


Sonography of Salivary Gland Tumors and Disorders



Authors

Felix Johnson¹, Alessandro Bozzato² , Naglaa Mansour³, Konstantinos Mantsopoulos⁴, Georgios Psychogios⁵, Pamela Zengel⁶, Benedikt Hofauer¹

Affiliations

- 1 Otorhinolaryngology, Medical University of Innsbruck, University Hospital for Otorhinolaryngology (ENT), Innsbruck, Austria
- 2 Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, University Hospital Saarland Medical School, Homburg, Germany
- 3 Department of Otorhinolaryngology, University Clinic of Freiburg, Germany
- 4 Department of Otolaryngology, Head and Neck surgery, University of Erlangen-Nuremberg, Erlangen, Germany
- 5 Department of Otorhinolaryngology, University of Ioannina, Greece
- 6 Department of Otorhinolaryngology, Ludwigs-Maximilian University Clinic, München, Germany

Bibliography

Ultraschall in Med

published online 2025

DOI 10.1055/a-2481-7248

ISSN 0172-4614

© 2025. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Georg Thieme Verlag KG, Oswald-Hesse-Straße 50, 70469 Stuttgart, Germany

ABSTRACT

Diseases of the salivary glands are as common as they are diverse and can have different causes. Clinicians can differentiate salivary gland changes based on chronic systemic diseases, congenital and vascular malformations, and benign and malignant tumors. Acute infectious pathologies can also arise as a result of obstructive pathologies. A large number of diseases with similar clinical presentations have to be differentiated. Due to the improved resolution of ultrasound technology over the last 20 years, it is now used as the first imaging modality to examine salivary gland pathologies. It allows a quick, dynamic, and non-invasive examination of the salivary glands and the soft tissue of the neck. In order to accurately diagnose and treat patients, a very good knowledge of these diseases and their appearance on sonography is required.

Objectives

This article is intended to help readers for the following:

- to gain an overview of the many possible disorders of the salivary glands, as well as the most important acute and chronic pathologies of the salivary glands,
- to differentiate benign from malignant tumors using sonography,
- to diagnose rare chronic or immunological diseases and sialadenoses,
- to understand the advantages and disadvantages of ultrasound technology, including contrast-enhanced US (CEUS), color-coded duplex sonography (CCDS), and elastography, and to learn about their value in examination of salivary gland disorders.

Patient consent was obtained for photo documentation.

Introduction

A 45-year-old patient presents at our outpatient clinic with an asymmetrical pre-auricular swelling on both sides that has been present for a few days for further investigation. He has a feeling of tension but no severe pain. When asked about a connection with food intake, the patient denies any connection. This is a first-time occurrence and in addition to the symptoms described, the patient notices swelling of both upper eyelids and complains of slightly delayed dryness of the mouth and eyes. There are no relevant co-morbidities, and he is protected by vaccinations in line with the recommendations of the Standing Committee on Vaccination; there are no noxious agents, and the patient has never had surgery in the head and neck area.


Sonografie von Speicheldrüsentumoren und Speicheldrüsen-Erkrankungen



OPEN
ACCESS



Autorinnen/Autoren

Felix Johnson¹, Alessandro Bozzato² , Naglaa Mansour³, Konstantinos Mantsopoulos⁴, Georgios Psychogios⁵, Pamela Zengel⁶, Benedikt Hofauer¹

Institute

- 1 Otorhinology, Medical University of Innsbruck, University Hospital for Otorhinology (ENT), Innsbruck, Austria
- 2 Department of Otorhinology, Head and Neck Surgery, University Hospital Saarland Medical School, Homburg, Germany
- 3 Department of Otorhinology, University Clinic of Freiburg, Germany
- 4 Department of Otolaryngology, Head and Neck surgery, University of Erlangen-Nuremberg, Erlangen, Germany
- 5 Department of Otorhinology, University of Ioannina, Greece
- 6 Department of Otorhinology, Ludwigs-Maximilian University Clinic, München, Germany

Bibliografie

Ultraschall in Med
published online 2025
DOI 10.1055/a-2481-7248
ISSN 0172-4614

© 2025. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Georg Thieme Verlag KG, Oswald-Hesse-Straße 50, 70469 Stuttgart, Germany

ZUSAMMENFASSUNG

Erkrankungen der Speicheldrüsen sind ebenso häufig wie vielfältig und können unterschiedliche Ursachen haben. Kliniker können Speicheldrüsen-Veränderungen in chronische systemische Krankheiten, angeborene und vaskuläre Fehlbildungen sowie gutartige und bösartige Tumoren differenzieren. Akute infektiöse Pathologien können auch als Folge obstruktiver Pathologien entstehen. Eine Vielzahl von Erkrankungen mit ähnlichem klinischem Erscheinungsbild müssen voneinander abgegrenzt werden. Aufgrund des verbesserten Auflösungsvermögens der Ultraschall-Technik in den letzten 20 Jahren wird diese nun als erste Bildmodalität zur Untersuchung von Speicheldrüsen-Pathologien verwendet. Sie erlaubt eine schnelle, dynamische, und nicht invasive Untersuchung der Speicheldrüsen sowie des Halsweichteils. Um Patienten genau diagnostizieren und behandeln zu können, ist eine sehr gute Kenntnis dieser Krankheiten sowie deren Erscheinungsbilder in der Sonografie erforderlich.

Lernziele

Die Lektüre dieses Beitrags sollte Ihnen helfen,

- einen Überblick über die Vielzahl an möglichen Erkrankungen der Speicheldrüsen und die wichtigsten akuten und chronischen Pathologien der Speicheldrüsen zu erhalten,
- sonografisch gutartige von bösartigen Tumoren zu differenzieren,
- seltene chronische oder immunologische Erkrankungen sowie Sialadenosen zu diagnostizieren, und
- die Vor- und Nachteile der Ultraschall-Technik, einschließlich des kontrastverstärkten US (CEUS), farbkodierter Duplexsonografie und Elastografie zu ver-

stehen und deren Stellenwert in der Untersuchung von Speicheldrüsen-Erkrankungen kennenzulernen.

Eine Einwilligung zur Fotodokumentation der Patienten liegt vor.

Einleitung

Ein 45-jähriger Patient stellt sich in unserer Poliklinik mit einer seit wenigen Tagen bestehenden, asymmetrischen Schwellung präaurikulär beidseits zur weiteren Abklärung vor. Er verspüre ein Spannungsgefühl, jedoch keine starken Schmerzen. Die Frage nach einem Zusammenhang mit der Nahrungsaufnahme wird vom Patienten

Various diseases can explain the described symptoms of swelling in the head and neck area – alongside clinical examination, sonography plays an important role in further clarification. The presentation and causes of salivary gland disorders vary and require the support of relevant diagnostic tools to treat patients successfully. In addition, the causes and manifestations of this disorder are different in children than in older patients. This article aims to provide an overview of the relevant salivary gland disorders and the associated changes in sonography.

Excursus: Standardized ultrasound examination of the salivary glands

Sonography of the salivary glands is typically performed with an ultrasound transducer using a frequency between 5–13 MHz and should always start on the non-pathological side. Compared to muscle, normal salivary gland tissue is hyperechoic and has a slightly granular and homogeneous texture.

Generally, an ultrasound examination of the sublingual glands will be performed from the submental side (► **Fig. 1**). In the submental transverse plane, you will see the “Mickey Mouse” formation that includes the anterior belly of the digastric muscle (MD), the mylohyoid muscle (MMH), the sublingual glands (GSL), the geniohyoid muscle (MGH), and the genioglossus muscle (MGG).

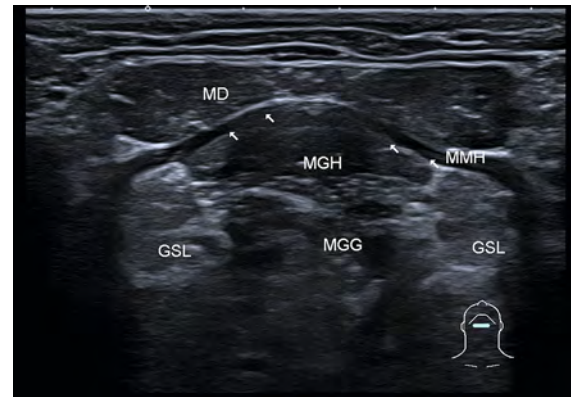
The submandibular gland is best visualized within the submandibular triangle in a longitudinal plane (► **Fig. 2**). From this angle, the mylohyoid muscle (MMH) can be seen, which appears hypoechoic compared to the submandibular gland.

The parotid gland (► **Fig. 3** and ► **Fig. 4**) should be examined in 2 steps: from below the mandible in a transverse plane to visualize the caudal parotid gland, and above the mandible additionally in a vertical plane. Dorsal to the mandible, the retromandibular vein can be seen in the Doppler examination, which represents a landmark for the anticipated course of the facial nerve. This can be helpful, for example, in preoperative planning.

► **Table 1** provides a list of relevant anatomical landmarks for sonographic examination of the salivary glands.

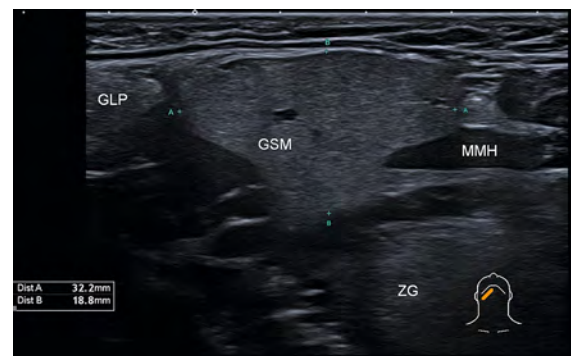
Malformations and pediatric diseases

In specialist practice, disorders of the salivary glands are not uncommon in children, but the incidences are significantly lower in pediatric patients than in older patients. The main causes in children are infections, inflammation, and vascular malformations [1]. Congenital anomalies include malformations of the branchial arches and ear tubercles. Pretragal sinus and cysts are usually superficial, and their extent can be easily described sonographically



► **Fig. 1** Transversal plane examination of the sublingual gland.

► **Abb. 1** Untersuchung der Glandula sublingualis in der Transversalebene.



► **Fig. 2** The longitudinal view of the submandibular gland. Mylohyoid muscles (Musculus mylohyoideus: MMH); submandibular gland (Glandula submandibularis: GSM); parotid gland (Glandula parotis: GLP), root of the tongue (ZG).

► **Abb. 2** Die Längsansicht der Unterkiefer-Speicheldrüse. Musculus mylohyoideus (MMH); Glandula submandibularis (GSM), Glandula parotis (GLP), Zungengrund (ZG).

with multi-frequency transducers in relation to the glandular tissue. These changes, which can be easily excised surgically, have to be differentiated from malformations of the first branchial arch region. This is a useful step because the external auditory canal, the parotid gland, and cervicofacial neck soft tissues can be impacted to varying degrees [2].

Agensis, hypoplasia, or aplasia of the salivary glands are rare but are frequently described in patients with Down syndrome or Treacher Collins syndrome, sometimes in combination with aplasia of the lacrimal gland, and these disorders are typically associated with sicca symptoms. In such cases, the salivary glands may be completely absent or only unilaterally developed, which underscores the importance of bilateral ultrasound examination [3].

verneint. Es handelt sich hierbei um ein Erstereignis, und zusätzlich zur beschriebenen Symptomatik fällt dem Patienten eine Schwellung beider Oberlider auf und er beklagt eine nur leicht versetzt aufgetretene Mund- und Augentrockenheit. Es bestehen keine relevanten Neben-erkrankungen und es besteht ein Impfschutz entsprechend den Empfehlungen der Ständigen Impfkommission, es liegen keine Noxen vor und der Patient wurde bisher nie im Kopf-Hals-Bereich operiert.

Verschiedene Erkrankungen kommen als Erklärung für die beschriebenen Beschwerden von Schwellungen im Kopf-Hals-Bereich in Frage – neben der klinischen Untersuchung spielt die Sonografie in der weiteren Abklärung eine entscheidende Rolle. Das Erscheinungsbild und die Ursachen von Speicheldrüsen-Erkrankungen sind unterschiedlich und es bedarf der Unterstützung relevanter Diagnosehilfsmittel, um Patienten erfolgreich zu behandeln. Zusätzlich sind Ursachen und Erscheinungsbild dieser Krankheiten bei Kindern anders als bei älteren Patienten. Dieser Artikel soll eine Übersicht über die relevanten Speicheldrüsen-Erkrankungen und die dazugehörigen Veränderungen in der Sonografie beschreiben.

Exkurs: Standardisierte Ultraschall-Untersuchung der Speicheldrüsen

Die Sonografie der Speicheldrüsen wird typischerweise mit einem Ultraschallkopf mit einer Frequenz zwischen 5–13 MHz. durchgeführt und sollte stets zunächst auf der nicht pathologischen Seite beurteilt werden. Klassisches Speicheldrüsen-gewebe ist im Vergleich zum Muskel echoreich und weist eine leicht körnige und homogene Textur auf.

Typischerweise wird eine Ultraschall-Untersuchung der Glandulae sublingualis von submental durchgeführt (► **Abb. 1**). In der submentalen transversalen Ebene kann man die „Micky-Maus“-Figur sehen, die den vorderen Bauch des Musculus digastricus (MD), den Musculus mylohyoideus (MMH), die Glandulae sublingualis (GSL), den Musculus geniohyoideus (MGH) und den Musculus genio-glossus (MGG) umfasst.

Die Unterkiefer-Speicheldrüse lässt sich am besten innerhalb des Trigonum submandibulare in einer Längsebene darstellen (► **Abb. 2**). Aus diesem Winkel ist der Musculus mylohyoideus (MMH) zu erkennen, der im Vergleich zur Glandula submandibularis echoarm erscheint.

