



# Wertigkeit von Ultraschall und Magnetresonanztomographie (MRT) bei der Erstdiagnose von Hodentumoren

Susanne Deininger · Lukas Lusuardi · Peter Törzsök

Universitätsklinik für Urologie und Andrologie, Paracelsus medizinische Privatuniversität Salzburg (PMU), Salzburg, Österreich

## Zusammenfassung

In der Primärdiagnostik von Hodentumoren ist der konventionelle Ultraschall weiterhin Standard. Dieser zeigte in der Indikation eine gute Sensitivität und Spezifität und ist außerdem universell verfügbar und günstig in der Anwendung. Durch Hinzunahme von Ultraschallkontrastmittel oder Elastographie kann die Genauigkeit noch verbessert werden. Insbesondere kleine Läsionen sind mittels Ultraschall zumeist nicht endgültig einzuschätzen. Die Bedeutung der MRT in der Diagnostik von unklaren Hodenläsionen ist weiterhin unklar. Durch die Anwendung von Kontrastmittel und verschiedenen Phasen erwartet man sich einen Zugewinn an diagnostischen Informationen. Normales Hodengewebe, benigne und maligne Hodenläsionen weisen in der MRT unterschiedliches Kontrastmittelenhancement auf. Durch diffusionsgewichtete Sequenzen (DWI) kann die Korrektheit der MRT weiter gesteigert werden. Jedoch fehlen evidenzbasierte standardisierte MRT-Protokolle zur Untersuchung von unklaren Hodenläsionen. Eine eigene retrospektive multizentrische Studie [1] zeigte eine Sensitivität von 85,7 % bei einer Spezifität von 72,8 % für die MRT in der Diagnostik unklarer Hodenläsionen. Es zeigte sich jedoch, dass sich der/die Radiologe/In in bis zu 20 % nicht auf einen Befund festlegen konnte. Dann bleiben weiterhin nur die operative Freilegung und histologische Sicherung. Daneben zeigte sich, dass benigne Läsionen signifikant kleiner sind als maligne. Auch aus der Literatur ist bekannt, dass tastbare Läsionen zumeist maligne sind, während zufällig entdeckte, kleinere Läsionen eher benignen Natur sind. Sowohl MRT als auch Ultraschall sind gut in der Lage, die Größe von malignen Tumoren einzuschätzen, dies kann die Planung einer hodenerhaltenden Operation erleichtern.

### Schlüsselwörter

MRT · Hodentumor · Seminom · NSGCT · Ultraschall

## Der Hodentumor – Epidemiologie und Primärdiagnostik

Mit 25 % ist der maligne Hodentumor die häufigste Krebserkrankung bei Männern im Alter von 20–40 Jahren. Insgesamt sind Hodentumore jedoch selten und machen lediglich 1–2 % aller Neoplasien im Erwachsenenalter aus [2]. Die Inzidenz des malignen Hodentumors variiert weltweit deutlich: Die Inzidenzraten waren im Jahr 2020 am höchsten in West-, Nord- und Südeuropa sowie Ozeanien (altersstandardi-

sierte Inzidenz [ASI] = 7/100.000), gefolgt von Nordamerika (ASI = 5,6/100.000) und am niedrigsten (ASI < 2/100.000) in Asien und Afrika [3]. Das lebenslange Erkrankungsrisiko liegt bei etwa 0,4 % [4], aber es ist vor allem in den europäischen Ländern mit einer weiteren Zunahme der Inzidenz in den kommenden Jahren zu rechnen [5]. In 1–5 % treten Hodenkarzinome beidseits auf [6]. 95 % der Hodentumoren sind maligne, wobei Keimzelltumore die häufigste Histologie darstellen [7]. Hier unterscheidet man zwischen Seminomen



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

(ca. 60% der Keimzelltumore) und nicht-seminomatösen Keimzelltumoren („non-seminomatous germ-cell tumors“: NSGCT). Das mediane Alter der Seminopatien liegt bei 41 Jahren, während das mediane Alter der NSGCT-Patienten ca. 10 Jahre darunter liegt [8]. Der häufigste gutartige Tumor ist der Leydig-Zell-Tumor (LCT), gefolgt vom Sertoli-Zell-Tumor, dem adenomatoiden Tumor, dem pseudofibrotischen Tumor der Tunica albuginea, dem epidermoiden Zystadenom und der tubulären Fibrose [9].

Einige Hodentumore werden bei der Selbstuntersuchung durch den Patienten entdeckt. Trotzdem hat die regelmäßige Vorsorgeuntersuchung des Hodens u. a. aufgrund der insgesamt niedrigen Inzidenz bis jetzt kaum Eingang in den klinischen Alltag und das öffentliche Bewusstsein gefunden: In einer Studie aus dem Jahr 2006 hatten 89% der Männer aus der Altersgruppe <35 Jahren niemals eine Selbstuntersuchung des Hodens durchgeführt [10]. Die deutsche S3-Leitlinie *Diagnostik, Therapie und Nachsorge der Keimzelltumoren des Hoden* empfiehlt jungen Männern eine regelmäßige Selbstuntersuchung des Hodens, da sie „zu einer frühzeitigen Diagnosestellung führen kann“ [11]. Insbesondere bei Männern mit Risikofaktoren wie St.p. Maldescensus testis, St.p. Hodenkrebskrankung, positiver Familienanamnese oder Klinefelter-Syndrom hat die Selbstuntersuchung einen hohen Stellenwert.

