

Schilddrüsen-Elastografie

Thyroid Elastography

Autor

J. Bojunga

Institut

Medizinische Klinik I, Schwerpunkt Endokrinologie, Diabetologie, Ernährungsmedizin, Universitätsklinikum Frankfurt, Frankfurt am Main

Schlüsselwörter

- Ultraschall
- Schilddrüse
- Elastografie
- Schilddrüsenknoten
- Diagnostik

Key words

- Ultrasound
- Thyroid
- elastography
- thyroid nodules
- diagnostics

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-102524>
 Der Nuklearmediziner 2016;
 39: 172–177
 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York
 ISSN 0723-7065

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Jörg Bojunga
 Medizinische Klinik I
 Schwerpunkt Endokrinologie
 Diabetologie, Ernährungsmedizin
 Universitätsklinikum Frankfurt
 Theodor-Stern-Kai 7
 60590 Frankfurt am Main
 Tel.: +49 69/6301-7731
 Fax: +49 69/6301-6448
 Joerg.Bojunga@kgu.de

Zusammenfassung

Schilddrüsenknoten sind ein häufiger Befund insbesondere in Regionen mit unzureichender Iodversorgung. Ultraschall ist das sensitivste Verfahren zum Nachweis von Schilddrüsenknoten, hat aber eine nicht ausreichende Genauigkeit bei der Unterscheidung zwischen gutartigen und bösartigen Schilddrüsenknoten. Daher ist bei sonografisch auffälligen Knoten in der Sonografie derzeit die Feinnadel-Aspiration-Biopsie (FNAB) diagnostisches Verfahren der Wahl. Dennoch wird bei einer relevanten Anzahl von Patienten mit letztlich gutartigen Schilddrüsenknoten eine Operation mehr aus diagnostischer als aus therapeutischer Intention durchgeführt. Ein klassisches Kriterium der Bösartigkeit ist eine harte oder feste Konsistenz bei Palpation. Bisher war dieses Kriterium subjektiv und abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Mit der Einführung der ultraschallbasierten Elastografie steht eine reproduzierbare Beurteilung der Gewebekonsistenz zur Verfügung. Ziel des vorliegenden Artikels ist eine aktuelle Darstellung der verschiedenen verfügbaren Techniken sowie deren Ergebnisse, sowohl für die Differenzierung von Schilddrüsenknoten als auch für diffuse Schilddrüsenenerkrankungen. Vorteile und Grenzen der Elastografie werden kritisch diskutiert.

Elastografie der Schilddrüse – Rationale und Methoden

Zu den klassischen Kriterien der Malignität von Schilddrüsenknoten zählt eine harte Konsistenz. Palpatorisch ist die Konsistenz jedoch nur bei größeren Knoten [9] sowie intraoperativ valide zu ermitteln. Moderne Ultraschallverfahren ermöglichen mittlerweile die exakte Messung der Gewebehärte. Hierbei unterscheidet man eine sog. Dehnungs- oder strain Elastografie von der Scherwellen- oder shear-wave Elastografie. Bis-

Abstract

Thyroid nodules are a common finding especially in regions with inadequate iodine supply. Ultrasound is an accurate method for the detection of thyroid nodules, but it has a low accuracy for the differentiation between benign and malignant thyroid nodules. Therefore, in patients with normal thyroid stimulating hormone fine-needle-aspiration-biopsy (FNAB) is presently recommended as supplementary diagnostic methods in the evaluation of thyroid nodules. However, a relevant number of patients with the final diagnosis of benign thyroid nodules receive thyroid surgery more for diagnostic than for therapeutic purposes. A classical criterion of malignancy is a hard or firm consistency upon palpation or ultrasound-probe pressure. Previously this attribute was subjective and dependent on the experience of the examiner. With the introduction ultrasound-based elastography a reproducible qualitative assessment of tissue consistency became available. The aim of the present article is to provide an update of the literature on different available techniques and the results reported both for thyroid nodules differentiation and for diffuse thyroid disease evaluation. Advantages and limitations of elastography are also discussed.

her existiert eine europäische Leitlinie zur Anwendung der Elastografie bei Schilddrüsenenerkrankungen [2,7], eine Aktualisierung sowie weitere Leitlinien sind in Vorbereitung. Bei der **strain Elastografie**, die inzwischen in unterschiedlicher Ausarbeitung von fast allen größeren Ultraschallfirmen angeboten wird, wird die relative Gewebehärte durch Unterschiede in der Schallausbreitung zwischen nicht-komprimiertem und komprimiertem Gewebe ermittelt. Die meisten derzeit publizierten Studien verwenden die sog. „Realtime Elastografie“. Dabei

bleibt die Schallausbreitung in nicht komprimierbaren Gewebeabschnitten während eines Kompressionsmannövers weitgehend gleich, während sie sich in komprimierbaren Anteilen ändert. Das Verfahren funktioniert in Echtzeit während der Untersuchung, wobei man in der rechten Hälfte des Ultraschallbilds das gewohnte B-Bild sieht, während im linken Bildteil das elastografische Bild über das B-Bild projiziert wird. Weiche Gewebeabschnitte werden auf einer arbiträren Skala rot, harte blau, dazwischenliegende gelb und grün dargestellt. Neben einer farblichen Darstellung ist auch die quantitative Messung der Komprimierbarkeit eines definierten Areals als Prozentwert als sog. strain-value möglich. Der applizierte Druck, der nur sehr gering und für den Patienten nicht belastend ist, wird dabei auf einer Skala von 0–6 angezeigt und sollte idealerweise bei 3–4 liegen. Das Verfahren ermöglicht eine sehr gute Detailauflösung, sodass auch sehr kleine Strukturen valide untersucht werden können.

