

## Redaktion

S. Feuerbach, Regensburg  
G. van Kaick, Heidelberg  
K.G. Hering, Dortmund  
M. Walz, Mannheim

Die Beiträge der Rubrik „Weiterbildung“ sollen dem Stand des zur Facharztprüfung für den Arzt für Diagnostische Radiologie notwendigen Wissen entsprechen und zugleich dem Facharzt in Klinik und Praxis als Repetitorium dienen. Die Rubrik beschränkt sich auf klinisch gesicherte Aussagen zum Thema

A.-J. Lemke<sup>1</sup> · N. Hosten<sup>2</sup> · P.I. Foerster<sup>1</sup> · R. Felix<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Strahlenheilkunde, Charité Campus Virchow-Klinikum, Berlin

<sup>2</sup> Zentrum für Radiologie, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Greifswald

# Schnittbilddiagnostik von Orbitatumoren

## Teil 1: Bildgebende Verfahren – Erkrankungen der Orbita: Intrakonales Kompartiment

Der Schlüssel zur Differentialdiagnose von orbitalen Tumoren ist das Kompartimentmodell der Orbita

► **Orbitaspitze**

► **Volumendatensätze**

Die Diagnostik von Auge und Orbita hat in hohem Maße von der Weiterentwicklung der Schnittbildverfahren in den letzten Jahren profitiert. Durch die geringe Größe des zu untersuchenden Bereiches kommt eine Verbesserung der Ortsauflösung und der Weichteilkontraste der Bildqualität direkt zugute. Die konkurrierenden Verfahren CT und MRT haben beide ihre Indikationsgebiete, die für die einzelnen Krankheitszustände unterschiedlich sind.

Der Schlüssel zur Differentialdiagnose von orbitalen Tumoren ist zweifellos das Kompartimentmodell der Orbita, welches die Orbita in unterschiedliche Räume teilt. Die Zuordnung eines Tumors zu einem der Kompartimente grenzt die Differentialdiagnose bereits ein, da nicht alle Erkrankungen mit der gleichen Häufigkeit in den Kompartimenten auftreten.

### Bildgebende Verfahren und ihre Besonderheiten beim Einsatz in der Orbitadiagnostik

#### Computertomographie

Zwar ist die Standard-CT oder Inkremental-CT prinzipiell in der Lage, hochauflösende Schnittbilder der Orbita zu erzeugen, aber erst mit Einführung der Spiral-CT und Multislice-CT hat die computertomographische Untersuchung der Orbita an Bedeutung gewonnen.

Die CT kommt v. a. in den Fällen zum Einsatz, wo entweder die Durchführung einer MRT-Untersuchung wegen bestehender Kontraindikationen nicht möglich ist oder wenn die Beurteilung der knöchernen Strukturen von Bedeutung ist. Insbesondere im Bereich der ► **Orbitaspitze** bei der Frage nach einer Sehnervenkompression kann die CT zusätzliche Informationen liefern. Außerdem ist die CT der MRT bei dem Nachweis von Verkalkungen überlegen.

Der Vorteil des Einsatzes der Spiral-CT in der Orbitadiagnostik gegenüber der Inkremental-CT liegt in der Möglichkeit der Spiral-CT, lückenlose sog. ► **Volumenda-**

Dr. A.-J. Lemke

Universitätsklinikum Charité, Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin,  
Campus Virchow-Klinikum, Klinik für Strahlenheilkunde, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin,  
E-mail: lemke@charite.de, URL: <http://www.ippo.de>

### ► Isotrope Voxeln

Zunehmend werden Fragestellungen mit der MRT bearbeitet, die als eine Domäne der Computertomographie galten

### ► höhere Artefaktanfälligkeit

### ► Spulenwahl

### ► Oberflächenspule

**tensätze** zu akquirieren. Dies ist in zweierlei Hinsicht von Interesse. Zum einen können Patienten nur eine sehr eingeschränkte Zeit das Auge ruhig halten. Wird diese Zeitspanne überschritten und der Patient bewegt das Auge, kommt es zur doppelten oder fehlenden Abbildung anatomischer Strukturen oder Pathologien. Mit der Spiral-CT ist je nach verwendetem Gerät und in Abhängigkeit von den gewählten Untersuchungsparametern eine Abtastung der gesamten Orbita innerhalb von weniger als 30 s möglich. Bei entsprechender Aufklärung und Kooperation des Patienten ist die Basis für eine artefaktfreie Untersuchung gelegt.

Der zweite Vorteil der Spiral-CT-Technik liegt in der Möglichkeit, bei Untersuchungen mit geringer Schichtdicke hochwertige sekundäre Reformatierungen in beliebiger Schichtorientierung anzufertigen. Ideal ist die Untersuchung mit sog. ► **isotropen Voxel**n, d. h. die Kantenlänge der akquirierten Voxel ist in allen 3 Raumebenen gleich und die Voxel erhalten Würfelform. Dieser Zustand ist erstmals mit der Einführung der Multislice-CT-Technik mit Schichtdicken von 0,5 mm möglich geworden. Bei einer Untersuchungsmatrix von 512×512 Pixeln wird bei Wahl eines Untersuchungsausschnittes von 25,6 cm und einer Schichtdicke von 0,5 mm ein isotroper Datensatz erzielt. Reformatierungen dieses Datensatzes in orthogonalen Schichtebenen weisen dieselbe Qualität wie der Originaldatensatz auf.

## Magnetresonanztomographie

Die Fortschritte der MRT-Technik in den vergangenen Jahren sind auch der Schnittbilddiagnostik der Orbita zugute gekommen. Zunehmend werden Fragestellungen mit der MRT bearbeitet, die als eine Domäne der Computertomographie galten. Vorteile der MRT sind im Vergleich zur CT der bessere Weichteilkontrast und die fehlende Strahlenexposition. Der Vorteil der MRT, Untersuchungen in beliebigen Raumebenen durchführen zu können, hat sich mit Einführung der dünn-schichtigen Multislice-CT und der Berechnung hochwertiger sekundärer Reformatierungen relativiert. Die Ortsauflösung der MRT, die in der Frühphase der MRT-Ära gering war, konnte durch die Entwicklung von speziellen Oberflächenspulen deutlich verbessert werden. Als Nachteile der MRT bleiben eine ► **höhere Artefaktanfälligkeit** und die verhältnismäßig hohen Kosten.

