

Volumetrie der Schilddrüsenlappen mittels Real-time-Sonographie*¹

J. Brunn, U. Block, G. Ruf, I. Bos, W. P. Kunze und P. C. Scriba

Klinik für Innere Medizin (Direktor: Prof. Dr. P. C. Scriba) und Institut für Pathologie (Direktor: Prof. Dr. A. Gropp) der Medizinischen Hochschule Lüneburg

Im direkten Vergleich mit der durch Submersion ermittelten wahren Schilddrüsengröße wurde bei Leichen mit einem Real-time-Gerät ein Verfahren zur Volumenbestimmung durch sonographische Messungen erarbeitet. Länge mal Breite mal Dicke des Schilddrüsenlappens, multipliziert mit dem Faktor $\frac{\pi}{6}$, entsprechen einem Rotationsellipsoid, während sich bei Multiplikation mit dem optimierten Korrekturfaktor $f = 0,479$ das bestmögliche rechnerische Volumen des Lappens ergibt. Die Richtigkeit dieser Bestimmung ist definitionsgemäß 100%; der durchschnittliche Fehler der Methode beträgt 16%. Die Messungen sind einfach durchzuführen und verlangen keinerlei Zusatzeinrichtungen für Planimetrie oder Rechneroperationen. Die Volumetrie der Schilddrüse ist vor allem zur Therapiebeurteilung und zur Berechnung der Dosis bei einer Radiojodtherapie erforderlich.

Volumetric analysis of thyroid lobes by real-time ultrasound

Thyroid volume as measured by real-time ultrasound in cadavers was compared with direct measurements obtained by submersion. Length \times width \times thickness of the thyroid lobe multiplied by factor $\frac{\pi}{6}$, correspond to a rotation ellipsoid, while the best calculated volume of the lobe is obtained by multiplying with the optimised correction factor $f = 0.479$. The correctness of this calculation is, by definition, 100%; average error of the method is 16%. The measurements are easy to do and require no additional equipment for planimetry or calculations. Volumetric analysis of the thyroid gland is especially necessary in assessing results of treatment and for measuring dosage in connection with radioiodine therapy.

Der Nachweis einer Schilddrüsenvergrößerung erfolgt zuerst durch Palpation und Inspektion. Für epidemiologische Zwecke wird nach der Definition der Weltgesundheitsorganisation (8, 12) in folgende Stadien eingeteilt (gekürzt):

- Stadium 0 = palpatorisch nicht vergrößert,
- Stadium I = palpable Struma, nicht sichtbar bei normaler Kopfhaltung,
- Stadium II = mittlere Struma bei normaler Kopfhaltung sichtbar,
- Stadium III = sehr großer Kropf, aus der Ferne erkennbar.

Diese Einteilung ist für die diagnostische und therapeutische Versorgung des individuellen Patienten meist viel zu grob. Insbesondere erfordert die Größenkontrolle der Schilddrüse während der Therapie, zum Beispiel mit Schilddrüsenhormongaben, und somit die Sicherung des Therapieerfolges genauere Methoden (7, 10). Wesentlich ist auch die Volumenbestimmung der Schilddrüse vor einer Radiojodtherapie, um Aussagen über die nötige Strahlendosis machen zu können (7).

In der Literatur sind mehrere Verfahren zur Volumenbestimmung der Schilddrüse veröffentlicht worden. So gibt es Verfahren, die die Fläche eines Schilddrüsenzinti-

gramms als Grundlage weiterer Berechnungen benutzen (1, 3, 7). In den letzten Jahren hat zunehmend auch die Sonographie (4, 5, 6, 9, 11) Bedeutung bei der Beantwortung dieser Frage gefunden. In diesem Zusammenhang sei besonders auf die Methode von Igl und Mitarbeitern (4–7) verwiesen, die mit einem Compound-Gerät mehrere Schnitte der Schilddrüse darstellten und planimetrisch das Volumen ermittelten.

Mit der Weiterentwicklung der Sonographiesysteme erlaubt auch die Real-time-Sonographie mit hochauflösenden Schallköpfen von 3,5 bis 7,5 MHz eine gute Darstellung der Feinstruktur. Es ist deswegen nicht mehr nötig, die Schilddrüse nur mit Compound-Geräten zu untersuchen. Vorteile des Real-time-Verfahrens sind die Schnelligkeit und auch die Einfachheit der Untersuchung. Wir haben deswegen die Richtigkeit der mit diesem Verfahren möglichen Volumenbestimmung der Schilddrüse untersucht.