Andere Hodentumore sind Zufallsbefunde im Rahmen von z. B. urologischen oder andrologischen Untersuchungen. Diese sind zumeist nicht tastbar. Bis zu 80% der nicht tastbaren Hodenläsionen sind gutartig [12, 13], während tastbare Raumforderungen tendenziell bösartig sind (ca. 90%, [14]).

Die Erstdiagnose erfolgt in der Regel mittels Hodenultraschall. Die Leitlinie der European Association of Urology (EAU) zur Behandlung von Hodenkrebs [15] empfiehlt den Einsatz von hochfrequentem (> 10 Megahertz) Ultraschall, die S3-Leitlinie sieht in der Diagnostik mindestens einen 7,5-Mega-Hertz-Schallkopf vor [11]. So sollen sowohl die Lokalisation (intra- oder extratestikulär) als auch die Größe der Läsion bestimmt werden. Auch der kontralaterale Hoden soll mituntersucht

werden, um bilaterale Tumoren oder Risikofaktoren wie Mikrolithiasis frühzeitig zu erkennen. Der Vorteil der Ultraschalluntersuchung liegt auf der Hand: Sie ist fast überall verfügbar, schnell durchgeführt, nicht invasiv und kostengünstig. Die Sensitivität des konventionellen Ultraschalls in der Diagnostik maligner Hodentumoren liegt bei 92–98% bei einer Spezifität von 95–99,8% [16].

Neben dem konventionellen, sog. Graustufenultraschall („grey-scale“) besteht bei den meisten Geräten die Option einer Doppleruntersuchung. Komplexer wird die Untersuchung mit Hinzunahme von Kontrastmittelultraschall, dies kann zumeist nicht mehr in der eigenen Ordination durchgeführt werden und bedingt eine Zuweisung in die lokale Radiologie. Der Kontrastmittelultraschall, auch als kontrastverstärkter Ultraschall oder CEUS („contrast-enhanced ultrasound“) bezeichnet, nutzt die i.v. Injektion eines ultraschallspezifischen Kontrastmittels (SonoVue®, Bracco Imaging S.p.A, Colletto Giacosa, Italien), dabei handelt es sich um schwefelhexafluoridhaltige Mikrobubbles [17]. Isidori et al. zeigten 2014 für die Indikation maligner Hodentumor eine hohe Genauigkeit für die Kombination aus nativem und kontrastmittelverstärktem Ultraschall (Fläche unter der ROC-Kurve: 0,927; [18]).

Des Weiteren können Techniken wie Real-Time- oder Scherwellenelastographie den diagnostischen Wert des Ultraschalls noch weiter verbessert. Bei der Real-Time-Elastographie wird die Gewebeverformung in Echtzeit während der Ultraschalluntersuchung dargestellt. Dabei wird der Druck auf das Gewebe durch den Schallkopf erzeugt, und die resultierende Deformierung des Gewebes wird aufgezeichnet. Die Scherwellenelastographie hingegen basiert auf der Anregung des Gewebes durch gezielte mechanische Scherkräfte und der Messung der Scherwellenausbreitung im Gewebe [19]. Reginelli et al. zeigten 2019, dass durch Hinzunahme von Real-Time-Elastographie zum Graustufen- und Dopplerultraschall eine Sensitivität von 100%, eine Spezifität von 83%, ein negativ prädiktiver Wert von 100% und ein positiv prädiktiver Wert von 91% bei der Diagnose maligner Hodentumoren erreicht wurden [20].

Insbesondere bei kleineren Läsionen kann eine zuverlässige Einschätzung allein mittels Ultraschall schwierig sein. Bis die endgültige Histologie vorliegt, welche standardmäßig invasiv gewonnen wird, bleibt die endgültige Diagnose in der Regel unklar.

### Die Bedeutung der Magnetresonanztomographie (MRT) in der Diagnostik des Hodentumors

Die Rolle der MRT-Untersuchung in der Diagnostik von malignen Hodentumoren ist noch nicht vollständig untersucht. Erwartungsgemäß sollte eine Technologie wie die MRT in der Lage sein, weitere wichtige Informationen zur Einschätzung der Dignität der Läsionen zu liefern. Der Vorteil der MRT gegenüber dem nativen Ultraschall ist offensichtlich: die Möglichkeit der standardisierten Kontrastmittelapplikation und die unterschiedliche Phasendarstellung. Die EAU-Leitlinie empfiehlt den Einsatz der MRT-Untersuchung bei der Diagnose von Hodentumoren nur dann, wenn eine Unterscheidung zwischen intra- und extratestikulären Läsionen sonst nicht möglich ist [13, 15, 21–23]. Die S3-Leitlinie nennt das MRT als Medium zur Abgrenzung zu „testikulären Lymphomabsiedelungen, benignen Läsionen oder traumatischen Veränderungen“ [11], falls der Ultraschall hier unklar sein sollte. Die MRT-Untersuchung des Hodens konnte in der Literatur eine generell hohe Sensitivität (bis zu 100%) und Spezifität (bis zu 88%) bei der Differenzierung zwischen benignen und malignen Hodenläsionen zeigen [24].