Die ► **Spulenwahl** ist bei der orbitalen MRT-Diagnostik von entscheidender Bedeutung. Auf eine Kopfspule sollte nur in Ausnahmefällen zurückgegriffen werden, sie ist beispielsweise bei Fragestellungen einzusetzen, die beide Orbitae und den retro-orbitalen Raum bis zum Chiasma nervi optici betreffen. In diesen Fällen ist eine gleichmäßige Ausleuchtung des gesamten Untersuchungsbereiches gewährleistet. Bei Oberflächenspulen besteht die Problematik, dass die Signalintensitäten von der Oberfläche, auf der die Spule auf dem Patienten aufgelegt ist, in die Tiefe je nach Spulendurchmesser mehr oder weniger schnell abnehmen. Als grobe Faustregel entspricht der Spulendurchmesser etwa der Eindringtiefe der betreffenden Spule. Da die jeweilige Spulencharakteristik bekannt ist, kann mit Hilfe von Filtern der Gradient der Signalintensitäten rechnerisch vermindert werden, so dass innerhalb des Untersuchungsbereiches, der in der Regel die Form einer Halbkugel aufweist, eine gleichmäßige Ausleuchtung gewährleistet ist.

Eine ► **Oberflächenspule**, die eine Untersuchung beider Orbitae gleichzeitig ermöglicht, wird sinnvollerweise bei Fragestellungen eingesetzt, bei denen Strukturen der Orbita im Seitenvergleich zu beurteilen sind. So können beispielsweise die Augenmuskeln beider Orbitae verglichen werden. Die Durchmesser dieser sog. Orbitaspulen liegen im Bereich von 8–12 cm, d. h. der Bereich der Orbitaspitze und der retro-orbitale Verlauf des Sehnerven sind nicht mehr sicher beurteilbar, da die Signalintensitäten hier stark abfallen. Für den Nachweis kleiner Veränderungen, die relativ oberflächennah gelegen sind, sollten Oberflächenspulen verwendet werden, die einen kleinen Durchmesser aufweisen. Da sie für die Diagnostik von Bulbustumoren entwickelt wurden, werden sie im allgemeinen als Bulbusspulen bezeichnet. Da der Spulendurchmesser 4–6 cm beträgt, kann der ventral gelegene Retrobulbärraum ebenfalls beurteilt werden. Eine Hochoauflösung mit guten Signal-Rausch-Verhältnis ist jedoch nur in Verbindung mit optimierten Sequenzen zu erzielen.

Abhängig von der Fragestellung und von der bisherigen Diagnostik empfiehlt sich folgendes Vorgehen (Tabelle 1):

Tabelle 1

**Sequenz- und Spulwahl in Abhängigkeit von der Fragestellung**

| Klinischer Verdacht/<br>Fragestellung    | Spulwahl                                  | Sequenzprotokoll  |
|--|---|---|
| Einseitige Protrusio bulbi               | Orbita- oder Bulbusspule                  | Orientierend transversale T1-gewichtete Sequenz, je nach Lokalisation der Läsion koronare oder sagittale T2-gewichtete und kontrastmittelverstärkte Sequenzen |
| Endokrine Orbitopathie                   | Orbitaspule (Untersuchung beider Orbitae) | Koronare T1-gewichtete Sequenz, koronare Multiecho-Sequenz, Berechnung von T2-Bildern   |
| Bulbusraumforderung                      | Bulbusspule                               | Orientierend T1- und T2-gewichtete Sequenzen transversal, je nach Lokalisation der Läsion koronare oder sagittale kontrastmittelverstärkte Sequenzen          |
| Tränendrüsenraumforderung                | Orbita- oder Bulbusspule                  | T1- und T2-gewichtete Sequenzen koronar, zur weiteren Differenzierung kontrastmittelverstärkte Sequenzen koronar  |
| Raumforderung des N. opticus             | Orbitaspule                               | Koronare oder parasagittale T1-gewichtete Sequenzen, koronare schnelle T2-gewichtete und kontrastmittelverstärkte Sequenzen                                   |
| Orbitaspitzentumor/<br>Keilbeinmeningeom | Kopfspule                                 | Transversale native und kontrastmittelverstärkte T1-gewichtete Sequenzen  |

Zuordnung der zu untersuchenden Raumforderung zu einem Orbitakompartiment

► **Einteilung in Orbitakompartimente**

Der Schlüssel zur Diagnostik orbitaler Raumforderungen mittels der Schnittbildverfahren liegt in der Zuordnung der verschiedenen Erkrankungen in eines der Orbitakompartimente. Von der Vielzahl der Erkrankungen, die die Orbita befallen können, tritt immer nur eine stark reduzierte Anzahl von Erkrankungen in einem Kompartiment auf, da die Kompartimente z. T. unterschiedliche Gewebe beinhalten. So ist der erste Schritt in der Orbitadiagnostik die Zuordnung der zu untersuchenden Raumforderung zu einem Orbitakompartiment.

Die ► **Einteilung in Orbitakompartimente** erfolgt anhand anatomischer Strukturen. So unterteilt der Muskelkonus, eine bindegewebige Verbindung zwischen den 4 geraden Augenmuskeln, die retrobulbäre Orbita in das intrakonale und extrakonale Kompartiment. Der Sehnerv, der durch das intrakonale Kompartiment zentral hindurchläuft, stellt, ebenso wie die Augenmuskeln selbst, ein eigenes Kompartiment dar. Die äußere Begrenzung des extrakonales Kompartimentes wird von der knöchernen Orbita gebildet, der subperiostale Raum stellt dabei das benachbarte Kompartiment dar. Die Tränendrüsen und die Bulbi bilden jeweils ein eigenes Kompartiment. Das extrakonale Kompartiment ist nach ventral durch das Septum orbitale begrenzt, ventral schließt sich das präseptale Kompartiment an, das von den Lidern gebildet wird.