Die Ohrspeicheldrüse (► **Abb. 3** und ► **Abb. 4**) sollte in 2 Schritten untersucht werden: von unterhalb des Unterkiefers in einer Transversalebene, um die kaudale Ohrspeicheldrüse darzustellen, und oberhalb des Unterkiefers zusätzlich in einer Vertikalebene. Dorsal des Unterkiefers ist in der Doppler-Untersuchung die Vena retromandibularis zu erkennen, die eine Landmarke für den antizipierten Ver-

► **Tab 1** Relevante anatomische Landmarken der großen Speicheldrüsen.

Glandula sublingualis	Glandula submandibularis	Glandula parotis
Musculus digastricus	Musculus digastricus	Musculus digastricus
Musculus mylohyoideus	Musculus mylohyoideus	Vena retromandibularis
Zungenbinnen-muskulatur	Zungenbinnen-muskulatur	Musculus sternocleidomastoideus
Musculus genioglossus	Zungengrund	Unterkiefer
Musculus geniohyoideus		Musculus masseter

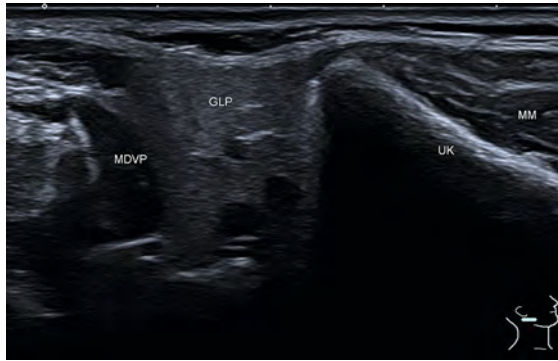
lauf des Nervus facialis darstellt. Dies kann beispielsweise bei der präoperativen Planung hilfreich sein.

Eine Zusammenfassung aller relevanten Landmarken, die bei der sonografischen Untersuchung der Speicheldrüsen hilfreich sind, ist in ► **Tab. 1** sichtbar.

Fehlbildungen und pädiatrische Erkrankungen

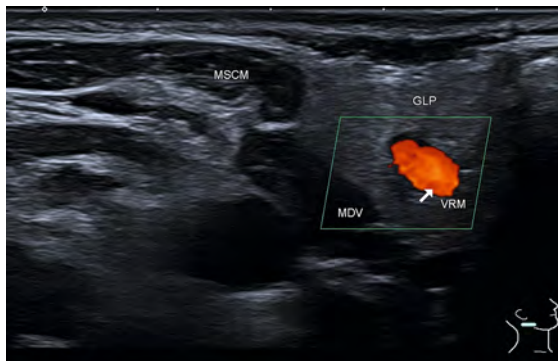
In der fachärztlichen Praxis sind Erkrankungen der Kopfspeicheldrüsen bei Kindern nicht selten, die Inzidenzen sind bei pädiatrischen Patienten jedoch deutlich niedriger als bei älteren Patienten. Die Hauptursachen bei Kindern sind Infektionen, Entzündungen und vaskuläre Malformationen [1]. Kongenitale Anomalien beinhalten Fehlbildungen der Kiemenbögen und der Ohrhöcker. Prätragale Zysten und Sinus sind meist oberflächlich und sonografisch mit Mehrfrequenz-Schallköpfen in ihrer Ausdehnung einfach in Relation zum Drüsengewebe zu beschreiben. Diese chirurgisch problemlos zu exzidierenden Veränderungen sind von Fehlbildungen der ersten Kiemenbogenregion abzugrenzen. Da der äußere Gehörgang, die Gl. parotis und zervikofaziale Halsweichteile in unterschiedlichem Ausmaß betroffen sein können, ist bei Planung einer chirurgischen Intervention neben der Sonographie eine kernspintomografische Darstellung zur Identifikation des Gangverlaufs in Relation zum Nervus facialis sinnvoll [2]. Auch sollte bei diesen kongenitalen Veränderungen auf einen Porus der Haut in der Gesichts- und Halsregion geachtet werden.

Agenesie, Hypoplasie oder Aplasie der Speicheldrüsen sind selten, werden jedoch öfters bei Patienten mit Down-Syndrom oder Treacher-Collins-Syndrom beschrieben, manchmal in Kombination mit einer Aplasie der Tränendrüse, und gehen typischerweise mit Sicca-Symptomen einher. In solchen Fällen können die Speicheldrüsen völlig fehlen oder nur einseitig ausgebildet sein, was die



► **Fig. 3** Images of the caudal parotid gland (GLP), digastric muscle, posterior belly (Musculus digastricus venter posterior: MDVP), mandible (UK), and masseter muscle (MM).

► **Abb. 3** Darstellung der kaudalen Glandula parotis (GLP), Musculus digastricus venter posterior (MDVP), Unterkiefer (UK), und Musculus masseter (MM).



► **Fig. 4** Doppler imaging of the retromandibular vein (Vena retromandibularis: VRM). Sternocleidomastoid muscle (Musculus sternocleidomastoideus: MSCM), parotid gland (GLP), digastric muscle (Musculus Digastricus: MDV).

► **Abb. 4** Doppler-Darstellung der Vena retromandibularis (VRM). Musculus sternocleidomastoideus (MSCM), Glandula parotis (GLP), Musculus Digastricus (MDV).

► **Table 1** Relevant anatomical landmarks of the major salivary glands.

Sublingual gland	Submandibular gland	Parotid gland
Digastric muscle	Digastric muscle	Digastric muscle
Mylohyoid muscle	Mylohyoid muscle	Retromandibular vein
Inner muscles of the tongue	Inner muscles of the tongue	Sternocleidomastoid muscle
Genioglossus muscle	Root of the tongue	Mandible
Geniohyoid muscle		Masseter muscle

Cystic changes and vascular anomalies

Cysts appear sonographically as echo-free, clearly defined space-occupying lesions with dorsal acoustic enhancement. Symptomatically, these can occasionally be perceived as unpleasant, and they can also fluctuate in size. The exact prevalence is not known, as they usually do not cause any complaints. Cysts are usually observed in the context of other diseases, such as Sjögren's syndrome or juvenile recurrent parotitis.

80% of hemangiomas in children are observed in the parotid gland, the remaining 20% are mostly located in the submandibular region and to a lesser extent in the minor salivary glands. In sonographic imaging (► **Fig. 5**), these are well-vascularized, often palpably soft space-occupying lesions, which – depending on their arterial and venous composition – can be classified reliably using color-coded duplex sonography [1, 4]. Without evidence of intralesional vessels, the lymphatic malformations form a separate entity. From a sonographic perspective, this is characterized by lobulated, echo-free soft changes that show distal acoustic enhancement (► **Fig. 6** and ► **Fig. 7**). In many cases of macrocystic lesions, sonographically guided puncture and sclerotherapy under sedation are recommended in addition to surgical excision [5].

Solid tumors

In addition to hemangiomas, mixed, benign tumors represent 20% of all space-occupying lesions of the salivary glands in children. Similar to adults, pleomorphic adenomas are described as one of the most common benign tumors in children. Nevertheless, tumors in children are more frequently malignant than tumors in adults [6]. Salivary gland carcinomas in childhood are rare, but they represent a heterogeneous collective similar to those found in adults. Their incidence is reported to be 0.8:1 000 000 and they typically develop around the age of 15 years [7]. Malignant tumors in children have a narrower range of histological entities and show a different biological behaviour than in the adult population, with children having a better long-term prognosis (survival over 90% after 10 years) [6, 8]. Mucoepidermoid carcinoma accounts for about 50% of all malignant tumors, followed by acinar cell carcinoma (25–35%), adenocarcinoma, and adenoid cystic carcinoma. In addition, lymphomas, sarcomas, and neuroblastomas are observed [6, 9]. Mucoepidermoid carcinoma is reported to be the most common malignant entity, and in the presence of a solid salivary gland tumor, the risk of malignancy is increased more than twofold in children compared to the adult population [10].

Inflammatory changes

In the group of pediatric patients, mumps (formerly called epidemic parotitis) and juvenile recurrent parotitis



► **Fig. 5** Hemangioma of the parotid gland (GP) in longitudinal view: Intraparenchymal on the right, a sharply demarcated hypoechoic space-occupying lesion (RF) with echo-inhomogeneous content is visible in the B-scan image. Color-coded duplex sonography confirms the presence of an intraglandular hemangioma with arterial-venous vascular components.

► **Abb. 5** Hämangiom an der Gl. parotis (GP) in Längsdarstellung: Intraparenchymal rechts ist in der B-Scan-Darstellung eine scharf demarkierte echoarme Raumforderung (RF) mit echoinhomogenem Inhalt sichtbar. Die farbkodierte Duplexsonografie bestätigt das Vorliegen eines Hämangioms intraglandulär mit arteriell-venösen Gefäßkomponenten.

Bedeutung einer beidseitigen Ultraschall-Untersuchung unterstreicht [3].

Zystische Veränderungen und vaskuläre Anomalien

Zysten erscheinen sonografisch als echoleere, klar begrenzte Raumforderungen mit einer dorsalen Schallverstärkung. Symptomatisch können diese gelegentlich als unangenehm empfunden werden und ihre Größe kann auch fluktuieren. Die genaue Prävalenz ist nicht bekannt, da sie meistens keine Beschwerden hervorrufen. Üblicherweise werden Zysten im Rahmen anderer Erkrankungen beobachtet, wie z. B. dem Sjögren-Syndrom oder der juvenilen rezidivierenden Parotitis.

80% der Hämangiome werden bei Kindern in der Glandula parotis beobachtet, die restlichen 20% sind weitestgehend in der Submandibular-Region und zu einem geringen Anteil in den kleinen Speicheldrüsen gelegen. In der sonografischen Darstellung (► **Abb. 5**) handelt es sich um gut vaskularisierte, oft palpatorisch weiche Raumforderungen, die – abhängig von ihrer arteriellen und venösen Zusammensetzung – mittels farbkodierter Duplexsonografie sicher eingeordnet werden können [1, 4]. Ohne einen Nachweis von intraläsionalen Gefäßen bilden die lymphatischen Malformationen eine eigene Entität. Sonografisch sind lobulierte, echoleere, weiche Veränderungen charakteristisch, die eine distale Schallverstärkung aufweisen (► **Abb. 6** und ► **Abb. 7**). Bei makrozystischen Läsionen bietet sich in vielen Fällen die sonografisch gesteuerte Punktions- und Sklerosierungsbehandlung in Sedierung neben der chirurgischen Exzision an [5].

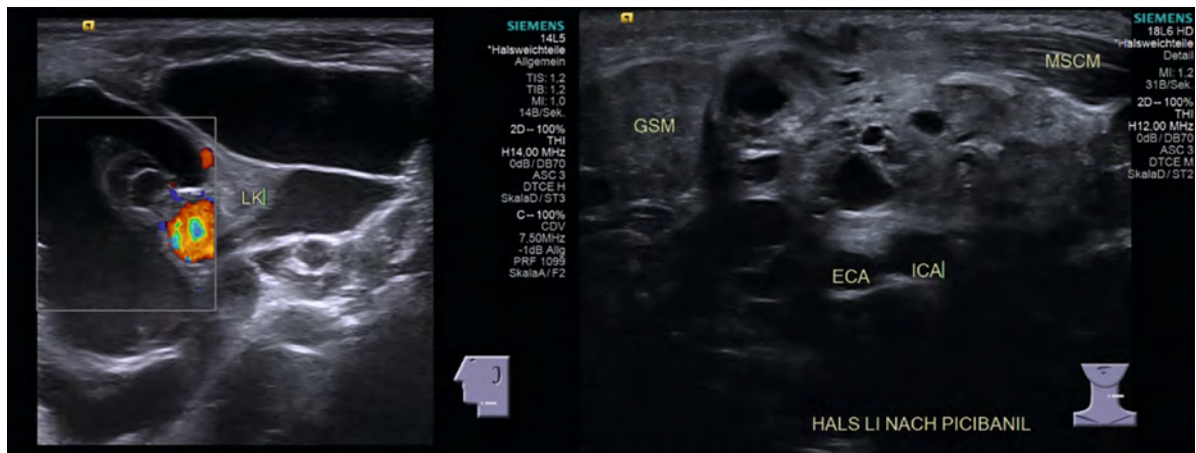
Solide Tumore

Neben den Hämangiomen stellen gemischte, gutartige Tumore 20% aller Raumforderungen der Kopfspeicheldrüsen

bei Kindern dar. Ebenso wie bei Erwachsenen werden pleomorphe Adenome als eine der häufigsten gutartigen Tumorarten bei Kindern beschrieben. Allerdings sind Tumore bei Kindern im Vergleich zu Tumoren bei Erwachsenen häufiger bösartig [6]. Speicheldrüsenkarzinome im Kindesalter sind selten, stellen jedoch ähnlich wie bei Erwachsenen ein heterogenes Kollektiv dar. Ihre Inzidenz wird mit 0,8:1 000 000 angegeben und sie entwickeln sich typischerweise um das 15. Lebensjahr herum [7]. Bösartige Tumore bei Kindern weisen eine geringere Bandbreite an histologischen Entitäten auf und zeigen ein anderes biologisches Verhalten als bei der erwachsenen Bevölkerung, wobei Kinder eine bessere Langzeitprognose haben (Überleben über 90% nach 10 Jahren) [6, 8]. Das Mukoepidermoid-Karzinom macht etwa 50% aller bösartigen Tumore aus, gefolgt vom Azinuszell-Karzinom (25–35%) sowie dem Adenokarzinom und dem adenoidzystischen Karzinom. Darüber hinaus werden Lymphome, Sarkome und Neuroblastome beobachtet [6, 9]. Das Mukoepidermoid-Karzinom wird als die häufigste maligne Entität angegeben und bei Vorliegen eines soliden Speicheldrüsentumors ist das Malignitätsrisiko bei Kindern im Vergleich zur Erwachsenenpopulation um mehr als das Zweifache erhöht [10].