Methodik

An 25 Leichen wurden mit einem Real-time-Ultraschallgerät (Combison 100, Kretz-Technik; 3,5-MHz-Schallkopf mit Wasservorlaufstrecke) jeweils der rechte und der linke Schilddrüsenlappen vor der Sektion untersucht (Abbildung 1). Dabei wurden die maximale

* Professor Dr. E. Buchborn zum 60. Geburtstag

¹ Mit Unterstützung durch die Gesellschaft der Freunde und Förderer der Medizinischen Hochschule Lüneburg

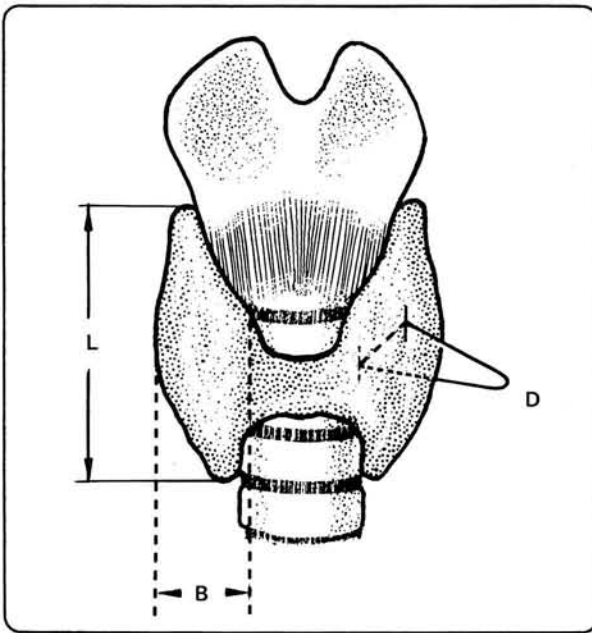


Abb. 1. Schematische Darstellung der Ultraschall- und Linealmessungen. L = Länge, B = Breite, D = Dicke des Schilddrüsenlappens. Sonographisch und mit dem Lineal wurden jeweils die maximale Länge, Breite und Dicke des rechten und linken Schilddrüsenlappens bestimmt. Der Isthmus wurde nicht berücksichtigt. Breite und Dicke wurden im rechten Winkel zueinander gemessen.

Länge, Breite und Dicke der beiden Schilddrüsenlappen einzeln bestimmt. Die Meßgenauigkeit des Gerätes wurde vor unserer Untersuchung auf einfache Art und Weise überprüft: In einem Wasserbad wurden Radiergummis bekannter Größe in unterschiedlichem Abstand zum Schallkopf gehalten und dann sonographisch vermessen. Die Abweichungen der Messungen lagen bei etwa 1 mm.

Nach dem Ausmessen der Schilddrüsenlappen wurde die Sektion durchgeführt und die Schilddrüse freipräpariert. Anschließend wurden die Schilddrüsenhälften noch in situ mit einem Lineal ausgemessen, und wiederum wurden maximale Länge, Dicke und Breite bestimmt. Danach wurde die freipräparierte Schilddrüse entnommen und in der Mitte des Isthmus halbiert. Für jeden Schilddrüsenlappen erfolgte dann die Bestimmung des Volumens durch Submersion in ein Wasserbad. Insgesamt wurden 50 Schilddrüsenlappen ausgemessen.

Ergebnisse

Zunächst wurden die sonographischen Meßstrecken mit den Ergebnissen der Linealmessungen verglichen. Es fanden sich nur sehr geringe Abweichungen um 1–2 mm.

