen. Auch bei dieser Komponente fanden sich in der Abstromgeschwindigkeit systematische Unterschiede zwischen dem Oberschenkel und paraprostatischen Raum (Halbwertszeiten ca. 4 bzw. 1,5 min).

Verlaufsmessungen der Aktivität über der Lunge nach Applikation von ^{131}I -Humanalbumin-Partikeln ergaben in Übereinstimmung mit anderen Autoren [9] eine Halbwertszeit von 6-10 h nach einem raschen Frühabfall von 10%.

Die Messung der Flüssigkeitsproben aus dem Glasirrigator ergab einen Abfall der ^{133}Xe -Aktivität von 10-15% während 60 min. Methoden zur Berechnung der Flüssigkeitseinschwemmung

Aus dem Aktivitätsanstieg über der Lunge nach Injektion einer abgemessenen Dosis ^{131}I -Humanalbumin-Partikel (10-15 μCi [370-555 kBq]), und / oder 100 ml Spülflüssigkeit mit ca. 300 nCi [11,1 kBq] sowie aus der bekannten spezifischen Konzentration dieser Partikel in der Spülflüssigkeit konnte im Einzelfall für den Kurvenverlauf des Aktivitätsanstiegs über der Lunge während der Operation die Aktivitätsskala durch eine Skala „intravasale Einschwemmung in Milliliter“ ersetzt werden (s. Abb. 1a).

Die Berechnung der paravasalen Einschwemmung mit Hilfe der direkt über der Blasenregion gemessenen ^{131}I -Aktivität erfolgte getrennt für die Meßabschnitte 20 cm und 40 cm. Auch hier wurde aus der bekannten spezifischen Konzentration der ^{131}I -Humanalbumin-Partikel in der Spülflüssigkeit sowie dem Verhältnis der Aktivitätsdifferenz nach Instillation der bekannten Dosis in die Blase zur während der Operation netto eingelagerten Aktivität die Menge paravasal eingeschwemmter Flüssigkeit berechnet. Nachdem wir nur eine geringe Differenz zwischen den Ergebnissen der 20 cm und 40 cm

Abstandsmessung erhielten, verzichteten wir auf die Berechnung der Aktivitätsschwerpunkte mit Hilfe des geometrischen Abstandsgesetzes im Einzelfall und verwendeten den Mittelwert aus beiden Ergebnissen. Die mittlere Differenz zwischen den beiden Meßwerten betrug 17,6% bei durchschnittlich höheren Ergebnissen der 40 cm Messung.

Ergebnisse

Abb. 1 a gibt einen typischen Kurvenverlauf der ^{131}I -Aktivität über der Lunge während einer TUR wieder. Aus dem Endpunkt der Kurven ergibt sich, daß i. v. Insgesamt 401 l eingeschwenkt wurden. Der Verlauf der Kurve zeigt, daß die Einschwemmung nicht gleichmäßig über die gesamte Operation hin erfolgte, sondern hauptsächlich punktuell zu Ende der Operation, als eine starke venöse Blutung gestillt werden mußte.

Die direkte Messung der paravasalen Einschwemmung über der Blasenregion ergab einen Mittelwert von 98 ml (20 cm: 93 ml, 40 cm 103 ml).

Abb. 2 zeigt die Verlaufskurve der Xenonaktivität desselben Falles. Dargestellt ist sowohl der differentielle Aktivitätsverlauf in der Atemluft als auch das Integral der exhaliierten Aktivität. Entsprechend dem Überwiegen der intravasalen Einschwemmung in diesem Fall entspricht der Verlauf weitgehend dem in Abb. 1 a dargestellten.