Andere Arbeitsgruppen konnten bereits demonstrieren, dass verschiedene histologische Subtypen von Hodentumoren unterschiedliches Kontrastmittelaufnahmeverhalten zeigen: Benigne Hodentumoren wie Leydig-Zell-Tumoren zeigen ein höheres relatives Kontrastmittelenhancement und eine kürzere Zeit bis zum maximalen Enhancement im Vergleich zu Seminomen [22, 25].

In einer retrospektiven Studie mit 44 Männern wurden von Tsili et al. 3 Formen von Zeit-Signal-Intensitätskurven definiert [23]:

1. Linear zunehmendes Enhancement, typisch für gesundes Gewebe

<b>Tab. 1</b> Patientencharakteristika der Studie Deininger et al. [ ]	
	<b>n= 113</b>
Medianes Alter in Jahren (von–bis)	39,0 (16–89)
St.p. Hodentumor (%)	17,4
St.p. Maldescensus testis (%)	11,3
Medianes Hodenvolumen des betroffenen Hodens in MRT/Ultraschall in ml (von–bis)	14,0 (2,0–45,0)
Positive Tumormarker (%)	10,6
Testosteronmangel (%)	7,1
n zur Verfügung stehende Histologien	53
n maligne/n benigne Histologien (%)	28 (50,9)/27 (49,0)
St.p. Status post	

<b>Tab. 2</b> Zusammenhang zwischen verschiedenen klinischen Parametern und der Dignität des Tumors (benigne/maligne)	
Parameter	<b>p-Wert</b>
Alter	0,207
Medianes Volumen des betroffenen Hodens im Ultraschall/MRT	0,676
Positive Tumormarker (AFP, $\beta$ HCG, HPLAP, LDH)	0,014*
Raucheranamnese	0,161
Symptomatik	0,128
Testosteronmangel	0,541
TumorgroÙe im MRT	0,004**
TumorgroÙe im Ultraschall	0,001**
TumorgroÙe in der Histologie	0,001**
St.p. Hodentumor	0,252
St.p. Maldescensus testis	0,661
*p < 0,05, ** p < 0,01	

<b>Tab. 3</b> Sensitivität, Spezifität, negativ-prädiktiver und positiv-prädiktiver Wert von MRT und Ultraschall		
	<b>Ultraschall</b>	<b>MRT</b>
Sensitivität (%); (95 %-KI)	94,7 (74,0–99,9)	85,7 (67,3–96,0)
Spezifität (%); (95 %-KI)	20,0 (9,1–35,7)	72,8 (61,8–82,1)
Positiv-prädiktiver Wert (%); (95 %-KI)	36,0 (22,9–50,8)	52,1 (37,0–67,1)
Negativ-prädiktiver Wert (%); (95 %-KI)	88,9 (51,8–99,7)	93,7 (84,5–98,2)
KI Konfidenzintervall, MRT Magnetresonanztomographie		

2. Schneller Anstieg des Enhancements mit anschließender Plateaubildung oder weiterer geringer Enhancem-entzunahme, typisch für benignen Befund
3. Schneller Anstieg des Enhancements mit anschließendem kontinuierlichem Abfall, typisch für maligne Läsionen

Durch Hinzunahme einer diffusionsgewichteten Sequenz („diffusion weighted imaging“: DWI) kann die Diskriminierung noch verbessert werden. Diese erfasst die Bewegung von Wassermolekülen im

Gewebe über die Anwendung von magnetischen Gradientenfeldern. Durch die Variation der Wichtung können Informationen über die Mikrostruktur und die Diffusionseigenschaften des Gewebes gewonnen werden [26]. Der „apparent diffusion coefficient“ (ADC) gibt an, wie stark die Wasserdiffusion in einem bestimmten Gewebe eingeschränkt ist. Niedrige ADC-Werte können auf eine hohe Zelldichte, eine erhöhte Gewebviskosität oder eine Einschränkung der Diffusion hinweisen, während hohe ADC-Werte auf eine geringere Zelldichte oder eine höhere Ge-

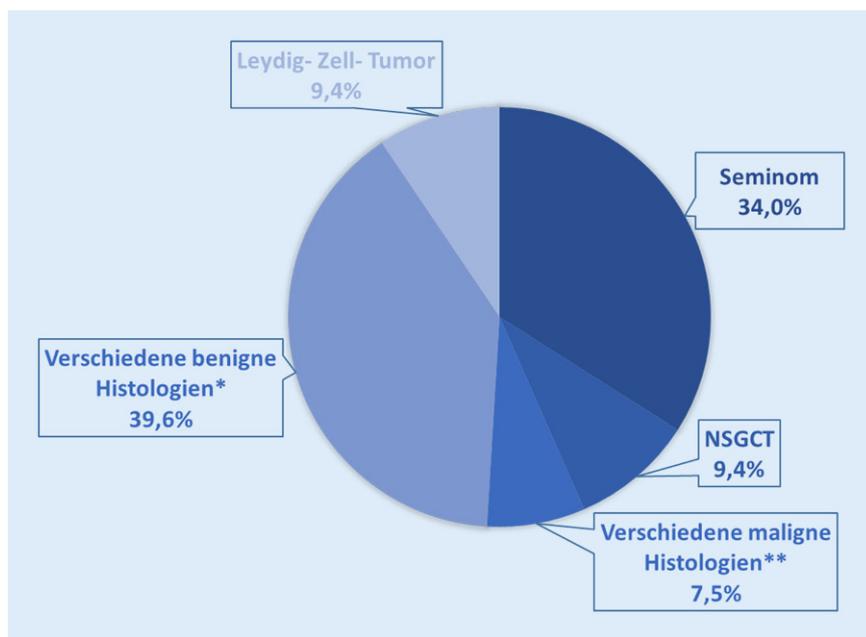
webefluidität hindeuten [27]. Laut Wang et al. 2021 weisen maligne Tumoren im Vergleich zu benignen einen erhöhten ADC-Wert auf [28]. Mittels DWI kann im MRT auch eine Unterscheidung zwischen Seminomen und NSGCT gelingen, Faktoren sind hier zystische Veränderungen, T2-Hypointensität, und intratumorale Septen [26]. So kann die Spezifität des MRT um bis zu 9,8% gesteigert werden [26].