Bei der **shear-wave Elastografie** wird eine mechanische oder akustische Welle ins Gewebe ausgesandt und die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Scherwellen im Gewebe gemessen. Je steifer das Gewebe umso schneller ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit. Manche Verfahren messen die Gewebehärte in einer wählbaren „region of interest“ von meist 5 × 5 mm, andere messen diese an jedem Ort über das Parenchym verteilt. Dabei wird die Ausbreitungsgeschwindigkeit je nach Verfahren entweder in m/s angegeben oder die Steifheit durch eine Formel aus Gewebedichte und Ausbreitungsgeschwindigkeit berechnet und in kPa angegeben.

Anwendung der strain Elastografie bei Schilddrüsenknoten

Bei der systematischen elastografischen Untersuchung von Schilddrüsenknoten lassen sich unterschiedliche Elastizitätsmuster erkennen. Die in Studien am häufigsten angewandte Klassifikation unterscheidet 4 Elastizitätsmuster (ES) [1]:

- ▶ ES 1: ausschließlich weicher („grüner“) Knoten
- ▶ ES 2: überwiegend weicher („grüner“) Knoten mit harten („blauen“) Anteilen
- ▶ ES 3: überwiegend harter („blauer“) Knoten mit weichen („grünen“) Anteilen
- ▶ ES 4: ausschließlich harter („blauer“) Knoten

Studien konnten zeigen, dass der Nachweis einer harten Knotenkonsistenz (ES3 und ES4) signifikant häufiger mit Malignität der Schilddrüsenknoten assoziiert ist, während eine weiche Konsistenz eher für Benignität spricht ◉ **Abb. 1-3** [12]. Insbesondere im Vergleich mit etablierten Malignitätskriterien wie Hypoechogenität, Mikrokalzifikationen, fehlender Halo, unscharfe Begrenzung, ovale Form sowie suspekta Vaskularisation hatte der elastografische Nachweis eines harten oder überwiegend harten Knotens die höchste Sensitivität und Spezifität für Malignität. In einer Metaanalyse mit den Einschlusskriterien: Evaluation der Realtime Elastografie für die Differenzierung von Schilddrüsenknoten, Zytologie (FNA) oder Histologie (Operation) als Referenzmethode sowie Beurteilung von Sensitivität und Spezifität der Realtime Elastografie konnten 8 Studien mit insgesamt 639 Schilddrüsenknoten eingeschlossen werden. Die mittlere Sensitivität und Spezifität für die Diagnose eines malignen Schilddrüsenknotens betrug 92 und 90% [4], vergleichbar denen der Feinnadelaspirationszytologie. In der überwiegenden Zahl der Studien zur RTE der Schilddrüsen wurden zunächst nur Patienten mit

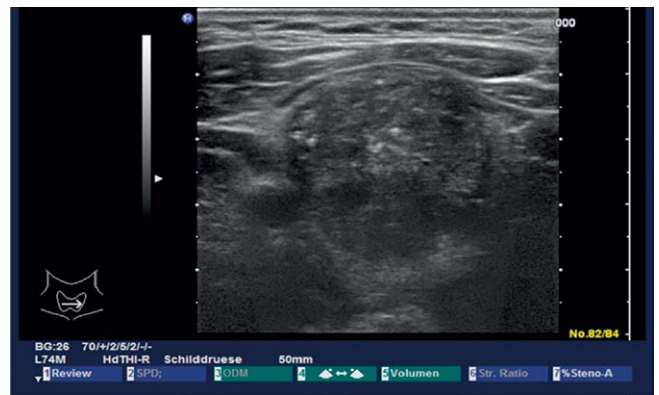


Abb. 1 B-Bild-Sonografie des rechten SD-Lappens mit Nachweis des 3 × 2,8 cm messenden Knotens mit Mikroverkalkungen.

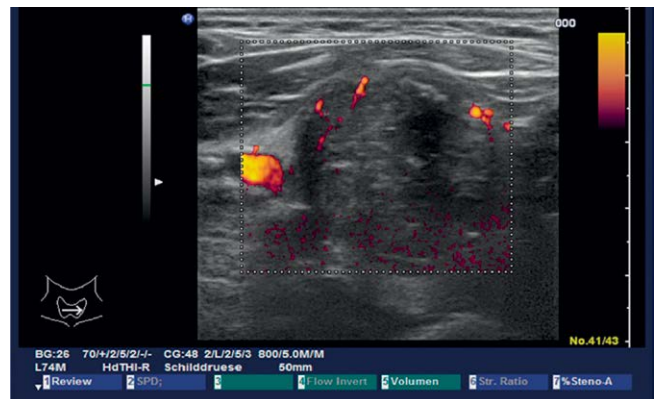


Abb. 2 Power-Doppler-Sonografie des o. g. Schilddrüsenknotens mit Nachweis einer Pattern 2 Vaskularisation.