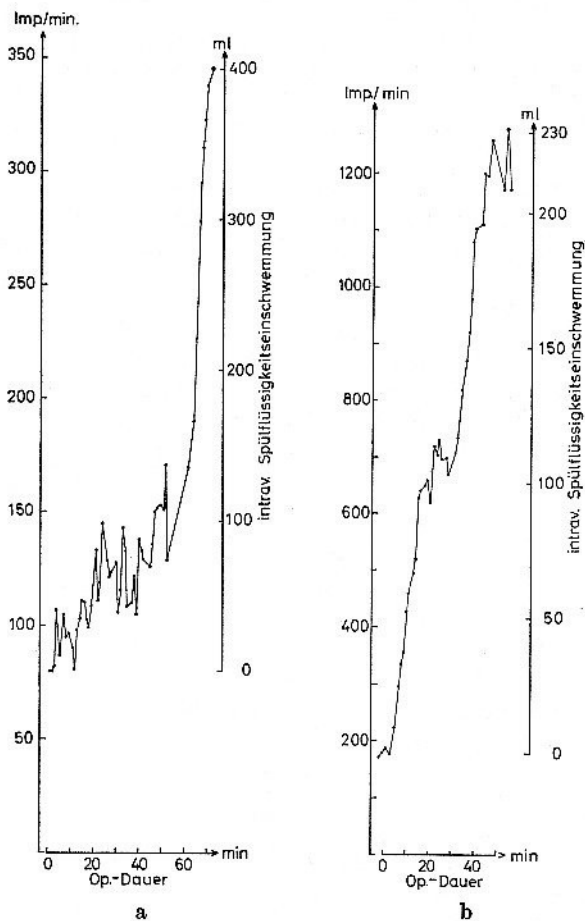


Abb. 1 a und b.: Zwei typische Verläufe der ^{131}I -Aktivität über der Lunge während der TUR. Rechts neben der Kurve der aufgrund der Eichung eingefügte Maßstab für die entsprechende intravasal eingeschwemmte Spülflüssigkeit.

- a Hauptsächliche Einschwemmung gegen OP-Ende.
- b Gleichzeitige Einschwemmung während der gesamten OP. Der flachere Kurvenabschnitt etwa bei OP-Mitte ist auf einen Wechsel des Operateurs zurückzuführen.

In Abb. 1 b wird zur Demonstration eines völlig anderen Verlaufs der i. v. Einschwemmung eine 2. Aktivitätsverlaufskurve über der Lunge demonstriert. Hier steigt die Aktivität praktisch während der gesamten Operation gleichmäßig an. Die passagere Verlangsamung des Aktivitätsanstieges in der Operationsmitte ist auf einen Operateurwechsel

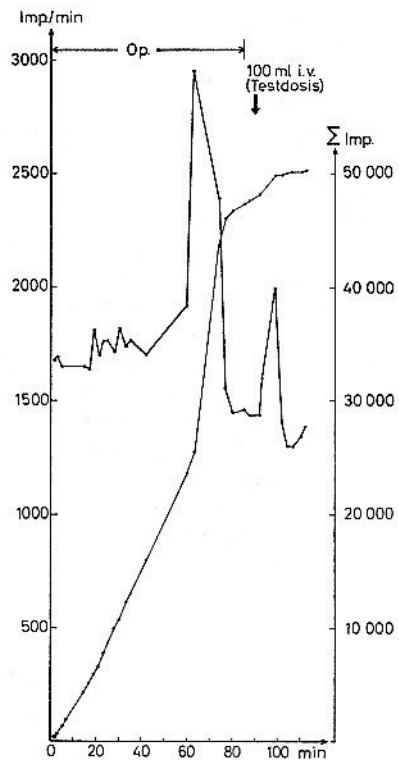


Abb. 2: Verlauf der ^{133}Xe -Aktivität in der Ausatemluft. (starke Linie) sowie das Integral dieser Aktivität (dünne Linie). Erläuterung s. Text

zurückzuführen. Aus dem Endpunkt der Kurve errechnet sich eine i. v. Einschwemmung von 220 ml. Die direkte Messung ergab eine extravasale Einschwemmung von im Mittel 219 ml (20 cm: 215 ml, 40 cm: 224 ml).

Diskussion

Die bereits einleitend zitierten Untersuchungen von Madsen, Knuth u. Wagenknecht haben zwar einen Einfluß der Operationsdauer und der Menge des resezierten Gewebes auf das Ausmaß der gesamten Flüssigkeitseinschwemmung zeigen können, ein signifikantes Ergebnis war aber nur durch Unterteilung eines Krankengutes von über 400 Patienten in zwei große Gruppen zu erreichen [12]. Die Streuung betrug jeweils fast 100% der Mittelwerte. Es müssen deshalb noch andere Faktoren das Ausmaß der Einschwemmung bestimmen. Darüber hinaus haben Madsen und Oester nachweisen können, daß es zwischen der Menge der i. v. und paravasalen Einschwemmung keinen gesetzmäßigen quantitativen Zusammenhang gibt [14]. Um die Zusammenschau der klinischen Beobachtungen mit der Menge eingeschwemmter Flüssigkeit erfolgreicher zu machen, erschien es uns wünschenswert, auch den Verlauf der Einschwemmung zu registrieren und zwar sowohl der intravasalen als auch der paravasalen Einschwemmung. Darüber hinaus erscheint es wünschenswert, diesen zeitlichen Verlauf während der Operation mit dem technischen Vorgehen korrelieren zu können, um daraus evtl. Rückschlüsse für die Operationstechnik selbst gewinnen zu können.