Für die Berechnung des Volumens wurde, wie schon in einer früheren Arbeit (2), das Modell eines Rotationsellipsoids herangezogen. Die mathematische Beziehung lautet:

$$a \cdot b^2 \cdot \frac{\pi}{6} = \text{Volumen}$$

$$\left(\frac{\pi}{6} = 0,524\right)$$

Die Formel wurde dahingehend geändert, daß alle drei Meßstrecken berücksichtigt wurden:

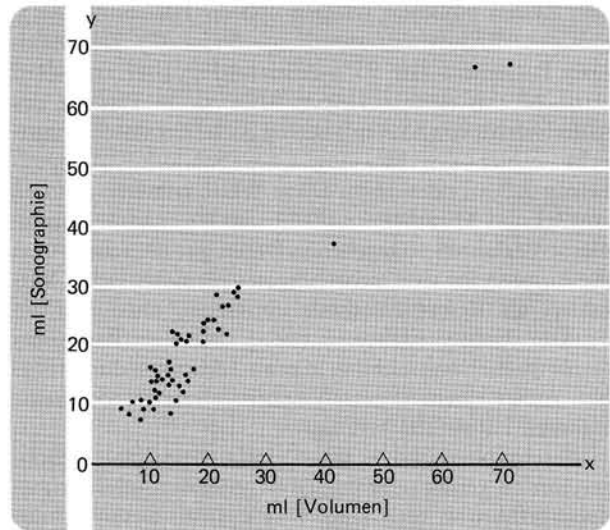


Abb. 2. Korrelation zwischen wahrem, im Wasserbad gemessenem (x) und nach der Formel Länge \times Breite \times Dicke $\times \frac{\pi}{6}$ berechnetem Volumen (y) der Schilddrüsenlappen.

$$\text{Volumen} = a \cdot b \cdot c \cdot \frac{\pi}{6}$$

$$\triangleq \text{Länge} \cdot \text{Breite} \cdot \text{Dicke} \cdot \frac{\pi}{6}$$

Daraufhin wurde das berechnete Volumen des Schilddrüsenlappens, das nach sonographischen Meßwerten und dieser Formel erhalten wurde, zu dem im Wasserbad ermittelten Volumen in Beziehung gesetzt (Abbildung 2). Bei Elimination der drei größten Volumina war die Korrelation $r = 0,881$, $a_{yx} = 0,75$, $b_{yx} = 1,09$. Die drei größten Schilddrüsenlappenvolumina liegen jedoch durchaus im Bereich der extrapolierten Regressionsgeraden.

Aus den Berechnungen ergibt sich, daß die sonographisch gemessene Länge mal Breite mal Dicke der Schilddrüsenlappen, multipliziert mit einem empirisch ermittelten Faktor $f = 0,479 \pm 0,105$ ($\bar{x} \pm s$), dem wahren Volumen der Schilddrüsenlappen entspricht. Dieser empirische Korrekturfaktor weist bei 50 Wertepaaren einen Variationskoeffizienten von 21,9% auf. Das mit Hilfe des empirischen Korrekturfaktors $f = 0,479$ und der sonographischen Meßwerte berechnete »optimale« Volumen (y) zeigt im Vergleich mit dem wahren Volumen (x) die Regressionsgerade $y = 0,68 + 1,0x$, mit dem Korrelationskoeffizienten $r = 0,884$; dabei wurden wieder die drei größten Volumina nicht berücksichtigt, weil sie durch überwichtige Verzerrung sonst einen »zu guten« Korrelationskoeffizienten von $r = 0,965$ bewirken würden.

Diskussion

Hiermit ist unseres Wissens erstmals eine Aussage über die Richtigkeit einer volumetrischen In-vivo-Methode möglich, wenn man von einer Studie absieht, bei welcher

drei Zysten punktiert wurden und die Punktionsflüssigkeit der »Richtigkeitsermittlung« diente (7). Der maximale Fehler auf dem 95%-Niveau (doppelter »standard error of the estimate for y from x« in Prozent des Mittelwertes von 15,5 ml) betrug 35%; der durchschnittliche Fehler der Messung eines Schilddrüsenlappens betrug 2,3 ml oder 16%. Diese Werte stimmen mit den von Igl und Mitarbeitern (7) für das sogenannte kombinierte Verfahren angegebenen Daten gut überein, wobei die Autoren ihr weit aufwendigeres planimetrisches Verfahren als Referenzmethode einsetzten, ohne daß ein direkter Richtigkeitsbeweis vorlag. Mit dem Real-time-Gerät ist die Untersuchung in etwa 2 Minuten durchführbar. Außer einem kleinen Taschenrechner werden keine weiteren Hilfsmittel benötigt.