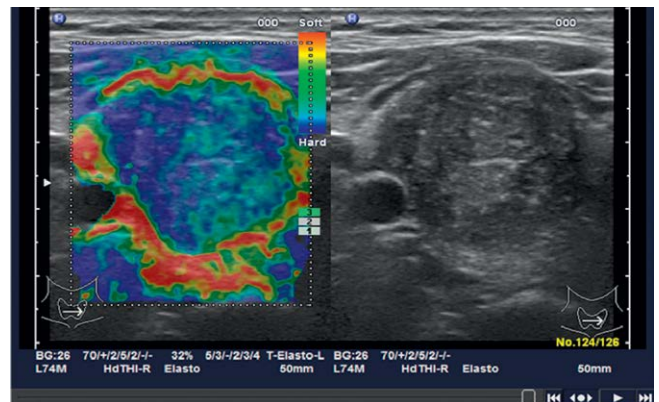


Abb. 3 Realtime Elastografie des o. g. Schilddrüsenknotens mit Nachweis eines Elastizitätsmusters 3 (überwiegend blau = hart).

dominanten Knoten > 1 cm inkludiert. Die RTE besitzt jedoch eine deutliche höhere Auflösung. In einer Studie [31] wurden daher 51 Patienten mit dominanten Knoten der Schilddrüse von 3–10 mm untersucht. Bei insgesamt 32 papillären Mikrokarzinomen zeigte die Elastografie eine Sensitivität von 91%, eine Spezifität von 89% und eine diagnostische Genauigkeit von 90% für die Diagnose papillären Schilddrüsenkarzinoms. Der positive bzw. negative prädiktive Wert betrug 94 bzw. 85%. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit bisheriger Studien unter Einschluss von Knoten > 1 cm. Somit ist die RTE valide einsetzbar bei Schilddrüsenknoten ab einer Größe von 3 mm ◉ **Abb. 4-6**.

Das Verfahren der strain Elastografie wurde zur Charakterisierung von Schilddrüsenknoten ausgiebig wissenschaftlich untersucht. Eine aktuelle Metaanalyse zeigt, dass der NPV der Elastografie bei Nachweis eines weichen oder überwiegend weichen Knotens – d. h. Ausschluss von Malignität – mit 97–99% höher ist als der der FNAC und diese laut Schlussfolgerung der Autoren in diesen Fällen ersetzen kann [21].

Beurteilung der Elastografie: Farbskala oder Strain Value?

Die Realtime Elastografie ergibt in Echtzeit ein dem B-Bild überlagertes Farbbild eines Farbverlaufs von rot nach blau. Zur Einteilung der gemessenen Gewebehärte wird meist eine Farbvergleichsskala, wie oben erwähnt verwandt. Hierfür existieren unterschiedliche Einteilungen, teils in 4- teils auch in 6-stufigen Skalen. Die Bewertung der Gewebehärte im RTE-Bild ist damit in gewissem Maße untersucherabhängig. Neben der Darstellung der Farbverlaufsskala können jedoch in definierten Arealen (region of interest) Messwerte für die Komprimierbarkeit von Gewebe in Prozent als sog. „strain value“ herausgegeben werden. Dieser Wert kann auch ins Verhältnis zum strain value gesunden Schilddrüsenorgans gesetzt werden und wird dann als „strain ratio“ bezeichnet.

Eine größere Studie an ausschließlich chirurgisch therapierten Patienten mit Schilddrüsenkrankungen hat unter Verwendung des strain values und Einteilung in die Kategorien „hart“, „mittel“ und „weich“ [30] insb. einen sehr guten negativ prädiktiven Wert der Methode nachgewiesen. In einer kleineren Studie an 99 Patienten mit 32 Schilddrüsenmalignomen [22] zeigte der Vergleich von strain value mit einem semiquantitativen Elastizitätsscore eine vergleichbare Sensitivität bei etwas besserer Spezifität des strain values gegenüber dem ES (AUROC 0,88 vs. 0,79).

Strain Elastografie – eine Zusatzinformation zum B-Bild?

Zahlreiche Studien haben die Frage untersucht, ob die USE überhaupt eine Zusatzinformation zum qualifizierten konventionellen US bietet. In einer größeren prospektiven Studie konnten mittels konventionellem US 84,9% der Knoten richtig als maligne erkannt werden. Durch Hinzunahme wurde die Sensitivität auf 96,8% gesteigert, d. h. es wurden 12% mehr Karzinome durch die Hinzunahme der USE diagnostiziert [29].

Auch wenn nicht alle Studien dieses Ergebnis reproduzieren konnten [20], bestätigt eine große Metaanalyse den Zusatznutzen der USE zur B-Bild-Sonografie [25]. In einer Auswertung von 24 Studien mit mehr als 2624 Patienten und 3531 Schilddrüsenknoten (927 bösartige und 2604 gutartige) wurden 6 Ultraschall-Kriterien (Echogenität, Verkalkungen, Ränder, Halozeichen, Form und Farbdoppler) mit der USE verglichen. Die Sensitivitäten und Spezifitäten waren wie folgt: strain ratio 82 und 82%; strain value 89 und 82%; echoarm 78 und 55%; Mikroverkalkungen 50 und 80%; unregelmäßige Ränder 66 und 81%; fehlendes Halozeichen 56 und 57%; „taller than wide“ 46 und 77%; und intranoduläre Vaskularisierung 40 und 61%. Die Autoren folgerten, dass USE sowohl sensitiver als auch spezifischer als jedes der konventionellen Ultraschall-Kriterien ist [25]. Auch in einer aktuellen Metaanalyse zeigt sich, dass mittels USE gemessene



Abb. 4 B-Bild-Sonografie des rechten Schilddrüsenlappens mit Nachweis eines 6 × 4 mm messenden schwächer echogenen Knotens dorso-lateral.