### Die Wertigkeit der MRT-Bildgebung in der Diagnostik unklarer Hodenläsionen: eine retrospektive multizentrische Studie von Deininger et al.

Zur weiteren Untersuchung der Fragestellung führte die Universitätsklinik für Urologie und Andrologie, Salzburg, in Zusammenarbeit mit 5 weiteren großen urologischen Zentren in Österreich und Deutschland (Dresden, Linz, Nürnberg, Tübingen, Wien) eine retrospektive Analyse der durchgeführten MRT-Untersuchungen des Skrotums zwischen 06/2008 und 04/2021 durch [1]. Eingeschlossen wurden insgesamt 113 Männer. Die Indikation zur MRT-Untersuchungen war stets *unklare Raumforderung Skrotum* oder ähnlich lautend, Staginguntersuchungen bei Peniskarzinom oder andere Indikationen für Genital-MRT wurden nicht eingeschlossen. Insbesondere sollte die Korrelation mit dem konventionellen Ultraschall und – falls vorhanden – mit der Histologie des Befundes erfolgen. Die Patientencharakteristika finden Sie in **Tab. 1**.

Bei 53 Patienten wurde nach der MRT-Untersuchung eine histologische Sicherung durchgeführt (Orchiektomie, Biopsie, oder Hodenteilresektion). Die Ergebnisse der Histologie sind in **Abb. 1** dargestellt [1].

Die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen verschiedenen klinischen Parametern und der Dignität des Tumors (benigne/maligne) ergab die in **Tab. 2** zusammengefassten Ergebnisse. Das bedeutet, dass zwischen malignen und benignen Tumoren lediglich die Tumormarker ( $p=0,014$ ) und die TumorgroÙe im MRT ( $p=0,004$ ), im Ultraschall ( $p=0,001$ ) und in der Histologie ( $p=0,001$ ) statistisch signifikant unterschiedlich waren. Sonstige bekannte klinische Risikofaktoren für mali-



**Abb. 1** ▲ Ergebnisse der Histologie [1], NSGCT nichtseminomatöser Keimzelltumor, Stern St. p. Infekt, Fibrose, normales Hodengewebe, Sklerose, Sertoli-Zell-Hyperplasie, St. p. Hodentorsion, Doppelseitern Adenokarzinom des Rete testis, Samenstrangliposarkom, ...

gne Hodentumore wie Testosteronmangel, geringes Hodenvolumen, St. p. Hodentumor oder St. p. Maldescensus testis zeigten in unserer Studie keinen statistisch signifikanten Zusammenhang mit der Dignität des Tumors.

Sensitivität, Spezifität, negativ-prädiktiver und positiv-prädiktiver Wert von MRT und Ultraschall sehen Sie in **Tab. 3**.

Wenn man davon ausgeht, dass eine endgültige Diagnose und damit Einschätzung der Dignität lediglich mittels Histologie gestellt werden kann, muss eine Korrelation der Histologien und der durchgeführten MRT-Untersuchungen erfolgen. Bei  $n = 60$  Patienten wurde aufgrund eines eindeutig benignen Befundes (z. B. Varikozele) im MRT keine Operation durchgeführt, demnach steht keine Histologie zur Verfügung. Lediglich von  $n = 53$  Patienten liegt ein histologischer Befund vor. Wie häufig lag nun aber die MRT richtig oder falsch bezogen auf die Histologie?

Es ergaben sich in der Auswertung folgende Ergebnisse:

- Histologie benigne/MRT benigne (richtig-negativ): 9,1 %
- Histologie benigne/MRT maligne (falsch-positiv): 25,5 %
- Histologie benigne/MRT unklar: 14,5 %

- Histologie maligne/MRT benigne (falsch-negativ): 1,8 %
- Histologie maligne/MRT maligne (richtig-positiv): 43,6 %
- Histologie maligne/MRT unklar: 5,5 %

Insgesamt war also bei 20 % der Untersuchungen ein *unklarer* Befund vermerkt, bzw. konnte sich der/die Radiologe/in nicht festlegen. Das bedeutet im klinischen Alltag letztlich, dass weiterhin eine histologische Sicherung und damit invasive Diagnostik erfolgen müssen. Das Ziel der Hinzunahme weiterer ressourcenintensiver Diagnostik wäre aber gerade die Verhinderung letztlich *unnötiger* invasiver Eingriffe, z. B. bei kleinen benignen Läsionen, oder Läsionen, die sich als Normalbefund/Entzündung/Fibrose oder Ähnliches herausstellen.