Einschränkend ist zu sagen, daß unsere Untersuchungen nur an gering oder mäßig vergrößerten Schilddrüsen durchgeführt worden sind. Das kleinste Gesamtschilddrüsenvolumen betrug etwa 15 ml, das größte knapp 140 ml. Es ist deswegen besonders für die Knotenstruma der Größe III mit bizarrer Gestalt vorstellbar, daß die Messungen von drei Strecken in drei Ebenen für jeweils einen Lappen nicht ausreichen. In diesen Fällen müßten große Einzelknoten gesondert ausgemessen und berücksichtigt werden.

Erste Ergebnisse über die sonographisch dokumentierte Rückbildung der Volumina blander Strumen unter Schilddrüsenhormonbehandlung (10) liegen vor und lassen deutlich werden, wie schnell die Verkleinerung erfolgt und daß tatsächlich die vollständige Suppression des TSH-Anstieges beim TRH-Belastungstest therapeutisch erforderlich ist. Eine möglichst zuverlässige Volumenbestimmung ist ferner für die genauere Berechnung der Dosierung bei der Radiojodbehandlung der verschie-

denen Schilddrüsenkrankheiten erforderlich (7). Schließlich konnte der gelegentlich umstrittene Effekt einer »Plummerung« bei der präoperativen Behandlung einer Hyperthyreose vom Typ des Morbus Basedow ein-drucksvoll durch sonographische Dokumentation der Volumenabnahme innerhalb weniger Tage (unveröffentlichte Beobachtung mit W. Igl, München) belegt werden.

Literatur

- (1) Brown, M. C., R. Spencer: Thyroid gland volume estimated by use of ultrasound in addition to scintigraphy. *Acta radiol. (Stockh.)* 17 (1978), 337.
- (2) Brunn, J., G. Ruf: Sonographische Zystometrie. *Dtsch. med. Wschr.* 105 (1980), 1501.
- (3) Himanka, E., L.-G. Larsson: Estimation of thyroid volume. *Acta radiol. (Stockh.)* 43 (1955), 125.
- (4) Igl, W., U. Fink, B. Leisner: Die Kombination von Szintigramm und Sonogramm in der Diagnostik des autonomen Schilddrüsenadenoms. *Nuc. Compact* 10 (1979), 184.
- (5) Igl, W., M. Seiderer, U. Fink, J. Lissner: Quantitative Volumenbestimmung der Schilddrüse mit Hilfe der Sonographie. *Nuc. Compact* 11 (1980), 11.
- (6) Igl, W., U. Fink, B. Leisner, A. Gebauer: Die Ultraschalldiagnostik der Struma. *Therapiewoche* 31 (1981), 1609.
- (7) Igl, W., P. Lukas, B. Leisner, U. Fink, M. Seiderer, C. R. Pickardt, J. Lissner: Sonographische Volumenbestimmung der Schilddrüse. Vergleich mit anderen Methoden. *Nucl. Med.* 20 (1981), 64.
- (8) Klein, E., P. C. Scriba, C. R. Pickardt: Die blande Struma. In Oberdisse, K., E. Klein, D. Reinwein (Hrsg.): Die Krankheiten der Schilddrüse (Thieme: Stuttgart 1980), 493.
- (9) Meissner, J., H. Weiss: Ergebnisse sonographisch-planimetrischer Messungen zur Volumenbestimmung der Schilddrüse. *Dtsch. Ges. Ultraschall, Kongreßband* (Wien, 1977), 270.
- (10) Pickardt, C. R., B. Leisner, W. Igl, P. C. Scriba: Therapie der blanden Struma: Aussichten und differenzierte Indikation. *Verh. dtsch. Ges. inn. Med.* 87 (1981), im Druck.
- (11) Rasmussen, N., L. Hjorth: Determination of the thyroid volume by ultrasonic scanning. *J. clin. Ultrasound* 2 (1974), 143.
- (12) Scriba, P. C.: Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der blanden Struma. *Med. Welt (Stuttg.)* 29 (1978), 1075.

Dr. J. Brunn, U. Block, Dr. G. Ruf, Prof. Dr. P. C. Scriba
Klinik für Innere Medizin

Dr. Ingeborg Bos, Dr. W. P. Kunze
Institut für Pathologie

Medizinische Hochschule
2400 Lübeck, Ratzeburger Allee 160