## Erkrankungen der Orbita

### Intrakonales Kompartiment

#### Sehnerv

Die ideale Untersuchungstechnik mit der CT für Fragestellungen bzgl. des orbitalen Anteils der Sehnerven besteht in einer dünn-schichtigen transversalen Spiral-CT-Untersuchung mit Schichtdicken von 0,5 bis maximal 1,0 mm und Anfertigung von koronaren und Sehnerv-parallelen sagittalen Reformatierungen vergleichbarer Schichtdicke. Transversale Schichten sind zur Beurteilung des Sehnerven weniger geeignet, da der Sehnerv intraorbital einen S-förmigen Verlauf aufweist. Ersatzweise sind trans-

## ► Partialvolumeneffekte

Gleichzeitige Untersuchung beider Orbitae sinnvoll

## ► Häufige Erkrankungen

## ► Seltene Erkrankungen

## ► Encephalomyelitis disseminata

## ► Optikusgliome

## ► Traumatische Veränderungen

versale 5-mm-Schichten anzustreben, um durch ► **Partialvolumeneffekte** die Sehnerven mit einer oder zwei Schichten abzubilden, wobei hier die Schichtorientierung parallel zur Orbitomeatallinie gewählt werden sollte. Referenzpunkte sind die Mitte des Meatus acusticus internus und der laterale Kantus. Der Sehnervenkomplex kommt in der CT mit höherer Dichte als das umgebende Fettgewebe zur Darstellung; eine Differenzierung zwischen Nerv und Nervenscheide ist beim Gesunden nicht zu erwarten.

In der MRT dagegen gelingt in T<sub>2</sub>-gewichteten Sequenzen die Differenzierung von Sehnerv und Nervenscheide regelmäßig: Schon beim Gesunden trennt ein hyperintenser schmaler Saum, der dem Subarachnoidalraum entspricht, den Sehnerven von der Nervenscheide, die beide ein mittleres Signal aufweisen. Da der Sehnerv einen vorgeschobenen Teil des Gehirns darstellt, entspricht die Nervenscheide meningealem Gewebe. In der T<sub>1</sub>-Gewichtung kommen der N. opticus und der Sehnervenkomplex hypointens zur Darstellung und lassen sich ebenso wie die Augenmuskeln durch das umliegende signalreiche retrobulbäre Fett deutlich abgrenzen. Wegen des S-förmigen Verlaufes des N. opticus ist die parasagittale, Sehnerv-parallele Schichtebene am besten geeignet, den intraorbitalen Anteil des N. opticus auf wenigen Schichten abzubilden, in der transversalen Schichtung dagegen läuft der Sehnerv bei dünn-schichtiger Untersuchungstechnik mehrmals aus der Bildebene. Die gleichzeitige Untersuchung beider Orbitae erscheint sinnvoll, da die differentialdiagnostische Einordnung und die Beurteilung der Größe in der Regel leichter fällt. Diagnostisch wegweisend bei Raumforderungen des Sehnerven ist das Verhältnis von Subarachnoidalraum und Sehnervdurchmesser in der koronaren Schichtung: So ist eine beidseitige Aufweitung des Subarachnoidalraumes insbesondere bei Stauungspapille infolge einer Hirndrucksteigerung zu erwarten, während eine beidseitige Verdickung des Sehnerven auf ein beidseitiges Optikusgliom im Rahmen einer Neurofibromatose hinweisend ist.

### ► Häufige Erkrankungen des Sehnerven und seiner Nervenscheide:

- Optikusneuritis,
- Einblutungen bei Apex-nahen Frakturen,
- Perineuritis bei entzündlichem Pseudotumor,
- Optikusgliom.

### ► Seltener sind:

- Optikusscheidenmeningeom,
- Sarkoidose,
- Metastasen,
- Hämangioblastom.

Entzündliche Veränderungen des Sehnerven treten v. a. als Neuritis N. optici im Rahmen einer ► **Encephalomyelitis disseminata** auf. Bildmorphologisch zeigt sich in der akuten Phase der Entzündung eine Aufweitung des Subarachnoidalraumes und eine umschriebene Kontrastmittelaufnahme im Sehnerven. Beide Befunde sind bei optimierter Untersuchungstechnik in der CT und MRT nachzuweisen, wobei die MRT die höhere Sensitivität aufweist. Charakteristisch ist eine tubuläre Verdickung des Sehnervenkomplexes in seiner ganzen intraorbitalen Verlaufsstrecke, wobei der Sehnerv selbst in der Regel nicht signifikant verdickt erscheint. Bei einer Infiltration der Umgebung ist an eine Perineuritis bei entzündlichem Pseudotumor zu denken.

Tumoröse Veränderungen des Sehnerven stellen v. a. ► **Optikusgliome** dar, die durch eine spindelförmige Auftreibung des N. opticus charakterisiert sind und eine kräftige Kontrastmittelanreicherung v. a. in der MRT zeigen. Deutlich seltener treten Optikusscheidenmeningeome auf, sie zeigen eine eher tubuläre Auftreibung des Sehnervenkomplexes. Die Abgrenzung insbesondere von perineuritischen Veränderungen kann schwierig sein, zumal die in der CT oft zu findenden Verkalkungen dem Nachweis in der MRT häufig entgehen (Abb. 1).

Bei ► **traumatischen Veränderungen** in der Orbitaspitze, die meistens im Rahmen einer CT-Untersuchung gefunden werden, ist an eine begleitende Verletzung des Sehnerven zu denken. Die MRT kann hier sehr sensitiv perineurale Hämatome nachweisen.