Um die Fragestellung standardisiert weiter zu bearbeiten, läuft in Zusammenarbeit der Universitätsklinik für Urologie und Andrologie, Salzburg, mit dem Universitätsinstitut für Radiologie, Salzburg, aktuell eine prospektive Studie, bei der Patienten mit Verdacht auf Hodentumor vor histologischer Sicherung neben Standardultraschall einen Kontrastmittelultraschall, eine Real-Time-Elastographie und eine MRT-Untersuchung des Skro-

tums erhalten. Anschließend sollen die verschiedenen Untersuchungen untereinander und mit der Histologie korreliert werden, um die optimale Untersuchungsmodalität für diese Indikation, und im Falle der MRT, die geeignetste Phasendarstellung zu definieren.

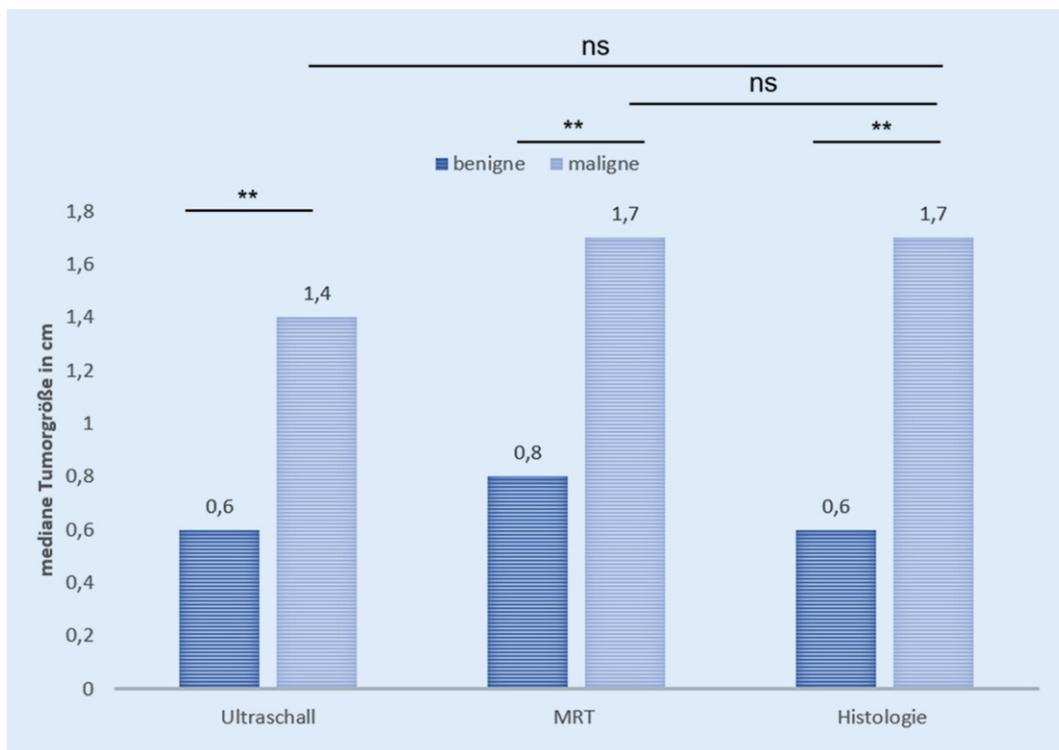
### Indikation zur Hodenteilresektion – Größenabschätzung mittels Ultraschall und MRT

Gemäß der EAU-Leitlinie ist eine organerhaltende Operation mit intraoperativer Schnellschnittuntersuchung eine Option für unklare Läsionen von Einzelhoden, bei bilateralen Läsionen oder kleinen, nicht tastbaren Läsionen [15]. Dennoch ist eine organerhaltende Tumorentfernung nur bis zu einem bestimmten Tumolvolumen und auch nur an bestimmten Stellen im Hoden möglich. Jedoch können auch größere Tumoren gutartig sein. Wenn eine zuverlässigere Unterscheidung zwischen gutartigen und bösartigen Läsionen durch eine nichtinvasive diagnostische Methode möglich wäre, könnten noch mehr Läsionen konservativ oder mittels Hodenteilresektion behandelt werden.

Aus unseren eigenen Daten ergaben sich Größe der Hodentumoren im MRT, Ultraschall und Histologie wie in **Abb. 2** dargestellt. Hier zeigt sich, dass die Größe von benignen Tumoren in allen untersuchten Modalitäten signifikant kleiner ist als die von malignen (\*\* $p$  jeweils  $< 0,01$ ).

Shilo et al. zeigten 2012 in ihrer Studienkohorte von 131 Patienten mit Hodentumor, dass gutartige Läsionen um 63,4 % kleiner waren als maligne (1,5 vs. 4,1 cm, [29]). Je größer die Läsion, desto wahrscheinlicher ist sie tastbar, und laut älteren Daten sind 90–95 % aller tastbarer Hodentumore maligne [20]. Bei der Erstdiagnose haben maligne Hodentumore eine mediane Größe von 3 cm (IQR: 1,8–4,5 cm, [21]). Abboudi et al. zeigten 2013 des Weiteren, dass über 2/3 der Hodentumoren  $< 1$  cm gutartig waren [30].

