

Karthik Shunmugavelu¹, Evangeline Cynthia Dhinakaran²**Role of Ultrasound in Salivary Gland Tumors: a Systematic Review**¹ Medical College Hospital and Research Institute Tambaram Kanchipuram, Tamilnadu, India² Sree Balaji Medical College and Hospital, Tamilnadu, India

Contact person: Karthik Shunmugavelu, e-mail: drkarthiks1981@gmail.com

ABSTRACT

Background: Salivary gland tumors (SGTs) are a heterogeneous group of lesions, from benign to extremely malignant neoplasms. Early and correct diagnosis is critical for proper clinical management. Ultrasound (US), being an inexpensive, non-invasive, and readily available imaging technique, has a pivotal role in the initial assessment of SGTs. The last few years have added power to the diagnostic armamentarium of US through elastography and radiomics. This systematic review critically examines existing evidence regarding the diagnostic utility and accuracy of ultrasound to differentiate benign from malignant SGTs.

Material and methods: The review adhered to PRISMA guidelines. Systematic searches of electronic databases – PubMed, Scopus, and Web of Science – were conducted for original research articles published 2012–2025. Included studies compared ultrasound approaches (grayscale US, elastography, and radiomics-based US) for the diagnosis of SGTs, with diagnostic performance reported. Non-original papers, case reports, and non-diagnostic outcome reports were excluded. Data were extracted regarding study design, sample characteristics, ultrasound techniques, and diagnostic accuracy.

Results: Five studies were found based on the inclusion criteria. Grayscale ultrasound yielded high specificity (up to 90 %) but low sensitivity (as low as 38.9 %) for detecting malignant lesions. Elastography, including shear wave elastography (SWE) and real-time elastography (RTE), improved diagnostic sensitivity and specificity (SWE: sensitivity 74 %, specificity 62 %). Radiomics-based ultrasound had the highest reported diagnostic accuracy (90 %), sensitivity (78 %), and specificity (92 %). Ultrasound-guided fine needle aspiration (US-FNA) cytology always possessed superior diagnostic sensitivity (up to 91 %) in all studies. US-FNA cytology was also helpful in distinguishing between SGTs and other inflammatory and autoimmune disorders such as Sjögren's syndrome.

Discussion: Gray-scale conventional ultrasound still forms a cornerstone of the initial evaluation of salivary gland tumors, but its low sensitivity makes adjunctive techniques necessary. Elastography adds useful information on tissue stiffness and enhances differentiation between benign and malignant lesions. Radiomics and artificial intelligence-based models represent an exciting horizon for objective,

Karthik Shunmugavelu¹, Evangeline Cynthia Dhinakaran²**РОЛЬ УЗИ В ДИАГНОСТИКЕ ОПУХОЛЕЙ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ:
СИСТЕМНЫЙ ОБЗОР**¹ Отделение стоматологии Клинической больницы Исследовательского института PSP, India² Медицинский колледж с клиникой Sree Balaji, Tamilnadu, India

Контактное лицо: Karthik Shunmugavelu, e-mail: drkarthiks1981@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Введение: Опухоли слюнных желез (ОСЖ) представляют собой гетерогенную группу новообразований, от доброкачественных до крайне злокачественных. Ранняя и верная диагностика имеет решающее значение для корректного ведения пациентов. Ультразвуковое исследование (УЗИ), будучи недорогим, неинвазивным и легкодоступным методом визуализации, играет ключевую роль в первичной оценке ОСЖ. В последние несколько лет диагностический арсенал УЗИ значительно расширился за счет эластографии и радиомики. В данном обзоре критически рассматриваются существующие данные о диагностической ценности и точности УЗИ для дифференциации доброкачественных и злокачественных ОСЖ.

Материал и методы: Обзор составлен в соответствии с рекомендациями PRISMA. Был проведен систематический поиск оригинальных исследовательских статей в электронных базах данных – PubMed, Scopus и Web of Science – опубликованных в 2012–2025 гг. Используемые статьи включали сравнение различных методов ультразвуковой (серошкальное УЗИ, эластография и радиомикологическое УЗИ) диагностики ОСЖ, а также данные об их эффективности. Неоригинальные статьи, описания случаев и сообщения о недиагностических результатах были исключены. При подборе статей для данного обзора учитывались: характер выборки, специфика исследования, метод УЗИ диагностики и его точность.