Abb. 1a–d ▲ **Optikuscheidenmeningeom.** a MRT T1-Gewichtung nativ transversal, minimale Auftreibung des dorsalen Anteils des intraorbitalen Sehnervenanteils. b MRT T1-Gewichtung nach intravenöser Kontrastmittelapplikation, deutliches Enhancement der verdickten Sehnerven (Pfeile), Differenzialdiagnose Gliom vs. Optikuscheidenmeningeom ist offen. c CT in Weichteildarstellung, hohe Dichtewerte im Bereich der Sehnervenscheide. d CT in Knochendarstellung, sicherer Nachweis von Verkalkungen im Bereich der Sehnervenscheide (Pfeile), richtungsweisend für ein Optikuscheidenmeningeom. M Augenmuskulatur, O Sehnerv

### Sonstiges

Der Intrakonalraum ist durch den bindegewebigen Konus definiert, der die 4 geraden Augenmuskeln verbindet. Die Zuordnung zu diesem Kompartiment gelingt mit den Schnittbildverfahren am sichersten in der koronaren Schnittebene. Kleine Tumoren sind in der Regel gut zuzuordnen, dagegen besteht bei größeren Tumoren oft die Schwierigkeit, Tumoren des Sehnerven von Tumoren zu differenzieren, die nicht vom Sehnerven ausgehen.

In der CT hat sich für Fragestellungen des intrakonalen Kompartimentes die dünn-schichtige Spiral-CT-Untersuchung in transversaler Schichtführung mit anschließender Berechnung koronarer Reformatierungen bewährt.

Bei der Wahl der Untersuchungstechnik für die MRT ist die Eindringtiefe der verwendeten Oberflächenspulen zu bedenken. Bei Verwendung einer kleinen Spule mit beispielsweise 5 cm Durchmesser zeigt sich in der dorsalen Hälfte des Retrobulbärraumes ein zunehmender Signalabfall, der die Beurteilbarkeit limitiert. Hier muss ein Kompromiss zwischen der Eindringtiefe der Spule und der Ortsauflösung gefunden werden. Wird ein Seitenvergleich angestrebt, werden entweder primär beide Augen mit einer größeren Oberflächenspule untersucht oder die Untersuchung wird mit einer kleinen Spule separat für jedes Auge durchgeführt, was allerdings durch den Spulenwechsel zu einer Verlängerung der Untersuchungsdauer führt. Die wichtigste Ebene ist auch hier die koronare,

Kompromiss zwischen Eindringtiefe der Spule und Ortsauflösung



► Häufige Krankheitsbilder

► Seltene Erkrankungen

da nur in dieser Ebene eine Infiltration der Augenmuskulatur, ein Überschreiten des bindegewebigen Konus und eine Beteiligung des Sehnerven zuverlässig nachgewiesen werden kann. Der initiale Nachweis einer Raumforderung erfolgt in der Regel in der nativen T1-Gewichtung, da sich die meisten Veränderungen signalarm im Vergleich zum retrobulbären Fettkörper darstellen, der ein hohes Signal aufweist.

► Häufige Krankheitsbilder des intrakalen Raumes sind:

- kavernoöses Hämangiom,
- entzündlicher Pseudotumor,
- Varix-Knoten.

► Seltener finden sich:

- Lymphangiome,
- Neurofibrome,
- Metastasen,
- venöse Gefäßerweiterungen bei AV-Fisteln.

Lymphome und kapilläre Hämangiome treten zwar auch intrakal auf, ein extraokularer Befall ist bei beiden Entitäten jedoch häufiger.

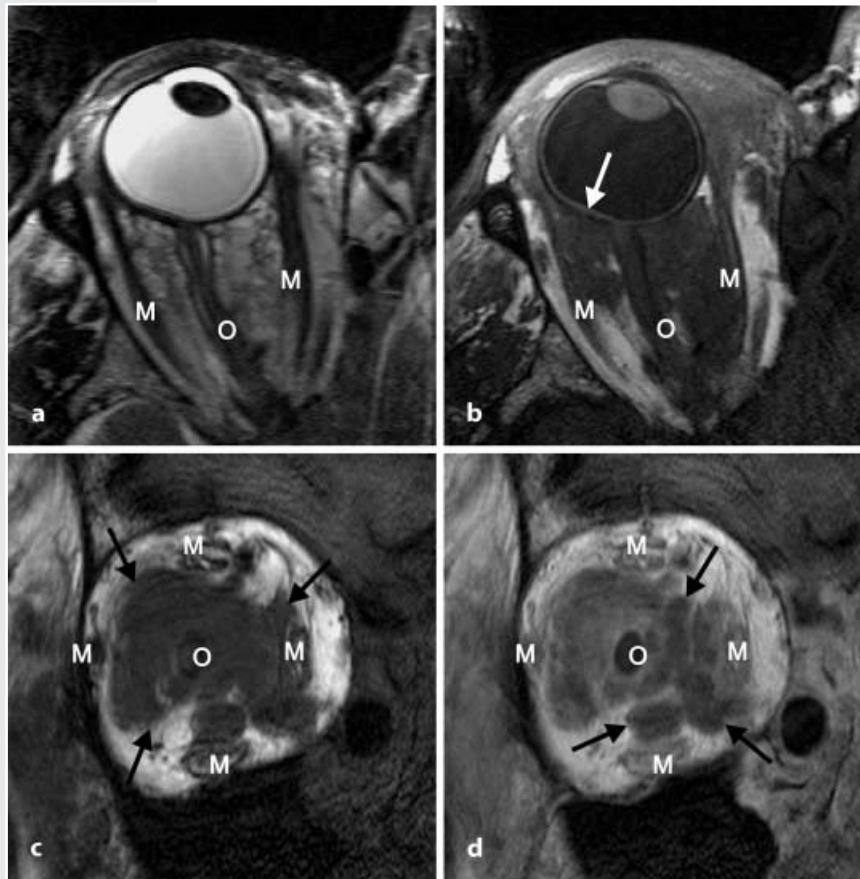


Abb. 2a–d ▲ Kavernoöses Hämangiom (intrakal). a MRT T2-Gewichtung, transversal, große, septierte Raumforderung, die den gesamten intrakalen Raum ausfüllt. b MRT T1-Gewichtung nativ, transversal, Verdrängung der Augenmuskulatur und Eindellung des Bulbus durch den signalarmen Tumor (Pfeil). c MRT T1-Gewichtung nativ, koronar, Respektierung des Muskelkonus durch die Raumforderung (Pfeile). d MRT T1-Gewichtung nach intravenöser Kontrastmittelanwendung, koronar, fleckige Kontrastmittelanahme im Tumor, einzelne Areale bleiben signalarm (Pfeile), gute Abgrenzung vom wenig kontrastmittelannehmenden Sehnervenkomplex. M Augenmuskulatur, O Sehnerv