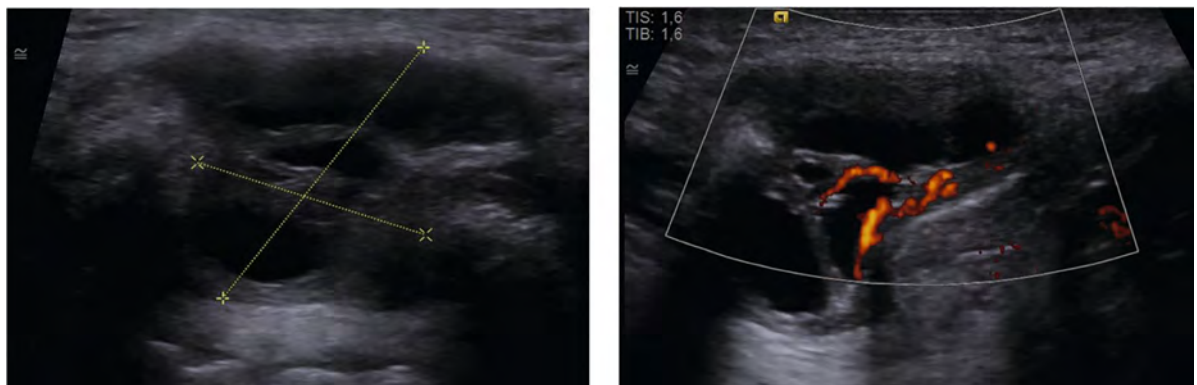
Entzündliche Veränderungen

In der Gruppe der pädiatrischen Patienten stellen Mumps (früher Parotitis epidemica genannt) und die juvenile rezidivierende Parotitis die häufigsten entzündlichen Veränderungen dar. Verlässliche epidemiologische Daten sind allerdings nicht vorhanden [11]. Bei der Infektion mit dem Paramyxovirus kommt es bei den Patienten üblicherweise zu einer uni- oder – zeitlich versetzten – bilateralen Schwellung der Ohrspeicheldrüsen. Neben der Vergrößerung der betroffenen Drüse ist das sonst normalerweise echoreiche Drüsenparenchym heterogen echo-



► **Fig. 6** Lymphangioma of the left axial parotid gland: 2-year-old male patient with increasing soft swelling of the left cheek and submandibular region. The B-scan image with additional color-coded duplex sonography shows the typical picture of a lymphatic malformation. Three months after sonographically guided sclerosis with Picibanil (right image), a significant volume reduction can be observed.

► **Abb. 6** Lymphangiom an der Gl. parotis links axial: 2-jähriger männlicher Patient mit zunehmender weicher Schwellung der Wangen- und Submandibular-Region links. Die B-Scan-Darstellung mit zusätzlicher farbkodierter Duplexsonografie weist das typische Bild einer lymphatischen Malformation auf. Drei Monate nach sonografisch gesteuerter Sklerose mit Picibanil (rechtes Bild) lässt sich eine deutliche Volumenreduktion beobachten.



► **Fig. 7** Lymphangioma with Doppler imaging. Visualization of a lymphangioma incl. Doppler imaging in the area of the submandibular gland.

► **Abb. 7** Lymphangiom mit Doppler. Darstellung eines Lymphangioms einschl. Doppler im Bereich der Gl. submandibularis.

are the most common inflammatory changes. However, reliable epidemiological data are not available [11]. Infection with paramyxovirus usually results in unilateral or – staggered – bilateral swelling of the parotid glands. In addition to the enlargement of the affected gland, the otherwise normally hyperechoic gland parenchyma is heterogeneously hypoechoic. With symptomatic anti-inflammatory therapy and supportive fluid administration, the clinical and sonographic changes regress after a few days. Other viral forms of sialadenitis (Epstein-Barr virus, cytomegalovirus, or HIV) have a similar sonographic appearance. The second most common cause of sialadenitis is non-obstructive and non-purulent recurrent juvenile sialadenitis. Sonography reveals enlargement and hypoe-

choic loosening of the gland parenchyma with sialectasis (► **Fig. 8**). The course of the disease is often self-limiting once puberty begins. In the acute interval, in addition to analgesics, saliva stimulants, and antibiotics, successful remissions are achieved with sialendoscopy and irrigation with glucocorticoid-containing solutions [12–14].

Compared to the adult population, obstructive sialadenitis in children occurs only sporadically and does not differ from the clinical and sonomorphological findings in adults. In addition to atypical mycobacteriosis, actinomycosis is also a special form of infectious sialadenitis. Atypical mycobacteriosis (MOTT) is usually an infection with the *Mycobacterium avium* complex. The main age of on-



► **Fig. 8** Chronic recurrent juvenile parotitis. Parotid region axial bilateral. The bilateral swelling of the parotid glands (GP) with the typical patchy hypoechoic tissue texture calls to mind a “honeycomb” or “leopard skin” pattern. Within the enlarged gland, segmentally visible glandular ducts are visualized as echo-free, band-like structures.

► **Abb. 8** Chronisch rezidivierende juvenile Parotitis. Regio parotidea axial bilateral. Die beidseitige Schwellung der Ohrspeicheldrüsen (GP) erinnert bei der typischen fleckigen echoarmen Gewebetextur an ein „Bienenwaben-“ oder „Leopardenfell-Muster“. Innerhalb der vergrößerten Drüse sind als echoleere bandförmige Strukturen segmental sichtbare Drüsen-Ausführungsgänge abgebildet.

arm aufgelockert. Unter einer symptomatisch anti-inflammatorischen Therapie und supportiven Flüssigkeitsgabe kommt es nach einigen Tagen zu einer Rückbildung der klinischen und sonografischen Veränderungen. Andere virale Sialadenitiden (Epstein-Barr-Virus, das Zytomegalie-Virus oder HIV) zeigen sonomorphologisch eine ähnliche Darstellung. Die zweithäufigste Ursache einer Sialadenitis stellt die nicht obstruktive und nicht eitrig rezidivierende juvenile Sialadenitis dar. Sonografisch kommt es zu einer Vergrößerung und echoarmen Auflockerung des Drüsenparenchyms mit Sialektasien (► **Abb. 8**). Der Krankheitsverlauf ist mit Eintritt in die Pubertät häufig selbstlimitierend. Im akuten Intervall werden neben Analgetika, Speichelstimulantien und Antibiotikagaben erfolgreiche Remissionen mit der Sialendoskopie und der Irrigation durch glukokortikoidhaltige Lösungen erreicht [12–14].

Obstruktive Sialadenitiden treten bei Kindern im Vergleich zur Erwachsenenbevölkerung nur sporadisch auf und unterscheiden sich nicht von der Klinik und Sonomorphologie bei Erwachsenen. Als Sonderformen von infektiösen Sialadenitiden ist neben der atypischen Mykobakteriose noch die Aktinomykose zu nennen. Bei der atypischen Mykobakteriose (MOTT) handelt es sich meist um eine Infektion mit dem Mykobakterium-avium-Komplex. Das Haupterkrankungsalter liegt bei 1–5 Jahren. Die vorliegende Lymphadenopathie der Gesichts-Hals-Weichteile umfasst auch die Kopfspeicheldrüsen. Eine Rötung und Schwellung der betroffenen Regionen können von einer Abszedierung und kutanen Fistelung gefolgt werden. Sonografisch sind die polyzyklischen intraglandulären und paraglandulären Lymphknoten vergrößert und zeigen intranodale Nekrosen mit Abs-

zess-Straßen. Auch echodichte Kalzifikationen innerhalb der Lymphknoten oder paranodal sind durch echoreiche bis echodichte Schallphänomene charakterisiert.

Eine Aktinomykose, verursacht durch das grampositive *Actinomyces israelii* und *Actinomyces gerencseriae*, kann eine ähnliche klinische Symptomatik aufweisen. Sonografisch zeigt sich eine Induration mit Rötung und Schwellung der Halsweichteile und benachbarten Speicheldrüsen [15, 16]. Auch der Therapieverlauf kann mithilfe der hochauflösenden Duplexsonografie und Mehrfrequenz-Schallköpfen kontrolliert werden [13].

Akute entzündliche Erkrankungen

Bei Kindern werden akute Speicheldrüsen-Entzündungen meistens durch präaurikuläre Fisteln oder eine juvenile rezidivierende Parotitis verursacht [1]. Bei älteren Patienten wird die Erkrankung meist von einer mangelnden Flüssigkeitszufuhr begleitet. Die genaue Prävalenz ist nicht bekannt, allerdings wird bei der akuten suppurativen Parotitis eine Inzidenz mit 0,01–0,02% aller Krankenhauseinweisungen angegeben.

Eine akute Sialadenitis hat meistens eine virale oder bakterielle Ursache und manifestiert sich mit plötzlichem Schmerz und Schwellung der betroffenen Drüse. Die Rolle der Bildgebung ist es, einfache Entzündungen von einer Abszedierung zu differenzieren und eventuelle Ursachen der akuten Infektion zu entdecken. Diese können obstruktive Erkrankungen wie Sialolithiasis wie auch tumoröse Erkrankungen wie infizierte Warthin-Tumore sein [17].

set is at the age of 1 to 5 years. The present lymphadenopathy of the facial and neck soft tissues also includes the salivary glands. Redness and swelling of the affected areas may be followed by abscess formation and cutaneous fistula. From a sonographic perspective, the polycyclic intraglandular and paraglandular lymph nodes are enlarged and show intranodal necrosis with abscess lines. Echo-dense calcifications in the lymph nodes or paranasal region are also characterized by hyperechoic-to-hyperechoic acoustic phenomena.

Actinomycosis caused by the gram-positive *Actinomyces israelii* and *Actinomyces gerencseriae* can have similar clinical symptoms. Sonography shows induration with redness and swelling of the soft tissues of the neck and adjacent salivary glands [15, 16]. The course of therapy can also be monitored using high-resolution duplex sonography and multi-frequency transducers [13].

Acute inflammatory disorders

In children, acute salivary gland inflammation is most often caused by pre-auricular fistulas or juvenile recurrent parotitis [1]. In elderly patients, it is usually accompanied by a lack of fluid intake. The exact prevalence is not known, but the incidence of acute suppurative parotitis is reported to be 0.01–0.02% of all hospital admissions.

Acute sialadenitis usually has a viral or bacterial cause and manifests itself with sudden pain and swelling of the affected gland. The role of imaging is to differentiate simple inflammation from abscess formation and to discover possible causes of acute infection. These can be obstructive disorders such as sialolithiasis, as well as tumorous diseases such as infected Warthin tumors [17].

Acute sialadenitis usually presents sonographically with significant enlargement and inhomogeneous visualization of the parenchyma in the B-mode image. Color Doppler sonography shows hypervascularization of the gland, and elastography usually shows the parenchyma with inhomogeneous, moderate hardening. From a sonographic perspective, viral and bacterial sialadenitis cannot be distinguished. A purulent secretion with corresponding laboratory findings indicates a bacterial cause.

Another very important function of imaging in salivary gland inflammation is the ability to exclude abscess formation. Sonographically, an abscess presents as a hyperechoic to echo-free, inhomogeneous region with blurred edges. The entire gland shows the typical picture of sialadenitis. Color Doppler sonography shows no vascularization in the colligation, but increased vascularization of the surrounding inflamed gland. Elastography usually shows a hardened periphery with an unmeasurable region in the center of the lesion (elastography cannot

show fluids). Contrast-enhanced sonography could provide further differential diagnostic assistance. In the event of abscess formation, there is a complete absence of perfusion signals [18]. B-mode sonography also provides very important anatomical information, which is important for a low-complication abscess incision or puncture [19].

A difficult differential diagnostic situation can arise in acutely infected Warthin tumors. In such cases, sonographic differentiation from parotid abscess is often problematic, since infected Warthin tumors can also present with blurred margins [19]. Color Doppler sonography can be helpful in such cases, as it can demonstrate intralésional vascularization. In addition, elastography can be very helpful, because it shows the lesion as moderately to severely hardened. Acute sialadenitis or abscesses are often accompanied by cervical lymphadenitis, which can be evaluated sonographically. Finally, the success of treatment can also be monitored in the short-term using sonography.

Obstructive salivary gland disorders

Sialolithiasis

Salivary stones are the most common cause of obstructive salivary gland disorders (60–70%) [20, 21] and the main cause of unilateral swelling of the major salivary glands [22]. The pathomechanism is still unclear, but reduced salivation, a change in the pH of saliva, and its composition are described [21, 23–25]. The submandibular gland is most frequently affected, occurring in 60–95% of cases [22, 23, 26]. This distribution is mainly explained by anatomical and physiological conditions. Many patients are asymptomatic and only later develop typical food-dependent swelling. Ascending infections can lead to recurrent inflammation of the salivary gland [27, 28] and, if the gland duct system remains obstructed, usually take a chronic course [24].

Stenoses

With 15–25% of cases, stenosis is the second most common obstructive disorder of the major salivary glands [29, 30], and the parotid gland is most frequently affected [29, 31]. In one third of the cases, there are several stenoses in one duct system [30]. The causes are varied and include chronic inflammation of the salivary gland and the duct system, as well as autoimmune processes or radioiodine therapy [22, 24, 32]. However, they also occur as congenital changes [32] or as a result of traumatic damage to the duct epithelium [33, 34]. Recurrent swelling and pain, possibly with acute sialadenitis, are typical symptoms and can lead to a degenerative, fibrotic transformation of the salivary gland tissue [28, 30, 31].

Eine akute Sialadenitis präsentiert sich sonografisch meistens mit einer deutlichen Vergrößerung und inhomogenen Parenchym-Darstellung im B-Bild. Die Farbdopplersonografie zeigt eine Hypervaskularisation der Drüse, und elastografisch präsentiert sich das Parenchym meistens mit einer inhomogenen mäßigen Verhärtung. Sonografisch ist eine virale von einer bakteriellen Sialadenitis nicht zu unterscheiden. Eine purulente Sekretion mit entsprechenden Laborbefunden spricht für eine bakterielle Ursache.