Результаты: Для данной работы было отобрано пять статей. Ультразвуковое исследование в оттенках серого показало высокую специфичность (до 90 %), но низкую чувствительность (всего 38,9 %) для выявления злокачественных новообразований. Эластография, включая сдвиговолновую эластографию (SWE) и эластографию в реальном времени (RTE), повысила диагностическую чувствительность и специфичность (чувствительность 74 %, специфичность 62 %). Радиомикологическое ультразвуковое исследование показало наивысшие зарегистрированные диагностические показатели точности (90 %), чувствительности (78 %) и специфичности (92 %). Тонкоигольная аспирационная биопсия под контролем УЗИ (УЗ-ТАБ) во всех случаях обладала высокой диагностической чувствительностью (до 91 %). УЗ-ТАБ также была применима для дифференциальной диагностики ОСЖ и других воспалительных и аутоиммунных заболеваний, таких как синдром Шегрена.

Обсуждение: Классическая серошкальная УЗИ по-прежнему является краеугольным камнем первичной диагностики опухолей слюнных желез, но её низкая чувствительность обуславливает необходимость использования дополнительных методов. Эластография дает информацию о жёсткости тканей и улучшает дифференциацию доброкачественных и злокачественных новообразований. Радиомика и модели на основе искусственного интеллекта открывают перспективные горизонты для объективной автома-

automated diagnosis but need clinical validation. US-FNA cytology is still irreplaceable for diagnostic confirmation. Standardization of the imaging protocol and multicenter validation studies involving more patients are required to implement these advances in everyday practice.

Conclusion: Ultrasound, particularly when integrated with advanced techniques such as elastography and radiomics, significantly enhances the non-invasive diagnostic workup of salivary gland tumors. However, ultrasound-guided FNA cytology continues to be the diagnostic gold standard. Future research should focus on large-scale validation, integration of computational tools, and standardized imaging approaches to further improve diagnostic accuracy and patient outcomes.

Keywords: *salivary gland tumors, ultrasound, elastography, radiomics, diagnostic accuracy, fine needle aspiration cytology*

For citation: Karthik Shunmugavelu, Evangeline Cynthia Dhinakaran. Role of Ultrasound in Salivary Gland Tumors: a Systematic Review. *Medical Radiology and Radiation Safety*. 2026;71(2):115–121. DOI:10.33266/1024-6177-2026-71-2-115-121

Introduction

Salivary gland tumors (SGTs) are a heterogeneous and complex group of neoplasms derived from the major (parotid, submandibular, sublingual) and minor salivary glands [1]. Though relatively uncommon – occurring in about 3–10 % of all head and neck tumors – SGTs are exceedingly heterogeneous with respect to clinical presentation, histopathology, and biological behavior [2]. The vast majority of SGTs are benign, with pleomorphic adenoma and Warthin's tumor being the two most frequent lesions, particularly in the parotid gland. However a large percentage can be malignant, from low-grade mucoepidermoid carcinomas to malignant high-grade tumors of salivary duct carcinoma and adenoid cystic carcinoma [3]. Malignant SGTs are infamous for perineural invasion, local recurrence, and distant metastasis and tend to cause significant morbidity and poor patient outcomes [3].

Early and accurate diagnosis of SGTs is therefore crucial for optimal treatment planning and prognosis. Clinical examination is rarely sufficient, as symptoms and signs of benign and malignant lesions tend to overlap extensively, and palpable masses are late or obscured by interposed soft tissues [4]. Imaging has thus become a cornerstone of the diagnostic workup of any patient presenting with a salivary gland swelling. Of the modalities available, ultrasonography (US) is the first-line imaging modality of choice because it is non-invasive, does not utilize ionizing radiation, widespread accessibility, and can provide real-time, high-resolution visualization of superficial structures [5].

Conventional grayscale ultrasound offers detailed assessment of glandular architecture, tumor size and margin delineation, internal echotexture, and vascularity, and their topographic relationship to adjacent structures. The reliabil-

тизированной диагностики, но требуют клинической валидации. Цитология с помощью тонкоигольной биопсийной аспирационной биопсии (УЗ-ТАБ) по-прежнему остается незаменимым для подтверждения диагноза. Для внедрения данных методик в повседневную практику необходимы стандартизация протокола визуализации и множественные валидационные исследования с участием большого числа пациентов.