### ► Kavernoſes Hämangiom

Umkehr der Kontraste

### ► Lymphangiome

### ► Entzündlicher Pseudotumor

Der Befall mehrerer Kompartimente ist nicht selten

### ► Varixknoten

Die zuverlässigste Schichtebene zur Beurteilung der Durchmesser der Augenmuskeln im Seitenvergleich ist die koronare

Die Differenzierung der intrakonalen Raumforderungen ist schwierig, da die häufigen und seltenen Tumoren meist rundlich oder ovalär mit relativ scharfer Begrenzung zur Darstellung kommen. In der CT imponieren die Tumoren hyperdens im Vergleich zum Fett, in der MRT weisen sie in der T<sub>1</sub>-Gewichtung ein niedriges Signal im Vergleich zum Fett und in der T<sub>2</sub>-Gewichtung meist hohe Signalintensitäten auf.

Da das ► **kavernöse Hämangiom** der häufigste orbitale Tumor ist, liegen hier umfangreiche Erfahrungen vor. Der Tumor ist glatt begrenzt und oft septiert. Obwohl kavernöse Hämangiome typischerweise in der MRT in der T<sub>1</sub>-Gewichtung signalarm und in der T<sub>2</sub>-Gewichtung sehr signalreich sind, kann es insbesondere bei partieller Thrombosierung zu abweichenden Signalen mit einer Umkehr der Kontraste kommen. Die kräftige Kontrastmittelaufnahme lässt sich durch den schwammartigen Aufbau erklären, aufgrund von Thrombosierungen kann diese aber auch fehlen (Abb. 2).

► **Lymphangiome** unterscheiden sich von kavernösen Hämangiomen durch ihre Häufigkeitsgipfel: Während Lymphangiome Tumoren des Kindesalters sind, treten kavernöse Hämangiome bevorzugt im mittleren Lebensalter auf. Lymphangiome sind im Vergleich zu kavernösen Hämangiomen nicht gekapselt, sie bestehen aus bindegewebigen, epithelausgekleideten Lakunen, die seröse Flüssigkeit oder Blut enthalten können. Während kavernöse Hämangiome eher durch Thrombosierungen auffallen, finden sich bei Lymphangiomen eher Blutungen unterschiedlichen Alters. Aufgrund der Einblutungen weisen Lymphangiome in der CT häufig höhere Dichtewerte als kavernöse Hämangiome auf.

Als ► **entzündlicher Pseudotumor** der Orbita wird eine heterogene Gruppe von Krankheitsbildern zusammengefasst, die histologisch durch inflammatorische, aber auch durch reaktive lymphatische Hyperplasien und granulomatöse Veränderungen gekennzeichnet sein kann. Abzugrenzen ist der entzündliche Pseudotumor von Infektionen der Orbita, bei denen ein Erreger isoliert werden kann. Klinisch imponieren v. a. akute Formen durch starke bewegungsabhängige Schmerzen bei Augenbewegung, chronische Verläufe sind nicht selten. Uneinheitlich ist auch das Befallsmuster, das von einer diffusen Auflagerung auf der Bulbusrückwand über Veränderungen in der Umgebung des Sehnerven bis zu einer ausgedehnten intrakonalen Raumforderung reichen kann. Der Befall mehrerer Kompartimente ist nicht selten, häufig findet sich ein Befall der Tränendrüse (auch als alleinige Manifestation) und der Augenmuskeln.

In der MRT stellen sich die Infiltrate des entzündlichen Pseudotumors in den T<sub>1</sub>-gewichteten Sequenzen mit niedrigem, etwa muskelisointensem Signal und in den T<sub>2</sub>-gewichteten Sequenzen häufig mit geringem Signal dar. Der beste Überblick gelingt in den koronaren Schichten, eine Bulbusbeteiligung kommt in den transversalen oder sagittalen Schichten am deutlichsten zur Darstellung.

In der CT fallen die Raumforderung und eine Protrusio auf, die Dichtewerte des entzündlichen Pseudotumors liegen im Bereich der Augenmuskulatur. Eine signifikante Kontrastmittelaufnahme wird nicht gefunden.

Häufige intrakonale Gefäßprozesse sind ► **Varixknoten** und arteriovenöse Fisteln (seltener orbital, häufiger fortgeleitet als Folge einer Sinus-kavernosus-Fistel). Die erweiterten Gefäße sind v. a. in koronaler Schnittführung gut darstellbar. Zusätzliche Messungen können bei entsprechend angepasster Messzeit während eines Valsalva-Manövers durchgeführt werden.

### Augenmuskeln

Die Augenbewegung wird über 6 Augenmuskeln gesteuert, 4 gerade und 2 schräge. Die Muskeln sind untereinander und z. T. mit dem Bulbus und der knöchernen Orbita durch faszienartige Strukturen verbunden, die sich der Bildgebung jedoch bislang entziehen, die jedoch für die Einteilung in die verschiedenen Orbitakompartimente verantwortlich sind. Die Erkrankungen der Augenmuskeln äußern sich meist in einer Verdickung des Muskelbauches und/oder der Sehnen. Die zuverlässigste Schichtebene zur Beurteilung der Durchmesser der Augenmuskeln im Seitenvergleich ist die koronare, wobei die Augenmuskeln beider Orbitae im gleichen Winkel angeschnitten werden müssen, um einen realistischen Vergleich zu gewährleisten.