Eine weitere, sehr wichtige Funktion der Bildgebung bei Speicheldrüsen-Entzündungen ist die durch sie gegebene Möglichkeit, eine Abszedierung auszuschließen. Sonografisch präsentiert sich eine Abszedierung als eine echoarme bis echoleere, inhomogene Region mit unscharfen Rändern. Die gesamte Drüse zeigt das typische Bild einer Sialadenitis. Farbdoppler-sonografisch zeigt sich keine Vaskularisation innerhalb der Einschmelzung, aber eine erhöhte Vaskularisation der umliegenden entzündeten Drüse. Elastografisch zeigt sich meistens eine verhärtete Peripherie mit einer nicht messbaren Region im Zentrum der Läsion (die Elastografie kann Flüssigkeiten nicht darstellen). Eine weitere differenzialdiagnostische Hilfe könnte die kontrastmittelverstärkte Sonografie bringen. Im Fall einer Abszedierung zeigt sich ein komplettes Fehlen der Perfusionssignale [18]. Die B-mode-Sonografie bietet auch sehr wichtige anatomische Informationen, welche für eine komplikationsarme Abszessspaltung oder Punktion wichtig sind [19].

Eine schwierige differenzialdiagnostische Situation kann sich bei akut infizierten Warthin-Tumoren ergeben. In solchen Fällen ist die sonografische Unterscheidung zum Parotisabszess häufig problematisch, da auch infizierte Warthin-Tumore sich mit unscharfen Rändern präsentieren können [19]. Hilfreich kann in solchen Fällen die Farbdoppler-Sonografie sein, da hierdurch eine intraläsionäre Vaskularisation darstellbar ist. Zusätzlich kann die Elastografie sehr nützlich sein, da die Läsion mäßig bis stark verhärtet abgebildet wird. Akute Sialadenitiden oder Abszesse werden häufig durch eine zervikale Lymphadenitis begleitet, welche sonografisch beurteilt werden kann. Zuletzt kann mittels der Sonografie auch der Therapieerfolg kurzfristig beobachtet werden.

Obstruktive Speicheldrüsen-Erkrankungen

Sialolithiasis

Speichelsteine sind mit 60 bis 70% die häufigste Ursache für obstruktiv bedingte Speicheldrüsen-Erkrankungen [20, 21] und die Hauptursache für einseitige Schwellungen der großen Speicheldrüsen [22]. Der Pathomechanismus ist noch unklar, aber ein reduzierter Speichelfluss,

eine Änderung des pH-Wertes des Speichels und dessen Zusammensetzung werden beschrieben [21, 23–25]. Mit 60–95% ist am häufigsten die Gl. submandibularis betroffen [22, 23, 26]. Diese Verteilung wird vor allem durch anatomische und physiologische Gegebenheiten erklärt. Viele Patienten sind asymptomatisch und entwickeln erst später typische essensabhängige Schwellungen. Aufsteigende Infektionen können zu rezidivierenden Entzündungen der Speicheldrüse führen [27, 28] und nehmen bei anhaltender Obstruktion des Drüsengangsystems meist einen chronischen Verlauf an [24].

Stenosen

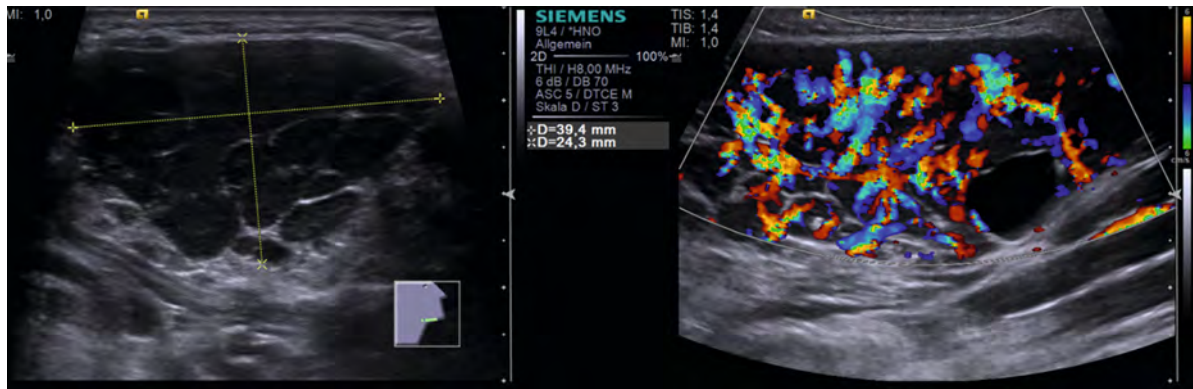
Mit 15–25% der Fälle stellen Stenosen die zweithäufigste obstruktive Erkrankung der großen Speicheldrüsen dar [29, 30] und am häufigsten ist die Gl. parotidea betroffen [29, 31]. In einem Drittel der Fälle befinden sich mehrere Stenosen in einem Gangsystem [30]. Die Ursachen sind vielfältig und beinhalten chronische Entzündungen der Speicheldrüse und des Gangsystems sowie autoimmune Vorgänge oder Radiojod-Therapie [22, 24, 32]. Sie treten aber auch als kongenitale Veränderungen [32] oder durch traumatisch verursachte Schädigungen des Gangepithels auf [33, 34]. Rezidivierende Schwellungen und Schmerzen, mit ggf. akuter Sialadenitis, sind typische Symptome und können zu einem degenerativen, fibrotischen Umbau des Speicheldrüsengewebes führen [28, 30, 31].

Sonografie bei obstruktiven Speicheldrüsen-Erkrankungen

Als Diagnostikum der ersten Wahl bei Erkrankungen der großen Speicheldrüsen gilt derzeit die Ultraschall-Untersuchung [35], die im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren die höchste Genauigkeit bei der Diagnosestellung verspricht [27]. Sonografisch lässt sich ein echoreicher Reflex entlang des Ductus mit einer distalen Schallauslöschung und ggf. einer Gangektasie darstellen. Weitere Vorteile liegen in der schnellen, nicht invasiven, kostengünstigen sowie anwender- und patientenfreundlichen Untersuchung [20, 28].

Minimal-invasive Therapieansätze bei Sialolithiasis

Eine asymptomatische Sialolithiasis ist nicht behandlungsbedürftig. Wohingegen Sialolithen oder Speichelsteine, die Beschwerden verursachen, entfernt werden sollten [20]. Die Lokalisation, Größe, Anzahl und Mobilität von Speichelsteinen sind dabei maßgebend für die Wahl der Therapiemethode [20, 36]. Die konservative Therapie umfasst zunächst Sialogoga, Drüsenmassage und bei akuter Sialadenitis ggf. Antibiotika. Minimal-invasive Therapieverfahren wie Gangschlitzung, diagnostische Sialendoskopie oder extrakorporale Stoßwellenlithotripsie ermöglichen in 97% eine drüsenerhaltende Therapie [36].



► **Fig. 9** MALT lymphoma in known Sjögren's syndrome.

► **Abb. 9** MALT-Lymphom bei bekanntem Sjögren-Syndrom.

Sonography for obstructive salivary gland disorders

Ultrasound examination is currently considered the diagnostic tool of choice for disorders of the major salivary glands [35], as it promises the highest diagnostic accuracy compared to other imaging procedures [27]. Sonography reveals a hyperechoic reflex along the duct with distal acoustic cancellation and possibly duct ectasia. Further advantages include the rapid, non-invasive, cost-effective, user- and patient-friendly examination [20, 28].

Minimally invasive therapeutic approaches for sialolithiasis

Asymptomatic sialolithiasis does not require treatment. Whereas sialoliths, or salivary stones, that cause discomfort should be removed [20]. The location, size, number, and mobility of salivary stones are important factors when deciding on the treatment method [20, 36]. Conservative therapy initially includes sialogogues, gland massage, and, in case of acute sialadenitis, possibly antibiotics. Minimally invasive treatment procedures such as duct slitting, diagnostic sialendoscopy, or extracorporeal shock wave lithotripsy enable gland-preserving therapy in 97% of cases [36].

Therapeutic approaches for stenoses

In recent years, new minimally invasive methods have become established for the treatment of symptomatic ductal stenoses or strictures of the major salivary glands, most notably interventional sialendoscopy, which has a success rate of 85–90% [29].

Chronic sialadenitis and sialadenoses

Chronic recurrent parotitis of adults

Chronic recurrent parotitis in adults typically presents as recurrent, unilateral, painful swelling of the parotid

gland. The adult counterpart of juvenile parotitis usually occurs between the ages of 40 and 60 [37, 38]. The etiology of this chronic inflammation is unclear. One theory describes a reduced saliva production, which leads to a reduced lavage of the salivary gland. Recurrent infections can lead to ductal injuries through the release of inflammatory chemokines. The synchronous formation of microcalculi through the crystallization of bacterial and epithelial waste products may also play a role [25, 39].

Systemic autoimmune disorders

Sjögren syndrome

Sjögren's syndrome is the second most common rheumatic disease after rheumatoid arthritis. In addition, it is the most common rheumatic disease in the ear, nose, and throat region. The incidence worldwide is approximately 61 per 100 000 people. In Germany, the prevalence is about 0.4% [40].

From a pathohistological perspective, this autoimmune disease is described by a lymphocytic infiltration of exocrine glands [41]. In this case, a parenchymal change with progressive damage to the head and neck glands is observed, which leads, for example, to reduced saliva secretion, among other things. The parotid glands are affected most heavily. The main symptom of this disorder are persistent sicca symptoms, which means dry mouth and eyes. Other common symptoms include fatigue, tiredness, joint and muscle pain, and recurring painful swelling of the glands in the head and neck area. In very rare cases, other organs may also be affected.

When typical sonographic changes occur, sonography is sensitive, even if it is not part of the current classification criteria. Studies have shown that the use of an ultrasound scoring system has a higher agreement with the diagnosis of Sjögren's syndrome compared to scintigraphy as well as biopsy [42–48]. In a prospective study, it was shown that 5 parameters are suitable for diagnosis: het-

Therapieansätze bei Stenosen

Neue minimal-invasive Methoden haben sich in den letzten Jahren für die Therapie von symptomatischen Gangstenosen bzw. -Strikturen der großen Speicheldrüsen durchgesetzt, allen voran die interventionelle Sialendoskopie, die eine Erfolgsrate von 85–90% aufweist [29].

Chronische Sialadenitis und Sialadenosen

Chronisch rezidivierende Parotitis beim Erwachsenen

Die chronisch rezidivierende Parotitis bei Erwachsenen präsentiert sich üblicherweise als rezidivierende, unilaterale, schmerzhafte Schwellung der Gl. parotis. Das erwachsene Pendant zur juvenilen Parotitis tritt üblicherweise im Alter von 40–60 auf [37, 38]. Bei dieser chronischen Inflammation ist die Ätiologie unklar. Eine Theorie beschreibt eine erniedrigte Speichelproduktion, die zu einer reduzierten Lavage der Speicheldrüse führt. Rezidivierende Infekte können durch die Freisetzung von inflammatorischen Chemokinen zu Verletzungen der Duktien führen. Zudem kann eine synchrone Bildung von Mikrokalkuli durch die Kristallisierung von bakteriellen und epithelialen Abprodukten eine Rolle spielen [25, 39].

Systemische Autoimmun-Erkrankungen

Sjögren-Syndrom

Das Sjögren-Syndrom ist, nach der rheumatoiden Arthritis, die zweithäufigste rheumatologische Erkrankung. Zudem ist sie die häufigste Erkrankung des rheumatologischen Formenkreises im Hals-Nase-Ohren-Bereich. Weltweit liegt die Inzidenz bei ca. 61 pro 100 000 Personen. In Deutschland liegt die Prävalenz bei ca. 0,4% [40].

Pathohistologisch wird diese Autoimmun-Erkrankung durch eine lymphozytäre Infiltration von exokrinen Drüsen beschrieben [41]. Hierbei wird eine parenchymatöse Veränderung mit fortschreitender Schädigung der Kopf-Hals-Drüsen beobachtet, wodurch u. a. eine verminderte Speichelsekretion entsteht. Am schwersten betroffen sind die Glandulae parotidaeae. Leitsymptom dieser Erkrankung ist eine anhaltende „Sicca“-Symptomatik, gleichbedeutend mit Mund- und Augentrockenheit. Weitere häufige Symptome sind Fatigue, Müdigkeit, Gelenk- und Muskelbeschwerden sowie wiederkehrende schmerzhafte Schwellungen der Drüsen im Kopf-Hals-Bereich. Darüber hinaus können in sehr seltenen Fällen weitere Organe betroffen sein.

Wenn typische sonografische Veränderungen auftreten, ist die Sonografie sensitiv, auch wenn sie nicht Bestandteil der aktuellen Klassifikationskriterien ist. Studien haben gezeigt, dass die Anwendung eines Ultraschall-Sco-

ring-Systems eine höhere Übereinstimmung mit der Diagnose eines Sjögren-Syndroms im Vergleich zur Szintigraphie sowie auch zur Biopsie hat [42–48]. In einer prospektiven Studie wurde gezeigt, dass 5 Parameter zur Diagnoseerkennung geeignet sind: heterogenes Parenchym, echoarme Veränderungen innerhalb der Speicheldrüse oder „Leopardenmuster“, hyperechogene Banden, zystische Läsionen, Kalzifikationen und eine Atrophie der Speicheldrüse [44]. Bei der Anwendung der Virtual-Touch-Quantifikation (VTQ) wurden bei Patienten mit Sjögren-Syndrom höhere Werte beobachtet [49, 50].