Заключение: Ультразвуковая диагностика, особенно в сочетании с передовыми методами, такими как эластография и радиомика, значительно повышает эффективность неинвазивной диагностики опухолей слюнных желез. Однако цитологическое исследование методом тонкоигольной аспирационной биопсии (FNA) под контролем УЗИ по-прежнему остается золотым стандартом диагностики. Последующие исследования должны быть направлены на широкомасштабную валидацию, интеграцию передового программного обеспечения и стандартизацию методов визуализации для дальнейшего повышения точности диагностики и улучшения результатов лечения.

Ключевые слова: *опухоль слюнных желез, ультразвуковое исследование, эластография, радиомика, диагностическая точность, тонкоигольная аспирационная биопсия*

Для цитирования: Karthik Shunmugavelu, Evangeline Cynthia Dhinakaran. Роль УЗИ в диагностике опухолей слюнных желез: системный обзор // *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2026. Т. 71. № 2. С. 115–121. (англ.). DOI:10.33266/1024-6177-2026-71-2-115-121

Введение

Опухоли слюнных желез (ОСЖ) представляют собой гетерогенную и сложную группу новообразований, происходящих из больших (околоушных, подчелюстных, подъязычных) и малых слюнных желез [1]. Хотя они встречаются относительно редко – примерно в 3–10 % всех опухолей головы и шеи, – ОСЖ чрезвычайно гетерогенны по клинической картине, гистопатологии и течению [2]. Подавляющее большинство ОСЖ являются доброкачественными, из них наиболее частыми поражениями являются плеоморфная аденома и опухоль Уортина, особенно в околоушной железе. Однако значительная часть из них может быть злокачественной – от низкоккачественной мукоэпидермоидной карциномы до опухолей высокой степени злокачественности, таких как карцинома слюнных протоков и аденокистозная карцинома [3]. Злокачественные ОСЖ печально известны своей перинеуральной инвазией, местными рецидивами и отдаленными метастазами, а также, как правило, приводят к значительной заболеваемости и неблагоприятным результатам для пациентов [3].

Поэтому ранняя и точная диагностика ОСЖ имеет решающее значение для оптимального планирования лечения и прогноза. Клинического обследования редко бывает достаточно, поскольку симптомы и признаки доброкачественных и злокачественных поражений, как правило, во многом совпадают, а пальпируемые образования обнаруживаются поздно или скрыты промежуточными мягкими тканями [4]. Таким образом, визуализация стала краеугольным камнем диагностического обследования любого пациента с припухлостью слюнных желез. Из всех доступных методов ультразвуковое исследование (УЗИ) является методом выбора первой линии визуализации, поскольку оно неинвазивно, в нем используется ионизирующее излучение, широко доступно и может обеспечить обзор поверхностных структур в режиме реального времени с высоким разрешением [5].

Традиционное УЗИ в оттенках серого позволяет детально оценить архитектуру желез, размер опухоли и ее контуры, внутреннюю эхотекстуру и васкуляризацию,

ity of these ultrasonographic findings in distinguishing with certainty benign from malignant tumors is restricted due to the fact that, though discrete, there exists considerable overlap between them, particularly with deep-lobe or morphologically indeterminate lesions. Thus, the role of ultrasound has remained classically restricted to detection, characterization, and guidance of tissue sampling, particularly fine needle aspiration (FNA) cytology [6].

The last decade has witnessed significant developments in ultrasound technology with potential for even more accurate, non-invasive SGT diagnosis. Real-time (RTE) and shear wave elastography (SWE) ultrasound elastography enables quantitative stiffness evaluation of tissue that may be able to differentiate between malignant and benign processes on the basis of their biomechanical properties. Even more recently, the advent of radiomics and artificial intelligence-based image analysis has introduced objective, reproducible, and automated methods for risk stratification that are able to identify subtle imaging patterns imperceptible to human observers [7].

Despite these technological strides, controversy persists regarding the optimal application, diagnostic accuracy, and integration of these ultrasound modalities in the routine evaluation of SGTs. Discrepancies in operator experience, lack of standardized imaging protocols, and variable access to advanced technologies further complicate the landscape. Additionally, tissue diagnosis via ultrasound-guided FNA remains essential, particularly in lesions with indeterminate imaging findings or suspicion of malignancy.

а также топографическое соотношение с соседними структурами. Надежность этих ультразвуковых данных для точного различения доброкачественных и злокачественных опухолей ограничена тем, что, несмотря на их дискретность, между ними существует значительное сходство, особенно при глубоко расположенных или морфологически неопределенных поражениях. Таким образом, роль ультразвука традиционно ограничивалась обнаружением, характеристикой и контролем взятия образцов ткани, в частности во время цитологического исследования методом тонкоигольной аспирационной биопсии (FNA) [6].