► **Multiechosequenz**

► **Häufige Augenmuskelerkrankungen**

► **Seltene Augenmuskelerkrankungen**

Die häufigste Ursache für Augenmuskelerkrankungen ist die endokrine Orbitopathie

In der CT stellen sich die Augenmuskeln aufgrund des natürlichen Kontrastes der Muskeln und des umgebenden Fettgewebe des intra- und extrakonalen Kompartimentes gut dar, auch hier ermöglichen koronare Reformatierungen eines dünn-schichtigen transversalen Datensatzes einen Informationszugewinn.

In der MRT ist die primäre Ebene für die Beurteilung der Augenmuskeln ebenfalls die koronare Ebene, neben den T1- und T2-gewichteten Sequenzen hat sich für die Einschätzung der entzündlichen Komponente bei der endokrinen Orbitopathie die Anfertigung einer sog. ► **Multiechosequenz** durchgesetzt. Die Augenmuskeln stellen sich in T1-gewichteten Sequenzen signalarm dar, das retrobulbäre Fett, welches sich stark hyperintens in der T1-Gewichtung darstellt, dient hier als natürliches Kontrastmittel. Deutlich geringer ist der Kontrast zwischen Fett und Muskel in der T2-Gewichtung, hier stellen sich die Muskeln gering hyperdens im Vergleich zum Fett dar. Zusätzlich kann die Durchführung transversaler oder parasagittaler Ebenen sinnvoll sein, um die Muskeln in ihrer Längsausdehnung zu beurteilen.

► **Häufige Augenmuskelerkrankungen:**

- endokrine Orbitopathie,
- Myositis,
- Augenmuskelveränderungen im Rahmen des entzündlichen Pseudotumors der Orbita.

► **Seltene Augenmuskelerkrankungen:**

- Lymphome,
- Rhabdomyosarkome,
- Muskelverdickungen (auf der Basis von AV-Fisteln und Traumata).

Die häufigste Ursache für Augenmuskelverdickungen ist die endokrine Orbitopathie, die meist in Zusammenhang mit einem Morbus Basedow auftritt. Charakteristisch ist eine symmetrische Verdickung von Augenmuskeln in beiden Orbitae, wobei eine deutliche Häufung beim Befall der Mm. rectus inferior und medialis zu beobachten ist. Der CT wird in der Diagnostik keine Bedeutung beigemessen, erst in späten Stadien zeigen sich in der CT nachweisbare Dichteminderungen innerhalb des Muskelbauches aufgrund von fettigen Degenerationen. Die MRT dagegen ist in der Lage, als Verlaufskontrolle unter Therapie zu dienen. Während sich auch in den T1-gewichteten Sequenzen Strukturveränderungen der Augenmuskeln erst im Spätstadium bemerkbar machen, zeigen die T2-gewichteten Sequenzen im akuten Stadium entzündliche Anteile durch hohe Signalintensitäten an. Durch die Berechnung der sog. T2-Zeit auf der Basis einer Multiecho-Sequenz kann quantifiziert werden.

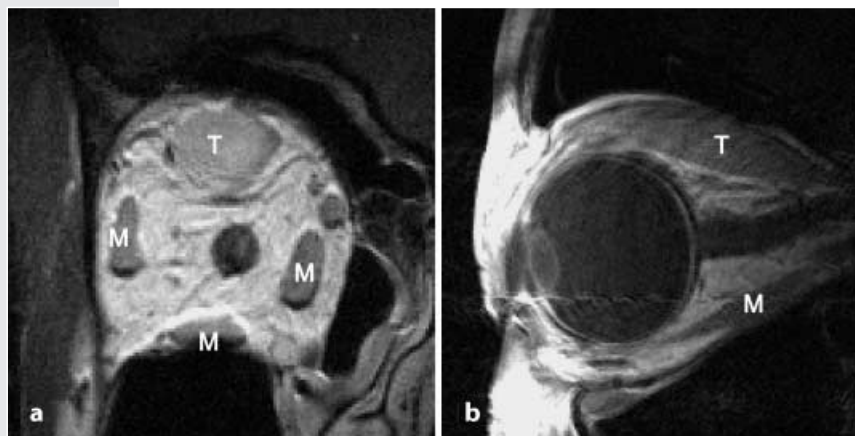


Abb. 3a,b ▲ **Myositis (Augenmuskulatur).** a MRT T1-Gewichtung nach intravenöser Kontrastmittelapplikation, koronar, deutliche Verdickung des M. rectus superior. b MRT T1-Gewichtung nach intravenöser Kontrastmittelapplikation, sagittal, Vergrößerung des entzündlich veränderten Muskels im gesamten Verlauf (inklusive Sehne). M Augenmuskulatur, T Tumor



▶ **Unspezifische Myositis**▶ **Entzündlicher Pseudotumor**▶ **AV-Fisteln**▶ **Traumatische Veränderungen**

Eine weitere entzündliche Erkrankung der Augenmuskeln ist die ▶ **unspezifische Myositis**. Da sich jedoch weder in der CT Dichteveränderungen noch in der MRT Signalveränderungen bei der Myositis gegenüber dem Normalbefund zeigen, sind es v. a. morphologische Veränderungen, die differenzialdiagnostisch wegweisend sind. So ist bei einer Myositis in der Regel der Muskel und die Sehne betroffen, während bei der endokrinen Orbitopathie nur der Muskelbauch verdickt ist. Auch das Befallsmuster unterscheidet sich: Eine Myositis findet sich häufiger in den lateralen und medialen Muskeln, während Lymphome überwiegend im M. rectus superior zu finden sind. Die Volumenzunahme des jeweiligen Muskels ist bei der endokrinen Orbitopathie weitaus am größten und sie findet gleichmäßig statt. Dagegen ist die Muskelvergrößerung bei der unspezifischen Myositis ungleichmäßig (Abb. 3).