Damit stellten sich für uns an die Methodik zwei Anforderungen:

1. eine zeitlich möglichst eindeutige, direkte, quantitative Anzeige der intravasalen und paravasalen Einschwemmung.
2. eine möglichst hohe Empfindlichkeit der Nachweismethode, um mit geringsten Radionuklidmengen arbeiten zu können.

Die bisherigen Methoden zur Messung der Flüssigkeitseinschwemmung, die mit Radionukliden arbeiten, weisen den Indikator im Plasma bzw. im Urin nach [6, 7, 14, 17]. Taylor u. Mitarb. sowie Griffin u. Mitarb. verwendeten Natriumjodid [7, 17]. Da es sich um ein frei diffusibles Ion handelt, konnte damit nur die Gesamteinschwemmung ohne weitere Differenzierung gemessen werden. Zusätzlich wurde von Griffin u. Mitarb. bereits ohne Flüssigkeitseinschwemmung durch den Konzentrationsgradienten zwischen

Spülflüssigkeit und Körperflüssigkeit nach Eröffnung der Gewebespalträume eine sog. „Kontaktdiffusion“ beobachtet [7]. Schubweise i. v. Einschwemmung konnte von Taylor u. Mitarb. quantitativ bereits während der Operation durch präkordiale Messung nachgewiesen werden [17]. Eine quantitative Bestimmung der Gesamteinschwemmung konnte erst nach der Operation durch Messung der Plasmaproben erfolgen (die Schilddrüse war mit Jodid blockiert worden). Der von Madsen u. Oester [14] verwendete Indikator für die intravasale Einschwemmung, natives Humanalbumin, ermöglicht zwar eine diskrete quantitative Erfassung dieses Einschwemmungsweges und bei der Entnahme mehrerer Plasmaproben in zeitlicher Reihenfolge auch die Beurteilung eines zeitlichen Verlaufs, wie für die Methode von Taylor u. Mitarb. werden aber hier zur Erreichung einer hohen Nachweisempfindlichkeit große Indikatormengen nötig, da sich die Aktivität im gesamten Plasmaraum verdünnt. Demgegenüber bietet die Verwendung von Humanalbumin-Partikeln folgende Vorteile:

1. Der Verlauf der Einschwemmung kann bereits während der Operation quantitativ verfolgt werden. Bei bekannter Dosierung kann auch ohne die Eichung bereits eine grobe Abschätzung der Einschwemmungsmenge erfolgen. Bei Auffälligkeiten im Verlauf kann unmittelbar beim Operateur hinsichtlich des Operationssitus oder technischer Besonderheiten rückgefragt werden.
2. Durch die Integration der Partikel über der Lunge erfolgt eine Konzentration des Indikators anstatt einer Verdünnung. Gleichzeitig ermöglicht die direkte Erfassung der integral eingeschwemmten Aktivität nach einer Eichung die unmittelbare Gleichsetzung mit eingeschwemmter Flüssigkeitsmenge, ohne daß eine Umrechnung über ein berechnetes oder, wie bei anderen Autoren noch häufiger, geschätztes Blut- bzw. Plasmavolumen nötig ist.
3. Nachdem in Voruntersuchungen bereits für natives Humanalbumin bei paravasaler Einschwemmung während der für die übliche Operation relevanten Zeit kein nennenswerter Abtransport aus der Blasenregion zu beobachten war, kann dies für Humanalbumin-Partikel ebenfalls postuliert werden. Damit wird gleichzeitig eine recht exakte Messung der insgesamt paravasal eingeschwemmten Flüssigkeitsmenge möglich.

Die paravasal eingeschwemmte Flüssigkeitsmenge war bisher lediglich indirekt aus der Differenz zwischen Gesamteinschwemmung und intravasaler Einschwemmung zu