За последнее десятилетие наблюдался значительный прогресс в ультразвуковых технологиях, открывающий возможности для еще более точной неинвазивной диагностики ОСЖ. Ультразвуковая эластография в режиме реального времени (RTE) и сдвигово-волновая эластография (SWE) позволяют количественно оценить жесткость ткани, что может позволить дифференцировать злокачественные и доброкачественные процессы на основе их биомеханических свойств. Совсем недавно, с появлением радиномики и анализа изображений на основе искусственного интеллекта, появились объективные, воспроизводимые и автоматизированные методы стратификации риска, способные выявлять визуальные отличия, не заметные для наблюдателя [7].

Несмотря на эти технологические достижения, сохраняются противоречия относительно оптимальной стратегии применения, диагностической точности и интеграции этих ультразвуковых методов в рутинную оценку ОСЖ. Различия в опыте врачей, отсутствие стандартизированных протоколов визуализации и неравный доступ к передовым технологиям еще больше усложняют ситуацию. Кроме того, диагностика тканей с помощью тонкоигольной аспирационной биопсии под ультразвуковым контролем остается значимой, особен-

Therefore, the present systematic review aims to provide a comprehensive and critical synthesis of the current literature regarding the diagnostic performance of ultrasound – spanning conventional grayscale imaging, elastography, and radiomics – in the evaluation of salivary gland tumors. By comparing and correlating evidence across a range of contemporary studies, this review seeks to inform clinical decision-making and highlight future directions for research and practice in head and neck imaging.

Material and methods

Search Strategy and Selection Criteria:

This systematic review adhered to PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines [8] (fig. 1). Electronic searches in PubMed, Scopus, and Web of Science databases from January 2012 to March 2025 were conducted for articles published during this time. The search terms and Boolean operators applied below were: “salivary gland tumor” AND (“ultrasound” OR “elastography” OR “radiomics” OR “fine needle aspiration”).

Inclusion criteria:

- Original research articles, published in English
- Studies evaluating any ultrasound technique for diagnosis or characterization of SGTs
- Studies reporting diagnostic performance metrics (sensitivity, specificity, accuracy)

но при поражениях с неопределенными результатами визуализации или подозрением на злокачественность.

Поэтому настоящий систематический обзор направлен на всестороннее и критическое обобщение современной литературы, касающейся диагностической эффективности ультразвука, охватывающей традиционную серошкальную визуализацию, эластографию и радиномику, при оценке опухолей слюнных желез. Сравнивая и сопоставляя данные ряда современных исследований, данный обзор призван предоставить информацию для принятия клинических решений и обозначить будущие направления исследований и практики в области визуализации головы и шеи.

Материал и методы

Методы поиска и критерии отбора исследований:

Данный обзор соответствует рекомендациям PRISMA (Предпочтительные элементы отчетности для систематических обзоров и мета-анализов) [8] (рис. 1). Электронный поиск статей проводился в базах данных PubMed, Scopus и Web of Science за период с января 2012 г. по март 2025 г. Ниже приведены поисковые термины и логические операторы: «опухоль слюнной железы» И («ультразвуковое исследование» ИЛИ «эластография» ИЛИ «радиномика» ИЛИ «тонкоигольная аспирационная биопсия»).

Для данного обзора отбирались:

- Оригинальные научные статьи, опубликованные на английском языке
- Исследования, оценивающие любой метод ультразвуковой диагностики или характеристики ОСЖ
- Исследования, в которых приводятся показатели эффективности диагностики (чувствительность, специфичность, точность)

Exclusion criteria:

- Reviews, editorials, letters, or case reports
- Studies focused exclusively on other imaging modalities
- Studies without clear diagnostic accuracy data

Data Extraction and Analysis:

Two reviewers screened titles, abstracts, and full texts independently. Discrepancies were resolved by consensus. Data extracted were study design, number of patients, type of ultrasound modality, diagnostic criteria, and reported performance measures (sensitivity, specificity, accuracy, AUC).