Die Veränderungen der Augenmuskeln im Rahmen eines ▶ **entzündlichen Pseudotumors** entsprechen denen der unspezifischen Myositis. Wegweisend neben der charakteristischen Klinik mit starken Schmerzen sind die begleitenden intraorbitalen Veränderungen (s. o.), jedoch tritt der Augenmuskelfall auch solitär auf.

Augenmuskeldickungen bei ▶ **AV-Fisteln**, die zumeist im Sinus cavernosus lokalisiert sind, betreffen sämtliche Muskeln, darüber hinaus ist die V. ophthalmica superior deutlich erweitert.

▶ **Traumatische Veränderungen** von Augenmuskeln finden sich in der Regel in Zusammenhang mit Frakturen der Orbita, insbesondere die Einklemmung oder Aufspießung des M. rectus inferior ist eine gefürchtete Komplikation bei Orbitabodenfraktur.

## Literatur

1. Hoffmann KT, Hosten N, Lemke AJ, Sander B, Zwicker C, Felix R (1998) Septum orbitale: high-resolution MR in orbital anatomy. *Am J Neuroradiol* 19:91–94
2. Hosten N (1995) Auge und Orbita: Radiologische Differentialdiagnostik. Thieme, Stuttgart New York
3. Hosten N, Lemke AJ, Sander B, Wassmuth R, Terstegge K, Bornfeld N, Felix R (1997) MR anatomy and small lesions of the eye: improved delineation with a special surface coil. *Eur Radiol* 7:459–463
4. Kalman A, Gloor B (1992) Neoplastische Veränderungen in der Orbita. II. Raumforderungen im Bereiche der Tränendrüse. *Klin Mbl Augenheilk* 201:361–369
5. Lemke AJ, Hosten N, Grote A, Felix R, Wollensak J (1996) Differenzierung von Tränendrüsentumoren mit der hochauflösenden Spiral-CT im Vergleich zur Magnetresonanztomographie. *Ophthalmologie* 3:284–291
6. Lemke AJ, Hosten N, Grote A, Felix R (1996) Anatomie und Pathologie des Retrobulbärraumes mit der MRT mit einer hochauflösenden Oberflächenspule. *Ophthalmologie* 3:292–298
7. Lemke AJ, Hosten N, Bornfeld N, Bechrakis NE, Frenzel D, Richter M, Felix R (1998) Erscheinungsbild von Aderhautmelanomen in der hochauflösenden 1,5-T-MRT mit einer Oberflächenspule anhand von 200 konsekutiven Patienten. *Fortschr Röntgenstr* 169(5):471–478
8. Lemke AJ, Hosten N, Bornfeld N, Bechrakis NE, Schüler A, Richter M, Stroszczyński C, Felix R (1999) Uveal melanoma: correlation of histopathologic and radiologic findings by using thin-section MR imaging with a surface coil. *Radiology* 210:775–783
9. Mafee MF, Peyman GA (1987) Retinal and choroidal detachments: role of magnetic resonance imaging and computed tomography. *Radiol Clin North Am* 25(3):487–507
10. Mafee MF, Puttermann A, Valvassori GE (1987) Orbital space occupying lesions: role of magnetic resonance imaging and computed tomography – a review of 145 cases. *Radiol Clin N America* 15:529–560
11. Zonneveld F, Koorneef L, Hillen B, de Slegte RGM (1987) Normal direct multiplanar CT anatomy of the orbit with correlative anatomic cryosections. *Radiol Clin North Am* 15:381–408

**Teil 2 der Arbeit erscheint in Heft 6/2001. Darin werden die Erkrankungen des extrakonalen Kompartiments, des subperiostalen Kompartiments, der Tränendrüse, des Bulbus und des präseptalen Kompartiments dargestellt.**

## Fragen zur CME-Zertifizierung

### 1. Welches sind die typischen Indikationsbereiche für die CT-Diagnostik?

- I. Frage nach Tumorausbreitung bei Bulbus-tumoren
- II. Frage nach Verkalkungen
- III. Frage nach entzündlichen Augenmuskelerkrankungen
- IV. Frage nach einer knöchernen Verletzung der Orbitaspitze
- V. Fragestellungen bei Patienten mit Herzschrittmachern
  - a) Nur I, II und III sind richtig
  - b) Nur II, III und V sind richtig
  - c) Nur II, IV und V sind richtig
  - d) Nur I, III und V sind richtig
  - e) Keine der Aussagen ist richtig

### 2. Welche Aussagen zur MRT treffen nicht zu?

- I. Mit unterschiedlichen Spulen ist die Ortsauflösung immer gleich
- II. In der T1-Gewichtung stellt sich Fett hyperintens dar
- III. In der T2-Gewichtung stellt sich Wasser hypointens dar
- IV. Die Eindringtiefe einer Oberflächenspule entspricht etwa dem 2,5-fachen ihres Durchmessers
- V. Im Gegensatz zur CT können in der MRT die Bilddaten in allen Raumrichtungen akquiriert werden
  - a) Nur I, III und IV treffen nicht zu
  - b) Nur I und IV treffen nicht zu
  - c) Nur IV und V treffen nicht zu
  - d) Nur II und IV treffen nicht zu
  - e) Alle Aussagen treffen nicht zu

### 3. Welche Aussagen zur Sehnerven-diagnostik treffen zu?

- I. Die koronare Schnittführung ist besonders geeignet, die Weite der Optikus-scheide zu beurteilen
- II. Verkalkungen des Nervus opticus sind mit der CT genauso gut beurteilbar wie mit der MRT
- III. Der Sehnerv hat einen s-förmigen Verlauf in der transversalen Ebene
- IV. Zur Beurteilung der Sehnervenscheidenweite ist eine vergleichende Untersuchung beider Sehnerven sinnvoll
- V. Der intrakranielle Anteil des Nervus opticus ist nur mit der CT beurteilbar
  - a) Nur I, III und IV treffen zu
  - b) Nur I und IV treffen zu
  - c) Nur IV und V treffen zu
  - d) Nur II und IV treffen zu
  - e) Alle Aussagen treffen zu