Dennoch kann die Größe einer Läsion keine zuverlässige Aussage über ihre Dignität liefern, und Ultraschall stößt in der Untersuchung an seine Grenzen. Eine weitere Studie von Bieniek et al. aus dem Jahr 2018 umfasste eine Population von über 4000 Männern, die sich einer andro-



**Abb. 2** ◀ Größe benigner vs. maligner Hodentumoren in Ultraschall, MRT und Histologie, \*\* $p < 0,01$ ; ns nicht signifikant

logischen Untersuchung im Rahmen einer Fertilitätsabklärung unterzogen hatten. In dieser Studie wurden insbesondere sehr kleine Hodenläsionen untersucht (< 1 cm). Der Anteil an sehr kleinen unklaren Hodenläsionen lag hier bei 2,9%. Aus der Gesamtpopulation unterzogen sich 18 Patienten einer histologischen Sicherung, um die Dignität der Läsion weiter einzugrenzen. Unter diesen 18 Histologien waren 6 bösartige Läsionen. Zwischen den benignen und malignen Läsionen zeigte sich im Ultraschall präoperativ weder ein Unterschied in der Größe noch in der Durchblutung [31].

Je kleiner wiederum eine Hodenläsion ist, desto wahrscheinlicher kann eine hodenerhaltende Operation/Hodenteilresektion durchgeführt werden. Die German Testicular Cancer Study Group (GTCSG) schlug im Jahr 2006 vor, eine Hodenteilresektion in folgenden Fällen zu diskutieren: Tumor bei Einzelhoden, bilaterale Tumore, Tumordurchmesser <2 cm, keine Infiltration des Rete testis, nach Durchführung von Biopsien am Tumorgund, normale präoperative LH- und Testosteronwerte und gute Patientencompliance [32].

Bei der Planung einer Hodenteilresektion ist die Abschätzung der Größe der Läsion entscheidend. In der standardmä-

ßigen präoperativen Vorbereitung erfolgt dies normalerweise mittels Ultraschall. In unserer eigenen Studie zeigte sich, dass es keinen signifikanten Unterschied in der Größe von malignen Tumoren zwischen Ultraschall und Histologie ( $p = 0,72$ ) und MRT und Histologie ( $p = 0,88$ ) gab. Das bedeutet, dass sowohl Ultraschall als auch MRT die tatsächliche Größe von malignen Tumoren sehr gut einschätzen konnten, wenn man davon ausgeht, dass die Histologie die Größe korrekt abbildet.

#### Korrespondenzadresse



#### Dr. Susanne Deininger

Universitätsklinik für Urologie und Andrologie, Paracelsus medizinische Privatuniversität Salzburg (PMU)  
Müllner Hauptstr. 48, 5020 Salzburg, Österreich  
s.deininger@salk.at

**Funding.** Open access funding provided by Paracelsus Medical University.

#### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** S. Deininger, L. Lusuardi und P. Törzsök geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

**Open Access.** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

- Deininger S, Lusuardi L, Pallau M, Hecht S, Forstner R, Meissnitzer M et al (2022) The diagnostic value of the added MR imaging of the scrotum in the preoperative workup of sonographically indeterminate testicular lesions—A retrospective multicenter analysis. *Cancers* 14(15):3594. <https://doi.org/10.3390/cancers14153594>
- Albers P, Albrecht W, Algaba F, Bokemeyer C, Cohn-Cedermark G, Fizazi K et al (2015) Guidelines on testicular cancer: 2015 update. *Eur Urol* 68(6):1054–1068. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.07.044>
- Znaor A, Skakkebaek NE, Rajpert-De Meyts E, Kulis T, Laversanne M, Gurney J et al (2022) Global patterns in testicular cancer incidence and mortality in 2020. *Int J Cancer* 151(5):692–698. <https://doi.org/10.1002/ijc.33999>
- Nigam M, Aschebrook-Kilfoy B, Shikanov S, Eggener S (2015) Increasing incidence of testicular cancer in the United States and Europe between 1992 and 2009. *World J Urol* 33(5):623–631. <https://doi.org/10.1007/s00345-014-1361-y>
- Znaor A, Skakkebaek NE, Rajpert-De Meyts E, Laversanne M, Kulis T, Gurney J et al (2020) Testicular cancer incidence predictions in Europe 2010–2035: A rising burden despite population ageing. *Int J Cancer* 147(3):820–828. <https://doi.org/10.1002/ijc.32810>
- Ginting JT, Sihombing B, Warli SM, Siregar GP, Prapiska FF (2023) Bilateral synchronous testicular cancer: a case report. *Int J Surg Case Rep* 103:107870. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2022.107870>
- Park JS, Kim J, Elghiaty A, Ham WS (2018) Recent global trends in testicular cancer incidence and mortality. *Medicine* 97(37):e12390. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000012390>
- Banerji JS, Odem-Davis K, Wolff EM, Nichols CR, Porter CR (2016) Patterns of care and survival outcomes for malignant sex cord stromal testicular cancer: results from the national cancer data base. *J Urol* 196(4):1117–1122. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2016.03.143>
- Carmignani L, Gadda F, Gazzano G, Nerva F, Mancini M, Ferruti M et al (2003) High incidence of benign testicular neoplasms diagnosed by ultrasound. *J Urol* 170(5):1783–1786. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000092066.01699.90>
- Gleason AM (2006) Racial disparities in testicular cancer: impact on health promotion. *J Transcult Nurs* 17(1):58–64. <https://doi.org/10.1177/1043659605281980>
- Deutsche Krebsgesellschaft e. V. (DKG), Deutsche Krebshilfe (DKH) (2019) S3-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Nachsorge der Keimzelltumoren des Hodens. Leitlinienprogramm Onkologie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF)
- Rocher L, Ramchandani P, Belfield J, Bertolotto M, Derchi LE, Correas JM et al (2016) Incidentally detected non-palpable testicular tumours in adults at scrotal ultrasound: impact of radiological findings on management. Radiologic review and recommendations of the ESUR scrotal imaging subcommittee. *Eur Radiol* 26(7):2268–2278. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-4059-7>
- Kim W, Rosen MA, Langer JE, Banner MP, Siegelman ES, Ramchandani P (2007) US MR imaging correlation in pathologic conditions of the scrotum. *Radiographics* 27(5):1239–1253. <https://doi.org/10.1148/rg.275065172>