Regelmäßige Ultraschall-Untersuchungen werden bei Patienten mit Sjögren-Syndrom aufgrund des Risikos für ein MALT-Lymphom (MALT: Mucosa Associated Lymphoid Tissue) empfohlen. Dieses präsentiert sich üblicherweise als einseitige schmerzlose Raumforderung. Sonografisch lässt sich eine schlecht abgrenzbare, pseudozystische, echoarme Raumforderung mit bienenwabenartigem Muster („Pflastersteinmuster“) darstellen (► **Abb. 9**). Weiterhin wird eine erhöhte Vaskularität in echoarmen Bereichen beobachtet [51, 52].

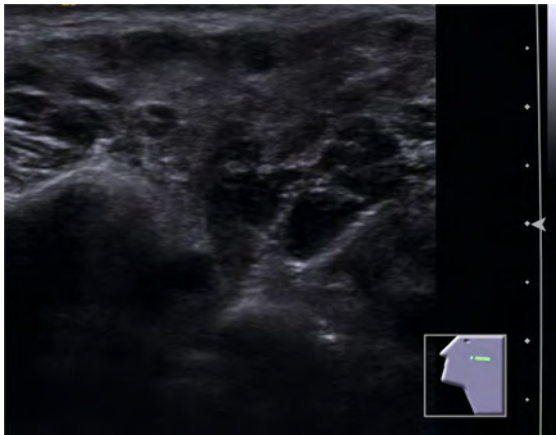
Sarkoidose

Die Sarkoidose ist eine systemische inflammatorische Erkrankung unklarer Genese, die multiple Organbereiche betreffen kann. Zum Zeitpunkt der Diagnose wird bei ca. 35% der Patienten eine Speicheldrüsen-Beteiligung beobachtet [53]. Das Heerfordt-Syndrom beschreibt eine mit Sarkoidose assoziierte Schwellung der Speicheldrüsen bei gleichzeitiger Uveitis und peripherer Fazialisparese. In der sonografischen Untersuchung können die Speicheldrüsen aufgelockert und heterogen aussehen (► **Abb. 10**) [54].

IgG4-assoziierte Erkrankungen

Die Bezeichnung „IgG4-assoziierte Erkrankungen“ beschreibt eine Gruppe an Erkrankungen mit ähnlichen klinischen Merkmalen. Es findet eine erhöhte Infiltration von IgG4-positiven Plasmazellen in verschiedenen Organen statt, die anschließend zu einer Schwellung und zum Funktionsverlust führt. Eine Beteiligung der Speicheldrüsen wird in ca. 25–53% der Patient*innen mit IgG4-assoziierten Erkrankungen beobachtet [55].

Schwellungen sind üblicherweise bilateral und schmerzlos. Die Gl. submandibularis sind am häufigsten betroffen, aber die Gl. parotis, Gl. sublingualis oder Gl. lacrimalis können auch betroffen sein. Das Mikulicz-Syndrom beschreibt eine Beteiligung aller oben erwähnten Drüsen. Eine Sicca-Symptomatik ist nicht obligat, kommt aber häufiger vor. Eine Besserung wird nach der Gabe von Kortikosteroiden beschrieben. Sonografisch werden heterogene hypoechogene Läsionen sowie kleinere Zysten beschrieben [56, 57].



► **Fig. 10** Sarcoidosis of the parotid gland.

► **Abb. 10** Sarkoidose der Gl. parotis.



► **Fig. 11** Lymphadenopathy of the parotid gland

► **Abb. 11** Lymphadenopathie der Gl. parotis.

erogeneous parenchyma, hypoechoic changes within the salivary gland or the “leopard skin” pattern, hyperechoic bands, cystic lesions, calcifications, and atrophy of the salivary gland [44]. When using Virtual Touch Quantification (VTQ), higher values were observed in patients with Sjögren’s syndrome [49, 50].

Regular ultrasound examinations are recommended in patients with Sjögren’s syndrome due to the risk of mucosa associated lymphoid tissue (MALT) lymphoma. This usually presents as a unilateral, painless mass. Sonography reveals a poorly defined, pseudocystic, hypoechoic space-occupying lesion with a honeycomb-like pattern (“cobblestone” pattern) (► **Fig. 9**). Increased vascularity is also observed in hypoechoic areas [51, 52].

Sarcoidosis

Sarcoidosis is a systemic inflammatory disorder of unknown origin that can affect multiple organ systems. At the time of diagnosis, salivary gland involvement is observed in approximately 35% of patients [53]. Heerfordt syndrome describes a sarcoidosis-associated swelling of the salivary glands with concomitant uveitis and peripheral facial paralysis. In sonographic examination, the salivary glands may appear loose and heterogeneous (► **Fig. 10**) [54].

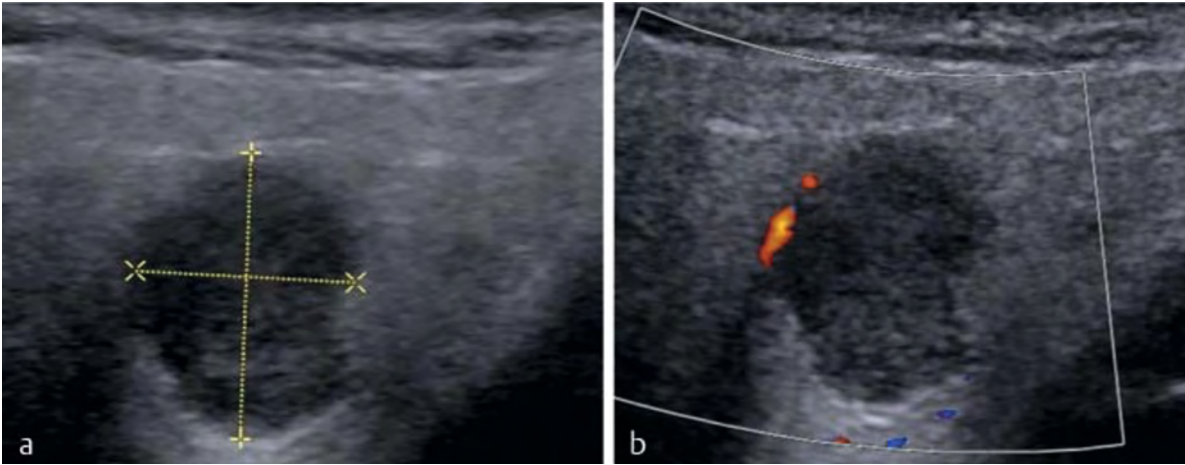
IgG4-associated disorders

The name “IgG4-associated diseases” refers to a group of diseases with similar clinical features. There is an increased infiltration of IgG4-positive plasma cells in various organs, which subsequently leads to swelling and loss of function. Involvement of the salivary glands is observed in approximately 25–53% of patients with IgG4-associated diseases [55].

Swelling is usually bilateral and painless. The submandibular glands are most commonly affected, but the parotid, sublingual, or lacrimal glands may also be affected. Mikulicz syndrome describes involvement of all of the aforementioned glands. Sicca symptoms are not obligatory but are common. Improvement is described after administration of corticosteroids. Sonographically, heterogeneous hypoechoic lesions, and small cysts are described [56, 57].

Sialadenoses

Sialadenoses are characterized by chronic, non-inflammatory, non-neoplastic, usually bilateral hyperplasia, and metaplasia of the gland parenchyma. Clinically, a mostly painless persistent swelling of the salivary glands, especially the parotid glands, can be seen. Autoinflammatory or inflammatory diseases such as HIV or Sjögren’s syndrome are not included. From a pathophysiologic perspective, various aetiologies are suspected that end with a common autonomic nervous dysfunction [58]. This nervous dysfunction often occurs in the context of alcohol abuse or endocrine disorders. These include diabetes mellitus, pituitary and thyroid diseases, menopause, and adrenal cortex dysfunction. Malnutrition, especially anorexia nervosa or bulimia, as well as chronic kidney disease and the intake of certain medications such as antihypertensives or psychotropic drugs are also associated with this. However, in approximately 50% of cases no aetiology can be diagnosed [58]. From a histological perspective, hypertrophy of the acinar cells with scattered fat cells is usually seen [59]. Sonographic examination reveals homogeneous hyperplasia of the salivary gland parenchyma, i. e. the salivary glands are enlarged, and the tissue is usually hyperechoic.



► **Fig. 12** Pleomorphic adenoma of the parotid gland.

► **Abb. 12** Pleomorphes Adenom der Gl. parotis.

Sialadenosen

Sialadenosen sind gekennzeichnet durch eine chronische, nicht entzündliche, nicht neoplastische, meist beidseitige Hyperplasie und Metaplasie des Drüsenparenchyms. Klinisch lässt sich eine meist schmerzlose persistierende Schwellung der Speicheldrüsen, insbesondere der Glandulae parotidae, darstellen. Autoinflammatorische oder entzündliche Erkrankungen wie HIV oder das Sjögren-Syndrom werden nicht eingeschlossen. Pathophysiologisch vermutet man verschiedene Ätiologien, die mit einer gemeinsamen autonomen nervalen Dysfunktion enden [58]. Häufig tritt diese nervale Dysfunktion im Rahmen eines Alkoholabusus oder endokriner Störungen auf. Hierzu zählen Diabetes mellitus, Hypophysen- und Schilddrüsen-Erkrankungen, das Klimakterium und die Nebennierenrinden-Dysfunktion. Die Mangelernährung, insbesondere die Anorexia nervosa oder Bulimie, sowie chronische Nierenerkrankungen und die Einnahme bestimmter Medikamente wie Antihypertensiva oder Psychopharmaka sind auch hiermit assoziiert. In circa 50% der Fälle kann allerdings keine Ätiologie diagnostiziert werden [58]. Histologisch lässt sich meist eine Hypertrophie der Azinarzellen mit gestreut vermehrten Fettzellen darstellen [59]. In der sonografischen Untersuchung wird eine homogene Hyperplasie des Speicheldrüsenparenchyms beobachtet, d.h. die Speicheldrüsen sind vergrößert und das Gewebe ist üblicherweise hyperechogen.

Gutartige Neubildungen

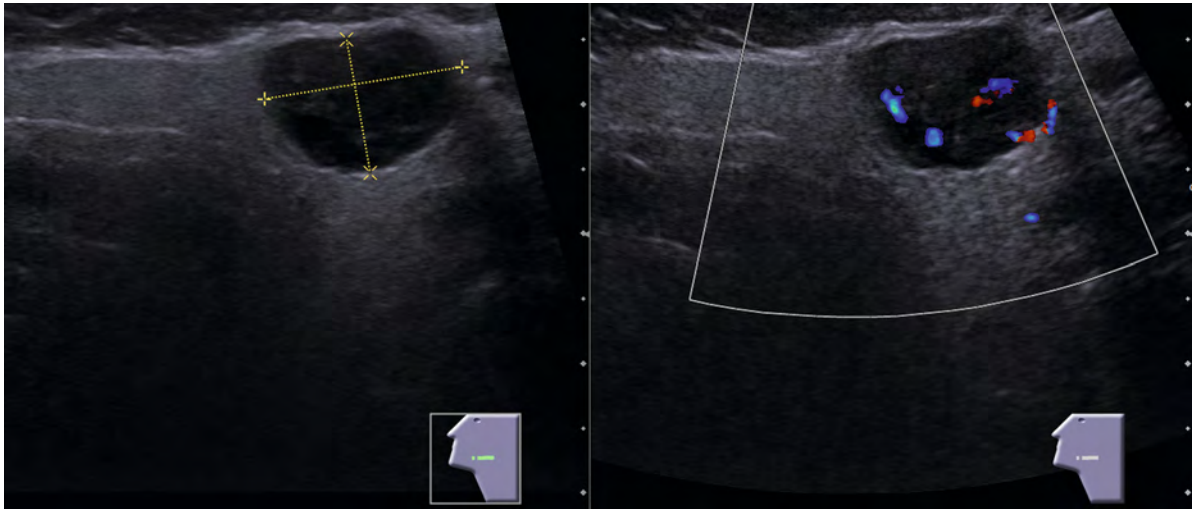
Der Ultraschall (US) ist auch bei Tumoren der großen Kopfspeicheldrüsen die Bildgebung der ersten Wahl. Ist ein Tumor nicht komplett im US abzubilden, weil er zu groß ist, in den Parapharyngealraum abtaucht oder Hinweise auf ein Malignom bestehen, sollten weiterführende schnittbildgebende Verfahren erwogen werden.

Lymphknoten der Gl. Parotis sind häufig nicht so gut abgrenzbar im Vergleich zu denen des restlichen Halses (► **Abb. 11**). Die Entitäten der gutartigen Speicheldrüsen-Tumoren sind nach der WHO-Klassifikation mannigfaltig [60]. Insgesamt ist der am häufigsten auftretende gutartige Speicheldrüsen-Tumor das pleomorphe Adenom (PA). In der Gl. parotidea treten das PA und der Warthin-Tumor (WT) beide gleich häufig auf [61–64]. WT können multizentrisch und bilateral auftreten und sind häufig ovalförmig [65–67]. Die präoperative Differenzierung der verschiedenen Entitäten ist erstrebenswert. Das könnte ermöglichen, verschiedene angesagte Therapiekonzepte zu verfolgen.

Die Form und Homogenität können in allen Benignomen variieren. Im B-Bild zeigen sich die Benignome als glatt berandet. Im Rahmen einer Entzündung oder einer Infarzierung eines WT können Benignome jedoch unscharfe Tumorbegrenzung haben. Häufig sind Benignome der Speicheldrüsen echoarm. Insbesondere WT haben echoleere Areale als Ausdruck der zystischen Anteile [68, 69].