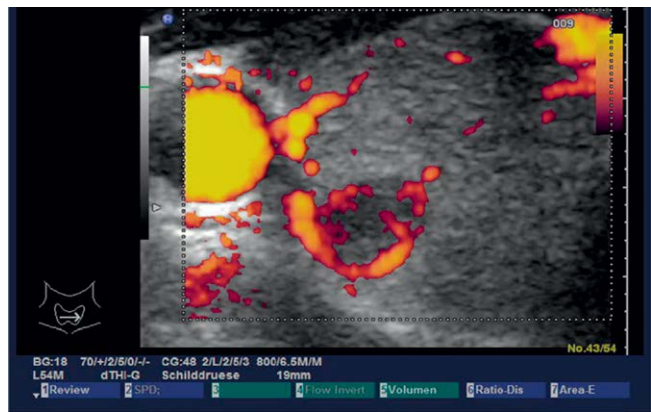


Abb. 5 Power-Doppler-Sonografie des o.g. Schilddrüsenknotens mit Nachweis einer Pattern-2 Vaskularisation.

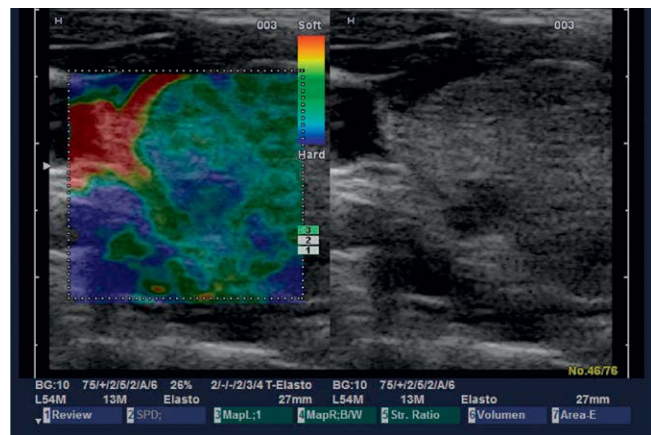


Abb. 6 Realtime Elastografie des o.g. Schilddrüsenknotens mit Nachweis eines Elastizitätsmusters 3 (überwiegend blau = hart).

sene Knotenelastizität zu einem der 4 wichtigsten US-Kriterien für Malignität zählt [26].

Auch im Vergleich zu standardisierten US-Befunderhebungen wie TIRADS [14] ist die USE vergleichbar sensitiv, jedoch deutlich spezifischer [10]. In der Praxis bedeutet dies, dass mehr benigne Knoten richtigerweise als benigne eingestuft werden. Zudem zeigt die USE gegenüber TIRADS eine erheblich bessere Interobserver-Reproduzierbarkeit [10].

Elastografie bei nicht-diagnostischer oder unklarer Zytologie

Nicht-diagnostische Punktionen sowie Zytologien mit unklarer Dignität sind wichtige Limitierungen der FNAC. In Knoten mit einer Thy-3-Zytologie war ein ES score von 1 hoch prädiktiv für gutartige Läsionen, dieser fand sich in 102 von 111 gutartigen Knoten und nur in einem von 31 Karzinomen [24]. Durch die Kombination der ES scores 2 und 3 hatte die USE eine Sensitivität von 96,8% und eine Spezifität von 91,8%. In Knoten mit nicht-diagnostischer Zytologie zeigte sich ein ES score von in 39 von 45 gutartigen Knoten und in nur einer der 8 Karzinome. Durch die Kombination der ES scores 2 und 3 hatte die USE eine Sensitivität von 87,5% und eine Spezifität von 86,7% [24]. Auch eine aktuelle Studie wies einen Zusatznutzen der Elastografie bei Thy-3-Zytologie nach [6]. Höhere strain ratios wurden in bösartigen Knoten gefunden mit einem optimalen Cut-off von 2,09 in der ROC-Analyse. USE mit strain ratio zeigte eine 90,6% Sensitivität, 93% Spezifität 82,8% PPV, NPV 96,4%, während der US eine Sensitivität von 52,9%, eine Spezifität von 84,3%, einen PPV von 55,6% und NPV von 82,9% ergab. Der diagnostische Gewinn durch Elastografie war statistisch signifikant mit einer ROC von 0,9182 für die strain ratio gegenüber 0,6864 für den konventionellen US.

Eine ältere Studie [16] konnte diese sehr guten Ergebnisse jedoch nicht reproduzieren, sodass der Stellenwert der Elastografie bei nicht-diagnostischer oder unklarer Zytologie weiterer Studien bedarf.

Limitierungen der Elastografie

Limitierungen der Elastografie betreffen sowohl technische als auch inhaltliche Aspekte.

Da Flüssigkeiten nicht komprimierbar sind, ist die Elastografie bei überwiegend zystischen Knoten nicht valide anwendbar. Dies gilt ebenso für grobschollige Verkalkungen, die ebenfalls immer hart sind. Allerdings ist das Malignitätsrisiko zystischer Knoten als gering bis sehr gering einzuschätzen, wenn es keine Hinweise für ein zystisches papilläres Karzinom gibt; ähnliches gilt für grobschollige Verkalkungen [13]. Eine relevante inhaltliche Limitierung betrifft die Art der untersuchten Karzinomentitäten: die ganz überwiegende Anzahl der Studien hat papilläre Karzinome sowie einige medulläre Karzinome untersucht. Die Datenlage zu follikulären Karzinomen ist deutlich geringer und es ist bisher nicht ausreichend untersucht, ob mittels Elastografie eine Unterscheidung von follikulären Adenomen und Karzinomen möglich ist.