## The value of ultrasound and magnetic resonance imaging (MRI) in the initial diagnosis of testicular cancer

Conventional ultrasound remains the standard of care in the diagnosis of testicular tumors. It has shown good sensitivity and specificity in this indication and is also universally available and inexpensive to use. Accuracy can be further improved by adding ultrasound contrast agents or elastography. In parts, small lesions cannot be definitively assessed by ultrasound. The importance of magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of equivocal testicular lesions remains unclear. The use of contrast medium and different phases is expected to provide additional diagnostic information. Normal testicular tissue as well as benign and malignant testicular lesions show variable contrast enhancement on MRI. Diffusion-weighted imaging (DWI) can further increase the accuracy of MRI. However, evidence-based standardized MRI protocols for the investigation of equivocal testicular lesions are still lacking. An own retrospective multicenter study [1] showed a sensitivity of 85.7% and a specificity of 72.8% for MRI in the diagnosis of equivocal testicular lesions. However, it was shown that the radiologist could not make a final decision concerning the dignity in up to 20%. In such cases, surgical exposure and histological confirmation remain the only option. In addition, benign lesions are significantly smaller than malignant lesions. It is also known from the literature that palpable lesions are mostly malignant, whereas smaller lesions discovered incidentally tend to be benign. Both MRI and ultrasound are good at estimating the size of malignant tumors, and this may facilitate the planning of testis-sparing surgery.

## Keywords

MRI · Testicular tumor · Seminoma · NSGCT · Ultrasound

- Stonier T, Simson N, Challacombe B (2017) Diagnosing testicular lumps in primary care. *Practitioner* 261(1803):13–17
- EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Milan 2021. . EAU Guidelines Office, Arnhem, The Netherlands.
- Guthrie JA, Fowler RC (1992) Ultrasound diagnosis of testicular tumours presenting as epididymal disease. *Clin Radiol* 46(6):397–400. [https://doi.org/10.1016/s0009-9260\(05\)80686-5](https://doi.org/10.1016/s0009-9260(05)80686-5)
- Chong WK, Papadopoulou V, Dayton PA (2018) Imaging with ultrasound contrast agents: current status and future. *Abdom Radiol* 43(4):762–772. <https://doi.org/10.1007/s00261-018-1516-1>
- Isidori AM, Pozza C, Gianfrilli D, Giannetta E, Lemma A, Pofi R et al (2014) Differential diagnosis of nonpalpable testicular lesions: qualitative and quantitative contrast-enhanced US of benign and malignant testicular tumors. *Radiology* 273(2):606–618. <https://doi.org/10.1148/radiol.14132718>
- Sigrist RMS, Liu J, Kaffas AE, Chammam MC, Willmann JK (2017) Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications. *Theranostics* 7(5):1303–1329. <https://doi.org/10.7150/thno.18650>
- Reginelli A, D'Andrea A, Clemente A, Izzo A, Urraro F, Scala F et al (2019) Does multiparametric US improve diagnostic accuracy in the characterization of small testicular masses? *Gland Surg* 8(Suppl 3):S136–S141. <https://doi.org/10.21037/gs.2019.04.03>
- Cassidy FH, Ishioka KM, McMahon CJ, Chu P, Sakamoto K, Lee KS et al (2010) MR imaging of scrotal tumors and pseudotumors. *Radiographics* 30(3):665–683. <https://doi.org/10.1148/rg.303095049>
- Manganaro L, Vinci V, Pozza C, Saldari M, Gianfrilli D, Pofi R et al (2015) A prospective study on contrast-enhanced magnetic resonance imaging of testicular lesions: distinctive features of Leydig cell tumours. *Eur Radiol* 25(12):3586–3595. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3766-4>
- Tsili AC, Sofikitis N, Stiliara E, Argyropoulou MI (2019) MRI of testicular malignancies. *Abdom Radiol* 44(3):1070–1082. <https://doi.org/10.1007/s00261-018-1816-5>
- Tsili AC, Argyropoulou MI, Giannakis D, Sofikitis N, Tsampoulas K (2010) MRI in the characterization and local staging of testicular neoplasms. *AJR Am J Roentgenol* 194(3):682–689. <https://doi.org/10.2214/AJR.09.3256>
- El Sanharawi I, Correas JM, Glas L, Ferlicot S, Izard V, Ducot B et al (2016) Non-palpable incidentally found testicular tumors: Differentiation between benign, malignant, and burned-out tumors using dynamic contrast-enhanced MRI. *Eur J Radiol* 85(11):2072–2082. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.09.021>
- Wang W, Sun Z, Chen Y, Zhao F, Yu H, Guo X et al (2021) Testicular tumors: discriminative value of conventional MRI and diffusion weighted imaging. *Medicine* 100(48):e27799. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027799>
- Boursianis T, Kalaitzakis G, Pappas E, Karantanias AH, Maris TG (2021) MRI diffusion phantoms: ADC and relaxometric measurement comparisons between polyacrylamide and agarose gels. *Eur J Radiol* 139:109696. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109696>
- Patel HD, Ramos M, Gupta M, Cheaib JG, Sharma R, Zhang A et al (2020) Magnetic resonance imaging to differentiate the histology of testicular masses: a systematic review of studies with pathologic