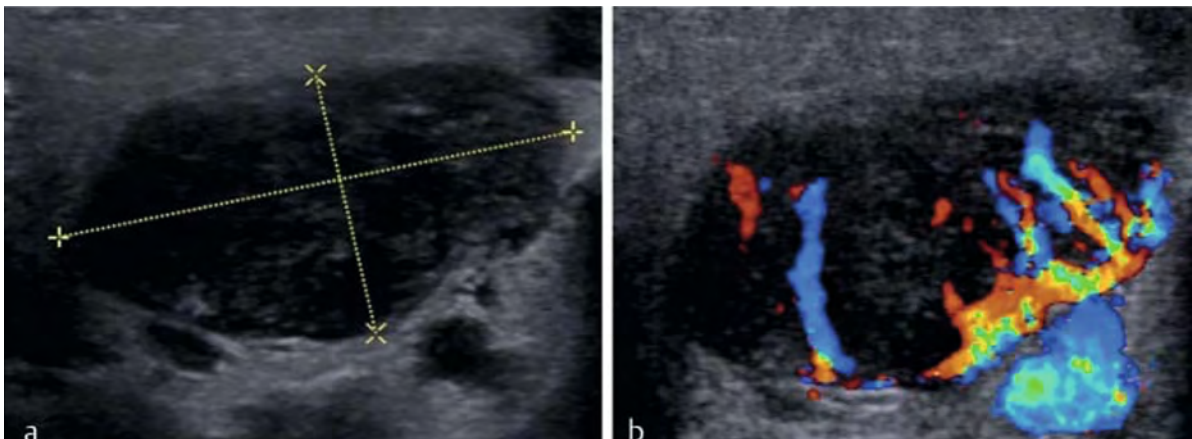
PA können als Ausdruck von Nekrosen auch echoleere Bereiche zeigen. Ein lobulierter Aspekt spricht eher für ein PA (► **Abb. 12**), ist aber nicht pathognomonisch [68]. Distale Schallereignisse zeigen sich gehäuft bei PA, können aber je nach zystischem Anteil auch bei WT auftreten [70]. Auch intratumorale Verkalkungen werden vereinzelt beschrieben und können für ein PA sprechen.

In der farbkodierten Duplexsonografie (FKDS) zeigen sich in der Makrovaskularisation zwischen PA und WT in vielen Studien signifikante Unterschiede: Während PA eher gering oder schwach, meist peripher vaskularisiert sind (► **Abb. 13**), sind WT intratumoral und peripher eher kräftig vaskularisiert (► **Abb. 14**) [68, 69, 71, 72]. Sie können eine baumartige Aufzweigung zeigen. Je nach Größe



► **Fig. 13** Pleomorphic adenoma of the parotid gland incl. Doppler examination.

► **Abb. 13** Pleomorphes Adenom der Gl. Parotis, einschl. Doppler-Untersuchung.



► **Fig. 14** Warthin tumor of the parotid gland incl. Doppler examination.

► **Abb. 14** Warthin-Tumor der Gl. Parotis, einschl. Doppler-Untersuchung.

Benign neoplasms

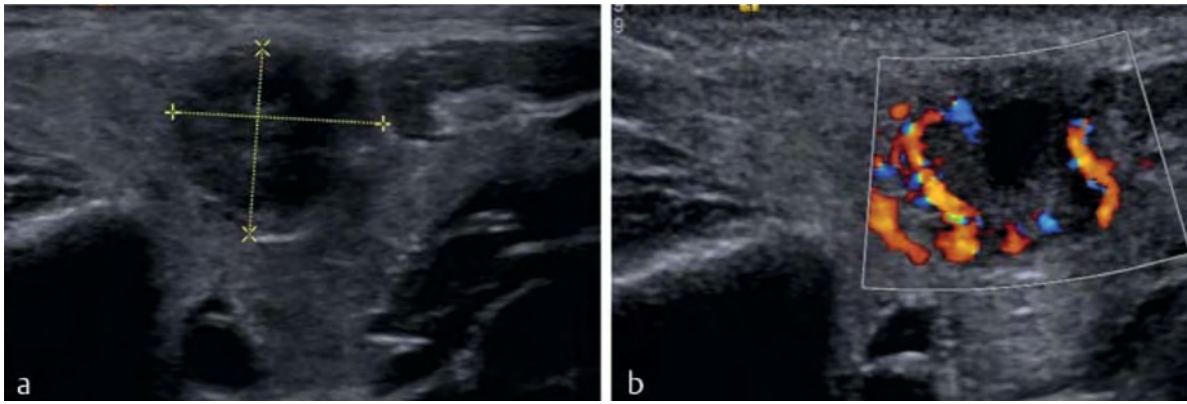
Ultrasound (US) is also the imaging modality of choice for tumors of the major salivary glands. If a tumor cannot be visualized completely using US, because it is too large, extends into the parapharyngeal space, or there are indications of malignancy, further cross-sectional imaging procedures should be considered.

Lymph nodes of the parotid gland are often not as well defined as those of the rest of the neck (► **Fig. 11**). The entities of benign salivary gland tumors are diverse according to the WHO classification [60]. Overall, the most common benign salivary gland tumor is the pleomorphic adenoma (PA). In the parotid gland, PA and Warthin tumor (WT) both occur with equal frequency [61–64]. WTs can occur multicentrically and bilaterally and are of-

ten oval in shape [65–67]. Preoperative differentiation of the different entities is preferable. This could make it possible to pursue various popular treatment concepts.

The shape and homogeneity may vary in all benign tumors. In the B-mode image, the benign tumors appear as smooth margins. However, in the context of inflammation or infarction of a WT, benign tumors may have blurred tumor boundaries. Benignomas of the salivary glands are often hypoechoic. In particular, WT have echo-free areas as an expression of the cystic parts [68, 69].

PAs may also show echo-free areas as an expression of necrosis. A lobulated aspect is more suggestive of PA (► **Fig. 12**), but is not pathognomonic [68]. Distal acoustic events are more common in PA, but may also occur in WT depending on the cystic component [70]. Intratu-



► **Fig. 15** Mucoepidermoid carcinoma of the parotid gland.

► **Abb. 15** Mukoepidermoid-Karzinom der Gl. parotis.

des zystischen Anteils ist aber auch bei WT eine Rarefizierung der Vaskularisation zu beobachten. Letztlich können in vielen Studien Charakteristika für bestimmte Benignome im B-Bild und in der FKDS beschrieben werden, jedoch ist eine eindeutige Entitätsbestimmung durch große Überlappungsbereiche nicht möglich.

In den letzten Jahren wurden neue Verfahren im US etabliert. Im kontrastverstärkten US (CEUS) lässt sich die Perfusion, einschließlich der Mikrovaskularisation der Tumore, gut darstellen. In verschiedenen Perfusionsparametern hat man signifikante Unterschiede zwischen den beiden Entitäten sehen können, wobei auch hier Überschneidungen je nach Zusammensetzung des Tumors vorhanden sind [71, 72]. In der Elastografie konnte gezeigt werden, dass PA härter als WT sind, dass aber die histologische Heterogenität innerhalb einer Entität einen starken Einfluss auf die Elastografie hat. Insbesondere eine elastografische Unterscheidung von PA und Malignomen ist erschwert [73–75].

Insgesamt ist die Datenlage zu den neuen Verfahren noch zu gering und z. T. widersprüchlich, um diese als Routineuntersuchung zu empfehlen. Eine Quintessenz vieler Arbeitsgruppen ist, verschiedene klinische und sonografische Kriterien in Algorithmen zu berücksichtigen, um die Sensitivität und Spezifität für eine Entitäts- bzw. Dignitätsbestimmung zu optimieren [74, 76]. Eine weitere Herausforderung sind zusätzliche Benignome, die so selten auftreten, dass eine Aussage zu deren Charakteristika erschwert ist.

Maligne Neoplasien

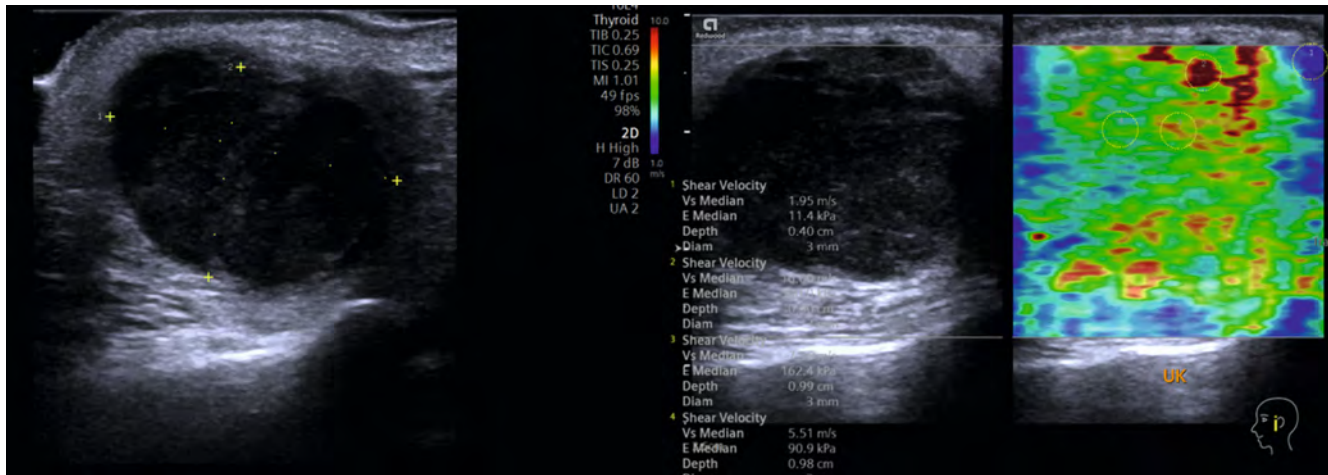
Primärer Krebs der großen Speicheldrüsen stellt eine inhomogene Gruppe von mehr als 20 verschiedenen histologischen Subtypen – mit erheblichen Variationen in der zytopathologischen Morphologie – dar. Allerdings beobachtet man erhebliche Überschneidungen histologischer,

immunhistochemischer und molekularer Profile sowie biologischen Verhaltens [60].

In den letzten Jahrzehnten sind regelmäßige Veränderungen der Klassifikationen von Speicheldrüsen-Malignomen im Rahmen neuer molekularer Erkenntnisse vorgenommen worden. Diese Veränderungen der WHO-Klassifikation, „eine sich entwickelnde Kunst“ [77], spiegeln die Entwicklung unseres Wissens wider. Entsprechend dem Gradienten der histologischen Komplexität dieser Läsionen hat die sonografische Bildgebung auch ihre inhärenten Einschränkungen. Das traditionell akzeptierte sonografische B-Bild-Muster mit schlecht definierten Rändern, Inhomogenität der Echotextur, ausgeprägter Hypoechogenität sowie Verkalkungen, verdächtigten intraparotidaleen oder zervikalen Lymphknoten, tritt meist bei fortgeschrittenen T-Kategorien oder hochgradigen histologischen Subtypen auf [78]. Eine Überlappung der Ultraschall-Eigenschaften zwischen gutartigen Tumoren und anfänglichen T-Kategorien [79] sowie niedriggradigen malignen Subtypen ist berichtet worden [80].

Das Vaskularisationsmuster könnte möglicherweise Information über die physiobiologischen Eigenschaften des Tumors liefern [81]. In vielen malignen Fällen wird aufgrund der Angiogenese ein höherer Grad an Vaskularität (► **Abb. 15**) mit verstreutem Gefäßmuster, höheren Geschwindigkeiten und höherem Gefäßwiderstand beobachtet [82]. Allerdings ist hier eine Vorhersagewert noch nicht sicher etabliert worden [79].

Die stark variable Architektur der Speicheldrüsen-Malignome mit unterschiedlichen Steifigkeitsgraden und die starre chondromyxoiden Natur pleomorpher Adenome erschweren eine zuverlässige sonoelastografische Erkennung eines malignen Tumors [83, 84]. Der Wert mehrerer sonoelastografischer Modalitäten (insbesondere der Scherwellen-Elastografie) für die Vorhersage bösartiger Speicheldrüsenläsionen stand in den letzten Jahren im



► **Fig. 16** Squamous cell carcinoma of the left parotid gland: ARFI – shear wave elastography with shear velocity values of 10.0 m/s (red coloured intratumoral area reflecting high tissue stiffness), 7.36 m/s (red coloured intratumoral zone with yellow peripheral zone), 5.51 m/s (green coloured intratumoral area with cystic-necrotic differentiation), and 1.95 m/s (blue coloured area in the surrounding tissue of the tumor).

► **Abb. 16** Plattenepithel-Karzinom der linken Ohrspeicheldrüse: ARFI – Scherwellen-Elastografie mit Scher-Geschwindigkeitswerten von 10,0 m/s (rot gefärbter intratumoraler Bereich, der eine hohe Gewebesteifigkeit widerspiegelt), 7,36 m/s (rot gefärbte intratumorale Zone mit gelber peripherer Zone), 5,51 m/s (grün gefärbter intratumoraler Bereich mit zystisch-nekrotischer Differenzierung) und 1,95 m/s (blau gefärbter Bereich im umgebenden Gewebe des Tumors).

moral calcifications are also occasionally described and may indicate PA.

In color-coded duplex sonography (CCDS), many studies show significant differences in macrovascularization between PA and WT: While PAs are rather low or weakly vascularized, mostly peripherally (► **Fig. 13**), WTs are rather strongly vascularized intratumorally and peripherally (► **Fig. 14**) [68, 69, 71, 72]. They can show a tree-like branching. Depending on the size of the cystic portion, a rarification of vascularization can also be observed in WTs. Ultimately, many studies can describe characteristics for certain benign tumors in the B-mode image and in the CCDS scan, but due to large areas of overlap, it is not possible to clearly determine the entity.

In recent years, new procedures have been established in the US. Contrast-enhanced US (CEUS) provides good visualization of tumor perfusion, including microvascularization. Significant differences between the 2 entities have been observed in various perfusion parameters, although there is also some overlap depending on the composition of the tumor [71, 72]. Elastography showed that PAs are harder than WTs, but that histological heterogeneity in an entity has a strong influence on elastography. In particular, it is difficult to differentiate elastographically between PAs and malignancies [73–75].