Anwendung der qualitativen Elastografie bei multinodösen Strumen

Die sehr positiven Daten zur Elastografie aller bisher publizierten Studien beziehen sich auf die Anwendung der Methode auf dominante Schilddrüsenknoten. Größere, prospektive Studien zur Anwendbarkeit der USE bei multinodösen Strumen existieren bisher nicht. Aus eigener Erfahrung ist eine Anwendung denkbar z.B. bei vollständig nodös umgebauten Strumen, um mögliche Areale zur Durchführung einer FNAC zu identifizieren. Unter sonografischer Sicht ist dann eine gezielte Platzierung der

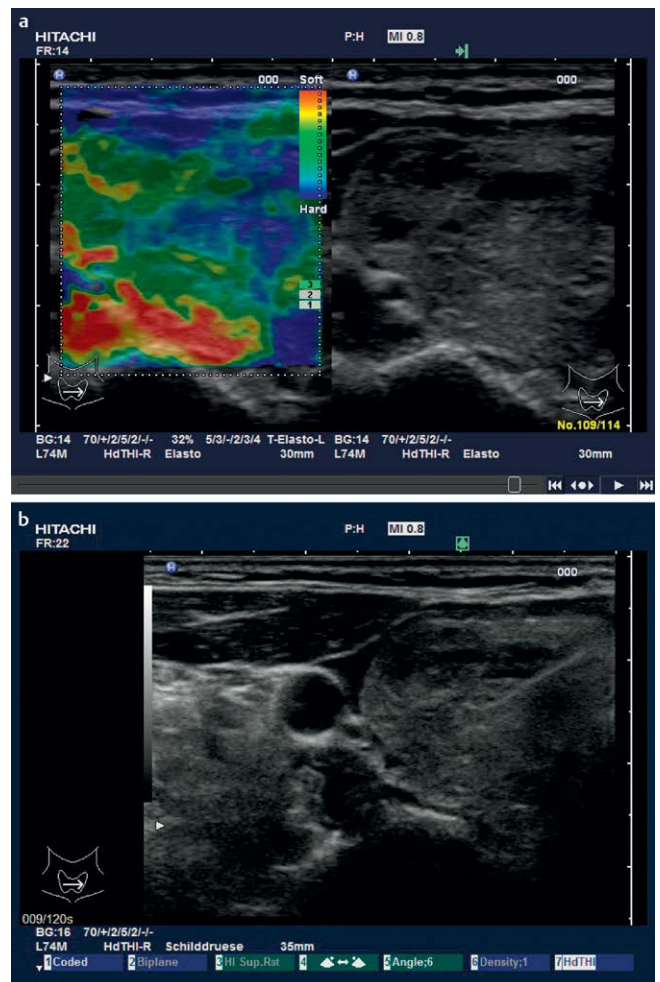


Abb. 7 (oben) nodös umgebaute Struma, harte Areale im rechten Seitenlappen; (unten) gezielte Platzierung der Punktionsnadel unter sonografischer Sicht im als „hart“ identifizierten Areal.

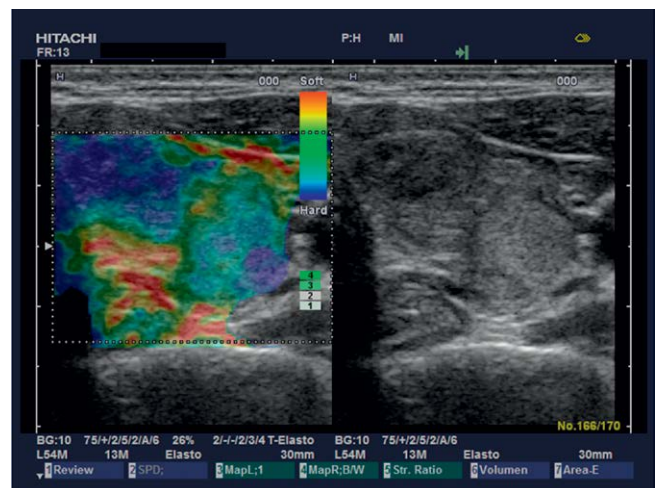


Abb. 8 Multilokuläres papilläres Schilddrüsenkarzinom: sowohl bei dem schwächer echogenen, harten Knoten medioventral als auch dem dorsolateralen, isoechogenen Knoten handelt es sich um Anteile eines papillären Schilddrüsenkarzinoms.

Punktionsnadel in den zuvor als „hart“ identifizierten Arealen möglich (◉ Abb. 7).

Eine weitere denkbare Anwendung der RTE bei multinodösen Strumen ist die Identifizierung multilokulärer Karzinome. Auch hier existieren bisher keine Daten. ◉ Abb. 8 zeigt ein multilokuläres papilläres Schilddrüsenkarzinom: der schwächer echogene, harte Knoten medioventral wurde präoperativ feinnadel-punktiert, es zeigten sich Zellen eines papillären Schilddrüsenkarzinoms. In der finalen Histologie ergab sich, dass es sich auch bei einem dorsolateralen, isoechogenen Knoten um ein papilläres Karzinom handelt. Dieser Befund zeigte sich präoperativ elastografisch ebenfalls „hart“.