erfassen. Dabei entsteht nicht nur ein Fehler durch die indirekte Berechnung, sondern auch durch die Schwierigkeit, die Gesamteinschwemmung präzise zu messen. Sie wurde bislang entweder durch die Gewichtsveränderung des Patienten, durch die Differenz von angesetzter und wiedergewonnener Spülflüssigkeitsmenge [8, 12, 14, 17] oder schließlich mit Hilfe von jodmarkiertem Natrium-lothalamat als Indikator bestimmt [14]. Während die Gewichtsdiﬀerenz selbst relativ genau (bis auf 50 g) festgestellt werden kann, geben hier Unsicherheiten bei der Schätzung der Perspiratio insensibilis, Urinproduktion, Flüssigkeitsaufnahme anderer Art z.B. durch Infusionen usw. als Unsicherheit ein. Die volumetrische Messung der verbrauchten und wieder aufgefangenen Spülflüssigkeit wird beeinträchtigt durch Verschütten einerseits sowie zusätzliche Urinproduktion andererseits als Unbekannte. Der von Madsen und Oester eingesetzte Indikator für die Gesamteinschwemmung hat den Nachteil, daß er auch bei paravasaler Einschwemmung relativ rasch in den intravasalen Raum diﬀundiert und von dort aus ebenso wie der originär intravasal eingeschwemmte Anteil glomerulär abfiltriert wird. Bei Nierengesunden erfolgt die Filtration mit einer Halbwertszeit von 60 bis 90 min so rasch, daß bei kontinuierlicher Einschwemmung bereits während der Operation mit einem nennenswerten Verlust des Indikators per Urin in die Spülflüssigkeit gerechnet werden muß, bei Niereninsuﬃzienz andererseits kann die Ausscheidung so langsam erfolgen, daß innerhalb der gesamten Periode von 24 h der eingeschwemmte Indikator nur sehr unvollständig ausgeschieden wird. Darüber hinaus erfolgt auch hier in jedem Fall eine beachtliche Verdünnung. Der zeitliche Verlauf der paravasalen Einschwemmung war praktisch mit keiner der bisher bekannten Methoden zu erfassen. Deshalb wurde die direkte einmalige Messung der paravasalen Einschwemmung von uns ergänzt durch die Verlaufskontrolle der Gesamteinschwemmung mittels der Xenon-Exhalation. Aus den Diﬀerenzen im Verlauf der intravasalen Einschwemmung und der Gesamteinschwemmung können wir indirekt ein Bild vom zeitlichen Verlauf der paravasalen Einschwemmung gewinnen und in gewissem Umfang auch quantitative Aussagen dazu machen. Die zeitliche Zuordnung wird allerdings durch den verlangsamten Abtransport des Xenons nach paravasaler Einschwemmung beeinträchtigt.

Das langsame Entweichen des Xenon aus der Spülflüssigkeit führt zu einem Abfall der spezifischen Konzentration in der Spülflüssigkeit während der üblichen Operationsdauer (60 min) von 10-15%. Der genaue Konzentrationsabfall kann über regelmäßig entnommene und gasdicht aufbewahrte Flüssigkeitsproben verfolgt und bei der quantitativen

Berechnung berücksichtigt werden. Hinsichtlich der quantitativen Auswertung ist die Xenonmethode mit einem zusätzlichen Nachteil behaftet, da ähnlich wie bei der Verwendung von Natriumjodid nach Eröffnung der Gewebespalträume eine „Kontaktdiffusion“ zu beobachten war. Da aber die durch diese Kontaktdiffusion hervorgerufene Aktivitätsexhalation praktisch während der gesamten Operation als konstant angesehen werden kann, lassen sich zusätzliche Aktivitätseinschwemmungen deutlich abgrenzen (s. Abb. 2). Der Endpunkt der dort gezeigten Kurve gibt den wahren Nulleffekt der Meßapparatur wieder. Der Anfangspunkt der Kurve entspricht der zusätzlichen Aktivität durch Kontaktdiffusion. Dieser erhöhte Aktivitätsspiegel kann als „aktueller Nulleffekt“ während der Operation angesehen werden.

Abschließend sei noch auf die Fehlermöglichkeit hingewiesen, die die Benutzung der Humanalbumin-Partikel mit sich bringen kann. Bei ungeeigneter geometrischer Anordnung kann vom Spülflüssigkeitsvorrat und vom Kanister mit der verbrauchten Spülflüssigkeit eine Erhöhung des Nulleffektes ausgehen, die sich mit dem Spülwasserverbrauch ändert und damit das Meßergebnis überlagert. Bei geeigneter Einstellung läßt sich dieser Fehler jedoch völlig vermeiden. Da die Humanalbumin-Partikel sehr rasch sedimentieren, ist ein ständiges Rühren des Spülflüssigkeitsvorrates ebenso notwendig wie gründliches Aufschütteln der Dosis-spritzen und der Spülflüssigkeitsproben vor einer Messung. Die Halbwertszeit des Abstroms der Partikel aus der Lunge ist so gering, daß wir ihn bei unseren Berechnungen nicht mit einbezogen haben, insbesondere auch deshalb, weil die Haupteinschwemmung in der Regel erst während der zweiten Hälfte der Operation gemessen worden war. Schließlich ist bei Verwendung der bisher handelsüblichen Präparate von Humanalbumin-Partikeln zu beobachten, daß nach einer Einschwemmung die Aktivität um etwa 10% wieder abfällt. Dies ist vermutlich auf eine nur vorübergehende Fixation besonders kleiner Partikel zurückzuführen. Da diese Erscheinung natürlich in gleichem Maße auch für die Eichdosis gilt, spielt dieses Phänomen bei der quantitativen Beurteilung keine Rolle. Ungeachtet dessen wollen wir für die weiteren Untersuchungen ein seit neuem zugängliches Präparat von ^{131}I -markierten metabolisierbaren Eiweiß-Mikrosphären anwenden, da hier die Partikelgröße besser standardisiert ist.