### 4. Bitte beurteilen Sie die folgenden beiden Aussagen und die Verknüpfung:

Die Kontrastmittelgabe verbessert in der Regel bei intrakalen Tumoren den Kontrast zwischen Tumor und umgebendem Fett (Aussage 1)

weil

die intrakalen Tumoren in der nativen T1-Gewichtung hypointens zur Darstellung kommen und eine kräftige Kontrastmittelanreicherung zeigen (Aussage 2)

- a) Aussage 1 und 2 sind richtig, die Verknüpfung ist richtig
- b) Aussage 1 und 2 sind richtig, die Verknüpfung ist falsch
- c) Aussage 1 ist richtig, Aussage 2 ist falsch
- d) Aussage 1 ist falsch, Aussage 2 ist richtig
- e) Aussage 1 und 2 sind falsch

### 5. Welche Aussagen zum intrakalen Kompartiment treffen zu?

- I. Der Musculus obliquus superior und der Musculus obliquus inferior bilden die Begrenzung des intrakalen Kompartimentes
- II. Metastasen sind die häufigste Tumoren des intrakalen Kompartimentes
- III. Kavernöse Hämangiome sind häufig thrombosiert
- IV. Bei intrakalen Raumforderungen ist eine koronare Schnittführung sinnvoll, um eine Beteiligung der Augenmuskeln zu beurteilen
- V. In der T1-Gewichtung zeigt sich in der nativen Untersuchung in der Regel ein guter Kontrast zwischen Fettgewebe und intrakalen Raumforderungen
  - a) Nur I, II und V treffen zu
  - b) Nur IV und V treffen zu
  - c) Nur III, IV und V treffen zu
  - d) Nur III und IV treffen zu
  - e) Keine Aussagen trifft zu

Antworten in Heft 7/2001

Einsendeschluss: 2. Juli 2001

Antworten aus Heft 3/2001:

1b, 2b, 3c, 4b, 5c

Ihre Abonentennummer

|                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |   |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | / | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|----------------------|

Wenn Ihre Abonentennummer vor dem Schrägstrich weniger als sieben Ziffern aufweist, füllen Sie die verbliebenen Felder vorne bitte mit Nullen auf.

*Druckschrift erforderlich*

Vorname/  
Name:

Straße:

Plz./Ort:

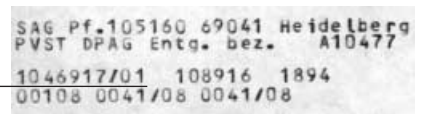
Fax:

-

Wenn Sie an der Zertifizierung teilnehmen möchten, verwenden Sie bitte den maschinenlesbaren Originalfragebogen aus Ihrer Zeitschrift. Der hier in LINK aufgelegte Fragebogen ist nicht maschinenlesbar und kann deswegen für die Auswertung nicht berücksichtigt werden. Alternativ besteht auch die Möglichkeit der Online-Zertifizierung unter <http://www.medicinonline.de>

⇓ Faxanschlag ⇓

Dieser Antwortbogen bezieht sich auf die Fragen des vorausgehenden Weiterbildungsbeitrags. Aus Gründen der korrekten Identifizierung können an dieser Aktion nur Abonnenten von DER RADIOLOGE teilnehmen; deswegen ist die Angabe Ihrer Abonentennummer obligatorisch. Ihre Abonentennummer finden Sie auf dem Adressaufkleber Ihrer Zeitschrift zu Beginn der dritten Zeile bzw. auf Ihrer Rechnung neben dem Wort „Auftragsnummer“. Ihre Abonentennummer besteht aus bis zu sieben Ziffern, einem Schrägstrich und zwei darauffolgenden Ziffern (siehe rechts).



Abonentennummer (Beispiel)

(In Ausnahmefällen fragen Sie nach Ihrer Abonentennummer unter 06221/3450.)

Unleserliche Fragebögen bzw. Fragebögen mit falscher Abonentennummer können nicht berücksichtigt werden. Die richtigen Antworten erscheinen in der übernächsten Ausgabe von DER RADIOLOGE am Ende der Rubrik „Weiterbildung“.

**Im Juni und Dezember 2001 faxen wir Ihnen die Auswertung Ihrer eingesandten Antwortbögen zu. Darum benötigen wir zwingend Ihre Faxnummer.**

Noch einfacher ist die Teilnahme online unter [www.medicinonline.de](http://www.medicinonline.de). Wenn Sie Ihren Fragebogen online ausfüllen, erhalten Sie die Auswertung per E-Mail. Zusätzlich können Online-Nutzer Ihren aktuellen Ergebnisstand jederzeit abrufen; das aktuelle Ergebnis natürlich erst nach dem Einsendeschluss.

Bei den Landesärztekammern Hessen, Bayern und Nordrhein gemeldete Ärzte können die vom Springer-Verlag zugesandten Auswertungsbögen zur Zertifizierung bei der Landesärztekammer einreichen. Ärzten anderer Ärztekammern wird empfohlen, die Auswertungsbögen bis auf weiteres zu sammeln, bis auch ihre Ärztekammer diese Fortbildungsinitiative zertifiziert. Der Springer-Verlag wird Sie regelmäßig informieren.

**Einsendeschluss (Eingang im Verlag) ist der 2.7.2001**

Senden Sie den Fragebogen bitte nicht auf dem Postweg zurück, sondern an: **Fax-Nummer: 06221/616477** (nur in Originalgröße faxen)

**Antwortfeld: (nur eine Antwort pro Frage ankreuzen)**

|    | a                        | b                        | c                        | d                        | e                        |
|----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

⇓ Faxanschlag ⇓

-----

Ort, Datum Unterschrift

s001170100571