Anwendung der shear-wave Elastografie bei Schilddrüsenknoten

Eine erste Pilotstudie zur quantitativen Elastografie bei dominanten Schilddrüsenknoten wurde mit der Acoustic Radiation Force Impulse-Imaging“ oder ARFI (Virtual Touch Tissue Quantification, Siemens, Acuson S2000) an der Schilddrüse durchgeführt [11]. Maligne Knoten wiesen dabei eine größere Härte (schnellere Ausbreitungsgeschwindigkeit mit Median 4,30 m/s) auf als gutartige (Median 2,02 m/s), deren Härte sich von gesundem Schilddrüsengewebe (Median 1,98 m/s) nicht signifikant unterschied.

Bei der ARFI wird auf Knopfdruck vom Gerät ein akustischer Stoßpuls ausgesandt. Hierdurch werden im Gewebe, was als „region of interest“ definiert werden kann, senkrecht zum Stoßpuls Scherwellen erzeugt, die mit einem Detektionspuls erfasst werden können. Die Geschwindigkeit der Scherwellenausbreitung kann ermittelt werden und korreliert invers mit der Elastizität des Gewebes, in der die Scherwellen erzeugt wurden. Je härter das Gewebe, umso schneller die Ausbreitungsgeschwindigkeit. Der Wert wird als Geschwindigkeit in m/s angegeben. (◉ Abb. 9, 10) zeigen ARFI-Bilder eines anaplastischen Schilddrüsenkarzinoms, dessen Härte mit 6,24 m/s (◉ Abb. 9-oben) deutlich härter als das umliegende Schilddrüsengewebe mit 1,9 m/s (◉ Abb. 10-unten) ist. Der Vergleich von ARFI mit der o.g. strain Elastografie zeigte, dass mit beiden Verfahren vergleichbar gute Resultate bei der Charakterisierung von Schilddrüsenknoten erzielt werden [3]. Inzwischen haben mehrere Metaanalysen die sehr gute Anwendbarkeit und Aussagekraft der shear-wave Elastografie bei der Charakterisierung von Schilddrüsenknoten bestätigt [8, 15, 17, 34].

Interobserver-Variabilität

Die Genauigkeit insb. der strain Elastografie hängt in gewissem Umfang von Geschick und Erfahrung des Untersuchers ab. Daher ist eine Einarbeitung in die Methode unerlässlich. Allerdings ist die Methode schon nach einer relativ kurzen Einarbeitungszeit sehr verlässlich anwendbar [28]. Erste Studien zeigten zunächst eine im Vergleich mit der B-Bild-Sonografie geringe Interobserver-Übereinstimmung der Elastografie [23]. Der Hauptgrund für diese eher schlechten Daten ist jedoch in technischen Aspekten zu sehen: ältere Ultraschallgeräte hatten bspw. keinen objektiven Indikator, der die vom Untersucher erzeugte Druckkraft anzeigte. Mit der technischen Weiterentwicklung zeigt die Elastografie eine sehr gute bis exzellente Interobserver-Übereinstimmung [5, 10].

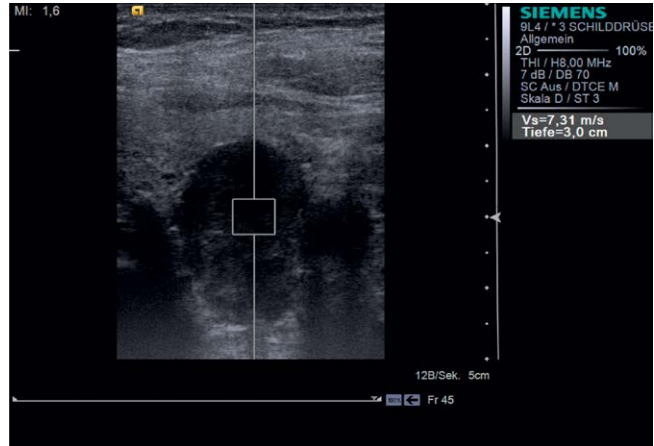


Abb. 9 Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI)-Imaging mit der ROI in einem schwächer echogenen Schilddrüsenknoten. Die ARFI-Messung im Knoten zeigt eine Ausbreitungsgeschwindigkeit von 7,31 m/s. Histologisch lag hier ein papilläres Schilddrüsenkarzinoms vor.

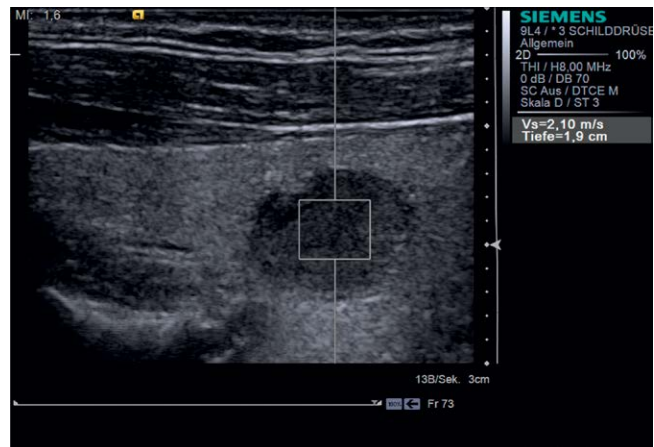


Abb. 10 ARFI-Imaging bei dem einem Patienten mit einem schwächer echogenen Knoten ohne Halo. Hier liegt die ROI im Knoten bei 2,1 m/s, der Knoten ist damit weich. FNAC und Verlaufskontrolle zeigten einen benignen Knoten.