Addendum. Während der Drucklegung dieser Arbeit hatte einer von uns [K. N.] am Veterans Administration Hospital, Madison, USA, Gelegenheit, gemeinsam mit Herrn Prof. P. O. Madsen die Empfindlichkeit unserer Methode mit der Verwendung von nativem

^{131}I -Humanalbumin (HA) zu vergleichen. Je einem Hund wurden 10 Injektionen von jeweils 1 μCi [37 kBq] ^{131}I -HA bzw. 0,3 μCi [13,69 kBq] ^{131}I -makroaggregiertem Humanalbumin („Makroskan^(R)“) (MAA) verabreicht. Die Oberflächenmessung erfolgte links seitlich über dem Thorax. Der Aktivitätszuwachs über dem Thorax nach 1 μCi ^{131}I -HA lag nur geringfügig unter dem nach 0,3 μCi [13,69 kBq] ^{131}I -MAA. Unsere Methode besitzt also eine ca. dreifache höhere Empfindlichkeit. Hinsichtlich der Strahlenbelastung ist weiterhin in Rechnung zu stellen, daß bei der Verwendung von MAA der übrige Körper kaum dem Radionuklid ausgesetzt wird und das ^{131}I -MAA (bei beiden Methoden sei eine blockierte Schilddrüse vorausgesetzt) eine wesentlich kürzere biologische Halbwertszeit hat. Macht ein starker Blutverlust während der Operation eine Volumensubstitution erforderlich, wird dadurch bei der HA-Methode das Ergebnis der Oberflächenmessung entsprechend verfälscht, während es bei der MAA-Methode nicht beeinflusst wird.

Literatur

- [1] Beirne, G. J., Madsen, P. O., Burns, R. O.: J Urol. (Baltimore) **93**,83 (1965).
- [2] Bulkley, G. J., O'Connor, V. J., Sokol, J. K.: J. Amer. Med. Ass. **156**, 1042 (1954).
- [3] Cockelt, A. T. K., Schultz, J., Franks, D.: J. Urol. (Baltimore) **85**, 632 (1961).
- [4] Conger, K. B., Karafin, L.: J. Urol (Baltimore) **78**, 633 (1957).
- [5] Creevy, C. D.: Surgery **39**, 180 (1956).
- [6] Fillman, E. M., Hanson, O. L., Filbert, L. O.: J. Amer. Med. Ass. **171**, 1488 (1959).
- [7] Griffin, M., Dobson, L., Weaver, J. C.: J. Urol. (Baltimore) **74**, 646 (1955).
- [8] Hagstrom, R. S.: J. Urol (Baltimore) **73**, 852 (1955).
- [9] Krüger, J., Ernst, H.: Die Lungenzintigraphie, Fbw. Hoechst 1967.
- [10] Madsen, P. O.: Invest. Urol. 4, **88** (1966).
- [11] Madsen, P. O., Madsen, R. E.: Invest. Urol. **8**, 122 (1965)
- [12] Madsen, P. O., Knuth, O. E. Wagenknecht, L. V.: Urologe **8**, 309 (1969).
- [13] Madsen, P. O. Madsen, R. E.: Z. Urol. **58**, 705 (1965).
- [14] Madsen, P. O., Oester, A.: Urologe **7**, 1120 (1968).
- [15] Maluf, N. S. R., Boren, J. S., Brandes, G. E.: J. Urol. (Baltimore) **75**, 824 (1956).
- [16] Oswald, K., Matis, P.: Med. Welt **17**, 963 (1964).
- [17] Taylor, R. O., Maxson, E. S., Charter, F. H., Bethard, W. F., Prentiss, R. J.: J. Urol. (Baltimore) **79**, 490 (1958)

Priv.-Doz. Dr. H. Kuni

Klinik u. Poliklinik f. Nuklearmedizin des Radiologiezentrums d. Univ. Marburg