Overall, the data on the new procedures are still too limited and somewhat contradictory to recommend these for routine examinations. One objective of many working groups is to incorporate a range of clinical and sonographic criteria in algorithms in order to optimize the

sensitivity and specificity for entity or its dignity determination [74, 76]. A further challenge is the presence of additional benign tumors, which occur so rarely that it is difficult to make a statement about their characteristics.

Malignant neoplasms

Primary cancer of the major salivary glands represents a heterogeneous group of more than 20 different histological subtypes with considerable variations in cytopathological morphology. However, considerable overlap in histological, immunohistochemical, molecular profiles, and biological behaviour is observed [60].

In recent decades, the classifications of salivary gland malignancies have undergone regular changes in response to new molecular findings. These changes in the WHO classification, which are also “an evolving art” [77], reflect the evolution of our knowledge. Due to the gradient of histological complexity of these lesions, sonographic imaging also has its inherent limitations. The traditionally accepted sonographic B-mode pattern with poorly defined margins, inhomogeneity of echotexture, marked hypoechoogenicity, as well as calcifications, suspected intraparotid or cervical lymph nodes, mostly occurs in advanced T categories or high-grade histological subtypes [78]. An overlap in ultrasound characteristics between benign tumors and initial T categories [79], as well as low-grade malignant subtypes, has been reported [80].

The vascularization pattern could potentially provide information about the physiobiological properties of the

Fokus. Schnellere Scherwellen und die Verteilung höherer Scherwellen-Geschwindigkeiten über größere Tumorteile (höhere Tumorsteifheit aufgrund reaktiver interstitieller Fibrose [83]) werden mit einem höheren Risiko für Malignität verbunden (► **Abb. 16**) [85]. Mit der Scherwellen-Elastografie zeigten sich gepoolte Empfindlichkeitsraten von circa 60% [86].

Der kontrastverstärkte Ultraschall ermöglicht eine quantitative Analyse der mikrovaskulären Perfusion in soliden Parotistumoren. Dies kann kombiniert werden mit makrovaskularisationsbezogenen Daten aus der farbkodierten Duplexsonografie. Hierdurch können z. B. eine schlechte Vaskularisation mit erhöhter Perfusionskinetik oder eine starke Vaskularisation mit verzögerter Perfusion als Anzeichen einer Malignität erwogen werden, wenn auch mit mäßiger Sensitivität [76].

Lymphom-Manifestationen der Speicheldrüsen stellen eine vielschichtige sonografische Entität dar, die sowohl gutartige als auch bösartige Erkrankungen sonografisch leicht simulieren kann [87]. Primäre Plattenepithel-Karzinome der Gl. parotis sowie Lymphknotenmetastasen von Plattenepithel-Karzinomen werden als heterogene, aggressive Tumore beschrieben, die zudem Nekrosen aufweisen können [67].

Interessenkonflikt

Erklärung zu finanziellen Interessen

Forschungsförderung erhalten: ja, von einer anderen Institution (Pharma- oder Medizintechnikfirma usw.) und einem/den Sponsor(en) dieser Fortbildungseinheit; Honorar/geldwerten Vorteil für Referententätigkeit erhalten: ja, von einer anderen Institution (Pharma- oder Medizintechnikfirma usw.) und einem/den Sponsor(en) dieser Fortbildungseinheit; Bezahlter Berater/interner Schulungsreferent/Gehaltsempfänger: ja, von einer anderen Institution (Pharma- oder Medizintechnikfirma usw.); Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma (Sponsor der Veranstaltung): nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma (Nicht-Sponsor der Veranstaltung): nein.

Erklärung zu nichtfinanziellen Interessen

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse

Dr. Felix Johnson

Otorhinolaryngology, University Clinic of Innsbruck
Anichstraße 35
6020 Innsbruck
Austria
Tel.: +49/176 471 3611
felix.johnson@i-med.ac.at

tumor [81]. In many malignant cases, a higher degree of vascularity (► **Fig. 15**) with a scattered vascular pattern, higher velocities and higher vascular resistance is observed due to angiogenesis [82]. However, a predictive value has not yet been reliably established [79].

The highly variable architecture of salivary gland malignancies with different degrees of stiffness and the rigid chondromyxoid nature of pleomorphic adenomas make it difficult to reliably diagnose a malignant tumor via sonoelastography [83, 84]. In recent years, increased focus has been on the value of several sonoelastographic modalities (especially shear wave elastography) for predicting malignant salivary gland lesions. Faster shear waves and the distribution of higher shear wave velocities over larger tumor portions (higher tumor stiffness due to reactive interstitial fibrosis [83]) are associated with a higher risk of malignancy (► **Fig. 16**) [85]. Shear wave elastography demonstrated pooled sensitivity rates of approximately 60% [86].

Contrast-enhanced ultrasound enables quantitative analysis of microvascular perfusion in solid parotid tumors. This can be combined with macrovascularization-related data from color-coded duplex sonography. This approach allows, for example, poor vascularization with increased perfusion kinetics or strong vascularization with delayed perfusion to be considered as signs of malignancy, although with moderate sensitivity [76].

Lymphoma manifestations of the salivary glands represent a complex sonographic entity that can easily simulate both benign and malignant diseases, sonographically [87]. Primary squamous cell carcinoma of the parotid gland, as well as lymph node metastases from squamous cell carcinoma, are described as heterogeneous, aggressive tumors that may also exhibit necrosis [67].

Conflict of Interest

Declaration of financial interests

Receipt of research funding: yes, from another institution (pharmaceutical or medical technology company, etc.) and a/the sponsor(s) of this training/educational unit; receipt of payment/financial advantage for providing services as a lecturer: yes, from another institution (pharmaceutical or medical technology company, etc.) and a/the sponsor(s) of this training/educational unit; paid consultant/internal trainer/salaried employee: yes, from another institution (pharmaceutical or medical technology company, etc.); patent/business interest/shares (author/partner, spouse, children) in company: none; patent/business interest/shares (author/partner, spouse, children) in sponsor of this CME article or in company whose interests are affected by the CME article: none.

Declaration of non-financial interests

The authors declare that they have no conflict of interest.

Correspondence

Dr. Felix Johnson

Otorhinolaryngology, University Clinic of Innsbruck
Anichstraße 35
6020 Innsbruck
Austria
Tel.: +49/176 471 3611
felix.johnson@i-med.ac.at

References

- [1] Iro H, Zenk J. Speicheldrüsenerkrankungen im Kindesalter. *Laryngorhinootologie* 2014; 93: 103–125. doi:10.1055/s-0033-1363969
- [2] Waldhausen JHT. Branchial cleft and arch anomalies in children. *Semin Pediatr Surg* 2006; 15: 64–69. doi:10.1053/J.SEMPEDSURG.2006.02.002
- [3] Whitley MK, Zur KB. Salivary gland diseases in children. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 2014; 13: 1467–1478. doi:10.3205/CTO000109
- [4] Friedman E, Patiño MO, Udayasankar UK. Imaging of Pediatric Salivary Glands. *Neuroimaging Clin N Am* 2018; 28: 209–226. doi:10.1016/J.NIC.2018.01.005
- [5] Zhou Q, Zheng JW, Mai HM et al. Treatment guidelines of lymphatic malformations of the head and neck. *Oral Oncol* 2011; 47: 1105–1109. doi:10.1016/J.ORALONCOLOGY.2011.08.001
- [6] Bradley P, McClelland L, Mehta D. Paediatric salivary gland epithelial neoplasms. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2007; 69: 137–145. doi:10.1159/000099222
- [7] Sultan I, Rodriguez-Galindo C, Al-Sharabati S et al. Salivary gland carcinomas in children and adolescents: A population-based study, with comparison to adult cases. *Head Neck* 2011; 33: 1476–1481. doi:10.1002/HED.21629
- [8] Shapiro NL, Bhattacharyya N. Clinical characteristics and survival for major salivary gland malignancies in children. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006; 134: 631–634. doi:10.1016/J.OTOHNS.2005.11.018
- [9] Surun A, Schneider DT, Ferrari A et al. Salivary gland carcinoma in children and adolescents: The EXPeRT/PARTNER diagnosis and treatment recommendations. *Pediatr Blood Cancer* 2021; 68: e29058. doi:10.1002/PBC.29058
- [10] Yoshida EJ, García J, Eisele DW et al. Salivary gland malignancies in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2014; 78: 174–178. doi:10.1016/J.IJPORL.2013.11.001
- [11] McQuone SJ. Acute viral and bacterial infections of the salivary glands. *Otolaryngol Clin North Am* 1999; 32: 793–811. doi:10.1016/S0030-6665(05)70173-0
- [12] Hidalgo-Santos AD, Gastón-Téllez R, Ferrer-Lorente B et al. Immune disorders associated with juvenile recurrent chronic parotitis. *An Pediatr* 2021; 95: 260–266. doi:10.1016/J.ANPEDE.2020.08.012
- [13] Francis CL, Larsen CG. Pediatric sialadenitis. *Otolaryngol Clin North Am* 2014; 47: 763–778. doi:10.1016/J.OTC.2014.06.009
- [14] Ramakrishna J, Strychowsky J, Gupta M et al. Sialendoscopy for the management of juvenile recurrent parotitis: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope* 2015; 125: 1472–1479. doi:10.1002/LARY.25029

- [15] Valour F, Sénéchal A, Dupieux C et al. Actinomycosis: Etiology, clinical features, diagnosis, treatment, and management. *Infect Drug Resist* 2014; 7: 183–197. doi:10.2147/IDR.S39601
- [16] Kenechi NwawkaO, Nadgir R, Fujita A et al. Granulomatous Disease in the Head and Neck: Developing a Differential Diagnosis. *Radiographics* 2014; 34: 1240–1257. doi:10.1148/rg345130068
- [17] Koch M, Sievert M, Iro H et al. Ultrasound in Inflammatory and Obstructive Salivary Gland Diseases: Own Experiences and a Review of the Literature. *J Clin Med* 2021; 10. doi:10.3390/JCM10163547
- [18] Mansour N, Bobenstetter L, Mansour S et al. [Differentiation of ultrasonographic hypoechoic head and neck lesions]. *Laryngorhinootologie* 2019; 98: 701–707. doi:10.1055/A-0964-8931
- [19] Mantsopoulos K, Psychogios G, Agaimy A et al. Inflamed benign tumors of the parotid gland: Diagnostic pitfalls from a potentially misleading entity. *Head Neck* 2015; 37: 23–29. doi:10.1002/HED.23541
- [20] Iro H, Zenk J, Koch M. [Modern concepts for the diagnosis and therapy of sialolithiasis]. *HNO* 2010; 58: 211–217. doi:10.1007/S00106-009-2075-0
- [21] Zengel P, Schrötlzmaier F, Schwarz F et al. Elastography: A new diagnostic tool for evaluation of obstructive diseases of the salivary glands; primary results. *Clin Hemorheol Microcirc* 2012; 50: 91–99. doi:10.3233/CH-2011-1446
- [22] Marchal F, Dulguerov P. Sialolithiasis management: The state of the art. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2003; 129: 951–956. doi:10.1001/ARCHOTOL.129.9.951
- [23] Escudier MP, McGurk M. Symptomatic sialoadenitis and sialolithiasis in the English population, an estimate of the cost of hospital treatment. *Br Dent J* 1999; 186: 463–466. doi:10.1038/Sj.BDJ.4800141
- [24] Williams MF. Sialolithiasis. *Otolaryngol Clin North Am* 1999; 32: 819–834. doi:10.1016/S0030-6665(05)70175-4
- [25] Kajander EO, Çiftçioglu N. Nanobacteria: An alternative mechanism for pathogenic intra- and extracellular calcification and stone formation. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1998; 95: 8274–8279. doi:10.1073/PNAS.95.14.8274
- [26] Lustmann J, Regev E, Melamed Y. Sialolithiasis. A survey on 245 patients and a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1990; 19: 135–138. doi:10.1016/S0901-5027(05)80127-4
- [27] Zengel P, Schrötlzmaier F, Reichel C et al. Sonography: The leading diagnostic tool for diseases of the salivary glands. *Semin Ultrasound CT MR* 2013; 34: 196–203. doi:10.1053/J.SULT.2012.11.012
- [28] Mehanna H, McQueen A, Robinson M et al. Salivary gland swellings. *BMJ* 2012; 345. doi:10.1136/BMJ.E6794
- [29] Koch M, Iro H, Zenk J. [Stenosis and other non-sialolithiasis-related obstructions of the major salivary gland ducts. Modern treatment concepts]. *HNO* 2010; 58: 218–224. doi:10.1007/S00106-009-2076-Z
- [30] Kopeć T, Szyfyer W, Wierzbicka M et al. Stenoses of the salivary ducts-sialendoscopy based diagnosis and treatment. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2013; 51. doi:10.1016/J.BJOMS.2012.08.004
- [31] Koch M, Iro H, Zenk J. Role of sialoscopy in the treatment of Stensen's duct strictures. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008; 117: 271–278. doi:10.1177/000348940811700406
- [32] Qi S, Liu X, Wang S. Sialoendoscopic and irrigation findings in chronic obstructive parotitis. *Laryngoscope* 2005; 115: 541–545. doi:10.1097/01.MLG.0000157832.23380.DF
- [33] Rose SS. A Clinical and Radiological Survey of 192 Cases of Recurrent Swellings of the Salivary Glands: Hunterian Lecture delivered at the Royal College of Surgeons of England on 26th March 1953. *Ann R Coll Surg Engl* 1954; 15: 374
- [34] Zengel P, Berghaus A, Weiler C et al. Intraductally applied contrast-enhanced ultrasound (IA-CEUS) for evaluating obstructive disease and secretory dysfunction of the salivary glands. *Eur Radiol* 2011; 21: 1339–1348. doi:10.1007/S00330-010-2038-6
- [35] Vogl TJ, Al-Nawas B, Beutner D et al. Updated S2K AWMF guideline for the diagnosis and follow-up of obstructive sialadenitis – Relevance for radiologic imaging. *Rofo* 2014; 186: 843–846. doi:10.1055/S-0034-1366867
- [36] Witt RL, Iro H, Koch M et al. Minimally invasive options for salivary calculi. *Laryngoscope* 2012; 122: 1306–1311. doi:10.1002/LARY.23272
- [37] Harbison JM, Liess BD, Templer JW et al. Chronic parotitis: A challenging disease entity. *Ear Nose Throat J* 2011; 90. doi:10.1177/014556131109000317
- [38] Baumash HD. Chronic recurrent parotitis: A closer look at its origin, diagnosis, and management. *J Oral Maxillofac Surg* 2004; 62: 1010–1018. doi:10.1016/j.joms.2003.08.041
- [39] Epivatianos A, Harrison JD. The presence of microcalculi in normal human submandibular and parotid salivary glands. *Arch Oral Biol* 1989; 34: 261–265. doi:10.1016/0003-9969(89)90066-6
- [40] Brito-Zerón P, Theander E, Baldini C et al. Early diagnosis of primary Sjögren's syndrome: EULAR-SS task force clinical recommendations. *Expert Rev Clin Immunol* 2016; 12: 137–156. doi:10.1586/1744666X.2016.1109449
- [41] Psianou K, Panagoulas I, Papanastasiou AD et al. Clinical and immunological parameters of Sjögren's syndrome. *Autoimmun Rev* 2018; 17: 1053–1064. doi:10.1016/J.AUTREV.2018.05.005
- [42] Milic VD, Petrovic RR, Boric IV et al. Diagnostic value of salivary gland ultrasonographic scoring system in primary Sjogren's syndrome: A comparison with scintigraphy and biopsy. *J Rheumatol* 2009; 36: 1495–1500. doi:10.3899/JRHEUM.081267
- [43] Mossel E, Delli K, Van Nimwegen JF et al. Ultrasonography of major salivary glands compared with parotid and labial gland biopsy and classification criteria in patients with clinically suspected primary Sjögren's syndrome. *Ann Rheum Dis* 2017; 76: 1883–1889. doi:10.1136/ANNRHEUMDIS-2017-211250
- [44] Hočevár A, Ambrožič A, Rozman B et al. Ultrasonographic changes of major salivary glands in primary Sjogren's syndrome. Diagnostic value of a novel scoring system. *Rheumatology (Oxford)* 2005; 44: 768–772. doi:10.1093/RHEUMATOLOGY/KEH588
- [45] Lin D, Yang W, Guo X et al. Cross-sectional comparison of ultrasonography scoring systems for primary Sjogren's syndrome. *Int J Clin Exp Med* 2015; 8: 19065
- [46] Mossel E, Arends S, Van Nimwegen JF et al. Scoring hypoechoic areas in one parotid and one submandibular gland increases feasibility of ultrasound in primary Sjögren's syndrome. *Ann Rheum Dis* 2018; 77: 556–562. doi:10.1136/ANNRHEUMDIS-2017-211992
- [47] Cornec D, Jousse-Joulin S, Marhadour T et al. Salivary gland ultrasonography improves the diagnostic performance of the 2012 American College of Rheumatology classification criteria for Sjögren's syndrome. *Rheumatology (Oxford)* 2014; 53: 1604–1607. doi:10.1093/RHEUMATOLOGY/KEU037