Anwendung der Elastografie bei diffusen Schilddrüsenerkrankungen

Obwohl die Hauptanwendung der Elastografie in der Charakterisierung fokaler Schilddrüsenläsionen zu sehen ist, gibt es auch Berichte über Elastografieverfahren bei diffusen Schilddrüsenerkrankungen. Eine Studie [32] untersuchte bei 67 Patienten die Bedeutung der qualitativen Realtime Elastografie bei subakuter Thyreoiditis und konnte hier jedoch keinen diagnostischen Zugewinn berichten. Die Messungen bei subakuter Thyreoiditis unterschieden sich zwar signifikant von den Messungen bei multinodösen Strumen, jedoch war es mit der Methode nicht möglich zwischen einer subakuten Thyreoiditis und malignen Schilddrüsenknoten zu differenzieren (beide Messungen waren hart). Eine weitere Studie [18] untersuchte 75 Patienten mit benignen Schilddrüsenknoten mittels der quantitativen Shear Wave-Elastografie. 33 dieser Patienten litten an einer Autoimmunthyreoiditis. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied des Elastizitätsindex in den Knoten von Patienten mit und ohne Autoimmunthyreoiditis. Allerdings war auch hier das extranoduläre Gewebe bei den Patienten mit Autoimmunthyreoiditis härter

als bei Patienten ohne Entzündung. Dieser Unterschied war allerdings nicht statistisch signifikant. Die Autoren schlussfolgern, dass eine Beurteilung von Schilddrüsenknoten unabhängig von dem Vorliegen einer Autoimmunthyreoiditis valide erfolgen kann. In Anbetracht der erst genannten Studie kann die Untersuchung dann Schwierigkeiten bereiten, wenn die Schilddrüsenknoten bei Autoimmunthyreoiditis nicht sicher vom entzündeten Parenchym B-Bild sonografisch unterschieden werden können. Eine weitere Studie [27] untersuchte bei 74 Patienten die Bedeutung der quantitativen Elastografie unter Verwendung der Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI)-Imaging bei diffusen Schilddrüsenerkrankungen (29 Patienten mit M. Basedow, 22 mit chronischer Autoimmunthyreoiditis und 23 Probanden ohne Schilddrüsenerkrankung). Die Steifheit des Schilddrüsen-gewebes (Ausbreitungsgeschwindigkeit der Scherwellen) in der gesunden Schilddrüse war mit im Mittel 2,07 m/s signifikant niedriger als im Schilddrüsengewebe von Patienten mit M. Basedow (2,82 m/s) oder Autoimmunthyreoiditis (2,49 m/s). Die Autoren schlussfolgern, dass ARFI bei der Diagnose von diffusen Schilddrüsenerkrankungen hilfreich sein kann. Trotz auch neuerer Berichte über die Anwendbarkeit der Elastografie bei diffusen Schilddrüsenerkrankungen [19,33] bleibt der klinische Nutzen für diese Indikation aktuell fraglich.

In Zusammenfassung kann sowohl mit der qualitativen strain Elastografie als auch der quantitativen shear-wave Elastografie in Ergänzung zur B-Bild-Sonografie die Differenzierung von benignen und malignen Schilddrüsenknoten deutlich verbessert werden. Die Kombination aus B-Bild-Sonografie und Elastografie erreicht bei der Dignitätsbeurteilung von Schilddrüsenknoten Sensitivitäten und Spezifitäten, die der klassischen Feinnadelaspirationszytologie mindestens vergleichbar sind. Zudem ist die Elastografie eine sehr nützliche Methode für die Selektion von Patienten für eine FNAC bzw. Schilddrüsenoperation. Der Stellenwert der Elastografie-Verfahren bei diffusen Parenchymerkrankungen der Schilddrüse muss in weiteren Studien untersucht werden.