- confirmation. *Urology* 135:4–10. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2019.09.025>
29. Shilo Y, Zisman A, Lindner A, Raz O, Strauss S, Siegel YI, Segal M, Sandbank J, Leibovici D (2012) The predominance of benign histology in small testicular masses. *Urol Oncol* 30(5):719–722. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2010.08.022>
30. Abboudi H, Malde S, Mchaourab A, Eddy B, Shrotri N (2013) Nonpalpable testicular masses—should we be worried? *Open J Urol* 3(7):281–286. <https://doi.org/10.4236/oju.2013.37053>
31. Bieniek JM, Juvet T, Margolis M, Grober ED, Lo KC, Jarvi KA (2018) Prevalence and management of incidental small testicular masses discovered on ultrasonographic evaluation of male infertility. *J Urol* 199(2):481–486. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2017.08.004>
32. Yagil Y, Naroditsky I, Milhem J, Leiba R, Leiderman M, Badaan S et al (2010) Role of Doppler ultrasonography in the triage of acute scrotum in the emergency department. *J Ultrasound Med* 29(1):11–21. <https://doi.org/10.7863/jum.2010.29.1.11>

**Hinweis des Verlags.** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.

## Buch-Neuerscheinungen in der Urologie



### Die Urologie

in 3 Bänden

M. S. Michel, J. W. Thüroff, G. Janetschek, M. P. Wirth  
2. Aufl. 2023. LII, 2828 S. 1465 Abb.,  
1113 Abb. in Farbe. In 3 Bänden, nicht einzeln erhältlich.  
Geb. € (D) 349,99 | € (A) 359,80 | CHF 386.00; 978-3-662-63399-1  
eBook € 339,00 | CHF 386.00; 978-3-662-63400-4

### Neuaufgabe in 3 Bänden: Standardwerk für Klinik und Praxis

Gilt als das umfassendste Nachschlage-Kompendium zum Fachbereich der Urologie. In Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Urologie (DGU) und der Akademie der Deutschen Urologen haben die Experten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz ein einzigartiges Buch für alle Urolog\*innen geschaffen.

- von der bildgebenden Diagnostik bis zur medikamentösen und operativen Therapie
- umfangreiche Zeichnungen, Fotos, Grafiken und Tabellen
- an den neuesten Leitlinien orientiert
- spezielle Tipps für Praxis und Klinik
- hervorragend didaktisch strukturiert

**Neuaufgabe:** komplett aktualisiert und erweitert, neue Abbildungen und Grafiken, neue Sektionen: Individuelle Tumorthherapie, Geschlechtsinkongruenz, Prothetik, Laparoskopie, Geschichte der Urologie, Prinzipien der Bildgebung



Online bestellen auf  
[link.springer.com](http://link.springer.com)



### Die Kinder- und Jugendurologie

R. Stein, L. T. Weber, N. Younsi, K. Zahn, M. Stehr  
2023. XXI, 657 S. 356 Abb., 309 Abb. in Farbe.  
€ (D) 169,99 | € (A) 174,76 | \*CHF 187.50 | Geb. | ISBN 978-3-662-63274-1  
€ (D) 129,99 | € (A) 129,99 | \*CHF 150.00 | eBook | ISBN 978-3-662-63275-8

### Standardwerk der Kinder- und Jugendurologie

Vereint das komplette interdisziplinäre Wissen unter Einbeziehung der Expertisen aus der Urologie, Chirurgie, Nephrologie und Pädiatrie.

- Übersichtlich und prägnant werden Klinik, Diagnostik und Therapie für alle wichtigen Krankheitsbilder dargestellt.
- inkl. Kindergynäkologie, Notfälle, Onkologie, Sexuelle Differenzierungsstörungen
- Angeborene Fehlförmigkeiten und Fehlfunktionen der Urogenitalorgane
- Zusammenfassungen am Kapitelende zum schnellen Nachschlagen
- Zahlreiche Abbildungen und Befundaufnahmen
- Übersichten und Tabellen sorgen für rasche Orientierung

**Die Kinder- und Jugendurologie:** umfassend, praxisnah und aktuell für die bestmögliche Betreuung in Klinik und Praxis.



Online bestellen auf  
[link.springer.com](http://link.springer.com)