- [48] Le Goff M, Cornec D, Jousse-Joulin S et al. Comparison of 2002 AECG and 2016 ACR/EULAR classification criteria and added value of salivary gland ultrasonography in a patient cohort with suspected primary Sjögren's syndrome. *Arthritis Res Ther* 2017; 19. doi:10.1186/S13075-017-1475-X
- [49] Hofauer BG. Etablierung sonographischer Marker zur Diagnose und Verlaufskontrolle des primären Sjögren-Syndroms.
- [50] Knopf A, Hofauer B, Thürmel K et al. Diagnostic utility of Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) imaging in primary Sjögren's syndrome. *Eur Radiol* 2015; 25: 3027–3034. doi:10.1007/S00330-015-3705-4
- [51] Nikolopoulos D, Kitsos D, Papatheanasiou M et al. POS0123 Major salivary gland ultrasonography and MRI with diffusion weighted imaging (DWI) as complementary tools to identify features of malt in primary Sjögren's Syndrome (PSS): A single center cross sectional study. *Ann Rheum Dis* 2022; 81: 287–287. doi:10.1136/ANNRHEUMDIS-2022-EULAR.3931
- [52] Ko KWS, Bhatia KS, Ai QYH et al. Imaging of head and neck mucosa-associated lymphoid tissue lymphoma (MALToma). *Cancer Imaging* 2021; 21: 1–8. doi:10.1186/S40644-020-00380-5/FIGURES/9
- [53] Knopf A, Lahmer T, Chaker A et al. Head and neck sarcoidosis, from wait and see to tumor necrosis factor alpha therapy: A pilot study. *Head Neck* 2013; 35: 715–719. doi:10.1002/HED.23022
- [54] Hofauer B, Wiesner M, Stock K et al. Multimodal Evaluation of Long-Term Salivary Gland Alterations in Sarcoidosis. *J Clin Med* 2022; 11: 2292. doi:10.3390/JCM11092292
- [55] Puxeddu I, Capocchi R, Carta F et al. Salivary Gland Pathology in IgG4-Related Disease: A Comprehensive Review. *J Immunol Res* 2018. doi:10.1155/2018/6936727
- [56] Narayan AK, Baer A, Fradin J. Sonographic findings of IgG4-related disease of the salivary glands: Case report and review of the literature. *J Clin Ultrasound* 2018; 46: 73–77. doi:10.1002/JCU.22482
- [57] Moore AE, Marcus KS, Rajan KD A et al. Ultrasound and Sialogram Correlates to Parotid Immunoglobulin G4-Related Disease. *Ear Nose Throat J* 2021; 103: 247–251. doi:10.1177/01455613211051651
- [58] Davis AB, Hoffman HT. Management Options for Sialadenosis. *Otolaryngol Clin North Am* 2021; 54: 605–611. doi:10.1016/J.OTC.2021.02.005
- [59] Scully C, Bagán JV, Eveson JW et al. Sialosis: 35 cases of persistent parotid swelling from two countries. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2008; 46: 468–472. doi:10.1016/j.bjoms.2008.01.014
- [60] Skálová A, Hycza MD, Leivo I. Update from the 5th Edition of the World Health Organization Classification of Head and Neck Tumors: Salivary Glands. *Head Neck Pathol* 2022; 16: 40–53. doi:10.1007/S12105-022-01420-1
- [61] Psychogios G, Vlastos I, Thölken R et al. Warthin's tumour seems to be the most common benign neoplasm of the parotid gland in Germany. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* 2020; 277: 2081–2084. doi:10.1007/s00405-020-05894-z
- [62] Piwowarczyk K, Bartkowiak E, Klimza H et al. Review and characteristics of 585 salivary gland neoplasms from a tertiary hospital registered in the Polish National Major Salivary Gland Benign Tumors Registry over a period of 5 years: A prospective study. *Otolaryngol Pol = Polish Otolaryngol* 2020; 74: 1–6. doi:10.5604/01.3001.0014.1261
- [63] Kato H, Kawaguchi M, Ando T et al. Pleomorphic adenoma of salivary glands: common and uncommon CT and MR imaging features. *Jpn J Radiol* 2018; 36: 463–471. doi:10.1007/s11604-018-0747-y
- [64] Mantsopoulos K, Iro H. Pleomorphic adenoma compared with cystadenolymphoma of the parotid gland: Which is more common? *Br J Oral Maxillofac Surg* 2020; 58: 361–363. doi:10.1016/J.BJOMS.2019.12.014
- [65] Franzen AM, Kaup Franzen C, Guenzel T et al. Increased incidence of Warthin tumours of the parotid gland: A 42-year evaluation. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* 2018; 275: 2593–2598. doi:10.1007/s00405-018-5092-3
- [66] Patel DK, Morton RP. Demographics of benign parotid tumours: Warthin's tumour versus other benign salivary tumours. *Acta Otolaryngol* 2016; 136: 83–86. doi:10.3109/00016489.2015.1081276
- [67] Gritzmann Radiologie Und Nuklearmedizin N, Der Barmherzigen Brüder K, Schlüsselwörter S, et al. Ultraschall der Speicheldrüsen Ultrasound of the Salivary Glands. *Otol* 2009; 88: 48–59. doi:10.1055/s-0028-1103476
- [68] Rong X, Zhu Q, Ji H et al. Differentiation of pleomorphic adenoma and Warthin's tumor of the parotid gland: Ultrasonographic features. *Acta Radiol* 2014; 55: 1203–1209. doi:10.1177/0284185113515865
- [69] Matsuda E, Fukuhara T, Donishi R et al. Usefulness of a Novel Ultrasonographic Classification Based on Anechoic Area Patterns for Differentiating Warthin Tumors from Pleomorphic Adenomas of the Parotid Gland. *Yonago Acta Med* 2017; 60: 220. doi:10.24563/YAM.2017.12.002
- [70] Mansour N, Stock KF, Chaker A et al. Evaluation of parotid gland lesions with standard ultrasound, color duplex sonography, sonoelastography, and acoustic radiation force impulse imaging – a pilot study. *Ultraschall in Med* 2012; 33: 283–288. doi:10.1055/S-0031-1299130
- [71] Mansour N, Bas M, Stock KF et al. Multimodal Ultrasonographic Pathway of Parotid Gland Lesions. *Ultraschall in Med* 2017; 38: 166–173. doi:10.1055/S-0035-1553267
- [72] Yan M, Xu D, Chen L et al. Comparative Study of Qualitative and Quantitative Analyses of Contrast-Enhanced Ultrasound and the Diagnostic Value of B-Mode and Color Doppler for Common Benign Tumors in the Parotid Gland. *Front Oncol* 2021; 11. doi:10.3389/FONC.2021.669542
- [73] Matsuda E, Fukuhara T, Donishi R et al. Clinical Utility of Qualitative Elastography Using Acoustic Radiation Force Impulse for Differentiating Benign from Malignant Salivary Gland Tumors. *Ultrasound Med Biol* 2021; 47: 279–287. doi:10.1016/J.ULTRASMEDBIO.2020.10.007
- [74] Guiban O, Rubini A, Fresilli D et al. Preoperative Multiparametric Ultrasound and Fine Needle Aspiration Cytology evaluation of parotid gland tumors: Which is the best technique? *Med Ultrason* 2021; 23: 402–409. doi:10.11152/MU-3068
- [75] Olgun DC, Kantarci F, Taskin U et al. Relative proportions of stromal to cellular components of pleomorphic adenomas: Determination with shear wave elastography. *J Ultrasound Med* 2014; 33: 503–508. doi:10.7863/ULTRA.33.3.503
- [76] Mansour N, Bas M, Stock KF et al. Multimodal Ultrasonographic Pathway of Parotid Gland Lesions. *Ultraschall in Medizin* 2017; 38: 166–173. doi:10.1055/s-0035-1553267
- [77] Mantsopoulos K, Mueller S, Goncalves M et al. Completion surgery after extracapsular dissection of low-grade parotid gland malignant tumors. *Head Neck* 2019; 41: 3383–3388. doi:10.1002/HED.25863

- [78] Martino M, Fodor D, Fresilli D et al. Narrative review of multi-parametric ultrasound in parotid gland evaluation. *Gland Surg* 2020; 9: 2295–2311. doi:10.21037/GS-20-530
- [79] Bozzato A, Zenk J, Greess H et al. Potential of ultrasound diagnosis for parotid tumors: Analysis of qualitative and quantitative parameters. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 137: 642–646. doi:10.1016/j.OTOHNS.2007.05.062
- [80] Berner F, Koch M, Müller SK et al. Investigation of Sonographic Criteria for Reliable Identification of T1-T2 Low-Grade Malignant Tumors of the Parotid Gland. *Ultrasound Med Biol* 2021; 47: 471–477. doi:10.1016/j.ULTRASMEDBIO.2020.11.010
- [81] Knopf A, Mansour N, Chaker A et al. Multimodal ultrasonographic characterisation of parotid gland lesions – a pilot study. *Eur J Radiol* 2012; 81: 3300–3305. doi:10.1016/j.EJRAD.2012.01.004
- [82] El-Khateeb SM, Abou-Khalaf AE, Farid MM et al. A prospective study of three diagnostic sonographic methods in differentiation between benign and malignant salivary gland tumours. *Dentomaxillofacial Radiol* 2011; 40: 476. doi:10.1259/DMFR/18407834
- [83] Heřman J, Sedláčková Z, Vachutka J et al. Differential Diagnosis of Parotid Gland Tumors: Role of Shear Wave Elastography. *Biomed Res Int* 2017. doi:10.1155/2017/9234672
- [84] Thimsen V, Goncalves M, Koch M et al. The current value of quantitative shear wave sonoelastography in parotid gland tumors. *Gland Surg* 2021; 10: 1374–1374. doi:10.21037/GS-20-837
- [85] Jering M, Zenk J, Thölken R et al. Can Ultrasound in Combination with Virtual Touch Imaging Quantification Predict the Dignity of a Parotid Tumor? *Ultrasound Med Biol* 2021; 47: 1192–1203. doi:10.1016/j.ULTRASMEDBIO.2020.12.027
- [86] Zhang YF, Li H, Wang XM et al. Sonoelastography for differential diagnosis between malignant and benign parotid lesions: A meta-analysis. *Eur Radiol* 2019; 29: 725–735. doi:10.1007/S00330-018-5609-6/FIGURES/4
- [87] Mantsopoulos K, Koch M, Fauck V et al. Primary parotid gland lymphoma: Pitfalls in the use of ultrasound imaging by a great pretender. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2021; 50: 573–578. doi:10.1016/j.IJOM.2020.08.008