Literatur

- Asteria C, Giovanardi A, Pizzocaro A et al. US-elastografie in the differential diagnosis of benign and malignant thyroid nodules. *Thyroid* 2008; 18: 523–531
- Bamber J, Cosgrove D, Dietrich CF et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology. *Ultraschall Med* 2013; 34: 169–184
- Bojunga J, Dauth N, Berner C et al. Acoustic Radiation Force Impulse Imaging for Differentiation of Thyroid Nodules. *PLoS One* 2012; 7: doi:10.1371/journal.pone.0042735
- Bojunga J, Herrmann E, Meyer G et al. Real-time elastography for the differentiation of benign and malignant thyroid nodules: a meta-analysis. *Thyroid* 2010; 20: 1145–1150
- Cantisani V, Lodise P, Grazhdani H et al. Ultrasound elastography in the evaluation of thyroid pathology. Current status. *Eur J Radiol* 2014; 83: 420–428
- Cantisani V, Maceroni P, D'Andrea V et al. Strain ratio ultrasound elastography increases the accuracy of colour-Doppler ultrasound in the evaluation of Thy-3 nodules. A bi-centre university experience. *Eur Radiol* 2015, doi:10.1007/s00330-015-3956-0
- Cosgrove D, Piscaglia F, Bamber J et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications. *Ultraschall Med* 2013; 34: 238–253
- Dong F-J, Li M, Jiao Y et al. Acoustic Radiation Force Impulse imaging for detecting thyroid nodules: a systematic review and pooled meta-analysis. *Med Ultrason* 2015; 17: 192–199
- Etzel M, Happel C, von Müller F et al. Palpation and elastography of thyroid nodules in comparison. *Nuklearmedizin* 2013; 52: 97–100
- Friedrich-Rust M, Meyer G, Dauth N et al. Interobserver agreement of Thyroid Imaging Reporting and Data System (TIRADS) and strain elastography for the assessment of thyroid nodules. *PLoS One* 2013; 8: e77927
- Friedrich-Rust M, Romenski O, Meyer G et al. Acoustic Radiation Force Impulse-Imaging for the evaluation of the thyroid gland: a limited patient feasibility study. *Ultrasonics* 2012; 52: 69–74
- Friedrich-Rust M, Sperber A, Holzer K et al. Real-time elastography and contrast-enhanced ultrasound for the assessment of thyroid nodules. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2010; 118: 602–609
- Haugen BR, Alexander EK, Bible KC et al. 2015. American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. *Thyroid* 2015, thy.2015.0020 doi:10.1089/thy.2015.0020
- Horvath E, Majlis S, Rossi R et al. An ultrasonogram reporting system for thyroid nodules stratifying cancer risk for clinical management. *J Clin Endocrinol Metab* 2009; 94: 1748–1751
- Lin P, Chen M, Liu B et al. Diagnostic performance of shear wave elastography in the identification of malignant thyroid nodules: a meta-analysis. *Eur Radiol* 2014; 24: 2729–2738
- Lippolis PV, Tognini S, Materazzi G et al. Is elastography actually useful in the presurgical selection of thyroid nodules with indeterminate cytology? *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96: E1826–E1830
- Liu B-J, Li D-D, Xu H-X et al. Quantitative Shear Wave Velocity Measurement on Acoustic Radiation Force Impulse Elastography for Differential Diagnosis between Benign and Malignant Thyroid Nodules: A Meta-analysis. *Ultrasound Med Biol* 2015; 41: 3035–3043
- Magri F, Chytiris S, Capelli V et al. Shear wave elastography in the diagnosis of thyroid nodules: feasibility in the case of coexistent chronic autoimmune Hashimoto's thyroiditis. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2012; 76: 137–141
- Menzilcioglu MS, Duymus M, Gungor G et al. The value of real-time ultrasound elastography in chronic autoimmune thyroiditis. *Br J Radiol* 2014; 87: 20140604 doi:10.1259/bjr.20140604
- Moon HJ, Sung JM, Kim E-K et al. Diagnostic performance of gray-scale US and elastography in solid thyroid nodules. *Radiology* 2012; 262: 1002–1013
- Nell S, Kist JW, Debray TPA et al. Qualitative elastography can replace thyroid nodule fine-needle aspiration in patients with soft thyroid nodules. A systematic review and meta-analysis. *Eur J Radiol* 2015; 84: 652–661
- Ning C-P, Jiang S-Q, Zhang T et al. The value of strain ratio in differential diagnosis of thyroid solid nodules. *Eur J Radiol* 2012; 81: 286–291
- Park SH, Kim SJ, Kim E-K et al. Interobserver agreement in assessing the sonographic and elastographic features of malignant thyroid nodules. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 193: W416–W423
- Rago T, Scutari M, Santini F et al. Real-time elastosonography: useful tool for refining the presurgical diagnosis in thyroid nodules with indeterminate or nondiagnostic cytology. *J Clin Endocrinol Metab* 2010; 95: 5274–5280
- Razavi SA, Haddock TA, Sadigh G et al. Comparative effectiveness of elastographic and B-mode ultrasound criteria for diagnostic discrimination of thyroid nodules: a meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2013; 200: 1317–1326
- Remonti LR, Kramer CK, Leitão CB et al. Thyroid ultrasound features and risk of carcinoma: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Thyroid* 2015; 25: 538–550
- Sporea I, Vlad M, Bota S et al. Thyroid stiffness assessment by acoustic radiation force impulse elastography (ARFI). *Ultraschall Med* 2011; 32: 281–285
- Tatar IG, Kurt A, Yilmaz KB et al. The learning curve of real time elastosonography: a preliminary study conducted for the assessment of malignancy risk in thyroid nodules. *Med Ultrason* 2013; 15: 278–284
- Trimboli P, Guglielmi R, Monti S et al. Ultrasound sensitivity for thyroid malignancy is increased by real-time elastography: a prospective multicenter study. *J Clin Endocrinol Metab* 2012; 97: 4524–4530
- Vorländer C, Wolff J, Saalabian S et al. Real-time ultrasound elastography – a noninvasive diagnostic procedure for evaluating dominant thyroid nodules. *Langenbeck's Arch Surg/Dtsch Gesellschaft für Chir* 2010; 395: 865–871
- Wang Y, Dan H-J, Dan H-Y et al. Differential diagnosis of small single solid thyroid nodules using real-time ultrasound elastography. *J Int Med Res* 38: 466–472
- Xie P, Xiao Y, Liu F. Real-time ultrasound elastography in the diagnosis and differential diagnosis of subacute thyroiditis. *J Clin Ultrasound* 2011; 39: 435–440
- Yang Z, Zhang H, Wang K et al. Assessment of Diffuse Thyroid Disease by Strain Ratio in Ultrasound Elastography. *Ultrasound Med Biol* 2015; 41: 2884–2889
- Zhan J, Jin J-M, Diao X-H et al. Acoustic radiation force impulse imaging (ARFI) for differentiation of benign and malignant thyroid nodules – A meta-analysis. *Eur J Radiol* 2015; 84: 2181–2186