Results

Five studies fulfilled the eligibility criteria and were included for qualitative synthesis



Fig. 1. PRISMA Flowchart
Рис. 1. Алгоритм PRISMA

Для данного обзора не использовались:

- Обзоры, редакционные статьи, письма или описания случаев
- Исследования, посвященные исключительно другим методам визуализации
- Исследования без четких данных о диагностической точности

Методика анализа исследований

Два рецензента независимо друг от друга анализировали названия, аннотации и полные тексты статей. Разногласия разрешались на основе консенсуса. Таким

Discussion

The studies included in this review collectively demonstrate both the established role and evolving frontiers of ultrasound within the diagnostic workup of salivary gland tumors (SGTs). Conventional grayscale ultrasound, as investigated by Al-Rasheedy et al. (2021) [11] is ubiquitously considered a first line of imaging with a good yield, especially for the visualization of sialolithiasis as well as superficial neoplastic lesions due to its high specificity when clear lesion margins are apparent. Yet, as further emphasized by Wu et al. (2012) [6] grayscale ultrasound is only mildly sensitive to malignancy – especially to small, deep, or morphologically complicated lesions – with their large cohort citing a sensitivity of merely 38.9 % versus specificity of 90.1 %. This agreement between studies underscores the inherent difficulty in utilizing sole sonographic morphology in the differentiation between benign and malignant SGTs and supports the necessity for adjunctive diagnostic modalities.

Here, elastography has proved to be a useful augmentation of conventional ultrasound, providing quantification of tissue stiffness, and this is usually – but not necessarily – equivalent to malignancy. Cheng et al. (2022) [10] made direct comparisons of grayscale ultrasound, real-time elastography (RTE), shear wave elastography (SWE), and ultrasound-guided fine needle aspiration (US-FNA) cytology on a single clinical cohort. Their results indicated that elastography modalities, more so SWE, slightly increased sensitivity and specificity for the diagnosis of malignant tumors (sensitivity 74 %, specificity 62 %) compared to grayscale ultrasound alone. Elastography modalities failed to provide the same degree

образом были изучены следующие данные: методика проведения исследования, количество пациентов, тип УЗИ, диагностические критерии и представленные показатели эффективности (чувствительность, специфичность, точность, AUC).

Результаты

В итоге для данного обзора было отобрано пять исследований.

Обсуждение результатов

Исследования, включенные в этот обзор, в совокупности демонстрируют как уже известные, так и новые факты относительно применения ультразвука для исследования опухолей слюнных желез (ОСЖ). Традиционное ультразвуковое исследование в оттенках серого, как показали Аль-Рашиди и др. (2021) [11], повсеместно считается первой линией визуализации с хорошей результативностью, особенно при исследовании сиалолитиаза, а также поверхностных неопластических поражений благодаря его высокой специфичности, при условии, что видны четкие границы поражения. Однако, как далее подчеркивают Ву и др. (2012) [6], серошкальное УЗИ лишь в незначительной степени чувствительно к злокачественным новообразованиям – особенно к небольшим, глубоким или морфологически сложным – при этом во многих случаях отмечалась чувствительность всего лишь в 38,9 % против специфичности в 90,1 %. Это совпадение результатов между исследованиями подчеркивает ограниченность только УЗИ-морфологии для дифференциации доброкачественных и злокачественных ОСЖ и подтверждает необходимость дополнительных диагностических методов.

В данном случае эластография оказалась полезным дополнением к традиционному УЗИ, обеспечивая коли-

Table 1

Summary Table of Included Studies

Author (Year)	Study	Modality	Sample Size	Sensitivity	Specificity	Accuracy	Key Findings
Cheng (2025) [9]	Diagnosis of Salivary Gland Tumors Using Ultrasound Radiomics	Radiomics-based US	294 images	78 %	92 %	90 %	Highest diagnostic performance
Cheng (2022) [10]	Comparisons among the Ultrasonography Prediction Model, Real-Time and Shear Wave Elastography in the Evaluation of Major Salivary Gland Tumors	SWE, RTE, US-FNA	138	74 % (SWE)	62% (SWE)	64% (SWE)	US-FNA best accuracy (91 %)
Al-Rasheedy (2021)[11]	The role of ultrasound in evaluating salivary glands swellings	Grayscale US, CT	80	88.6 %	100%	NA	High specificity, moderate sensitivity
Krumrey (2020)[12]	Salivary gland ultrasound in the diagnostic workup of juvenile Sjögren’s syndrome and mixed connective tissue disease	Grayscale US (Hocevar)	25	NA	NA	NA	Useful for inflammatory diseases
Wu (2012)[6]	Role of ultrasound in the assessment of benignity and malignancy of parotid masses	Grayscale US, US-FNA	189	38.9 %	90.1%	85.2%	Limited for malignancy

of diagnostic certainty as US-FNA cytology, which consistently showed the highest diagnostic accuracy (up to 91 %). These findings indicate that although elastography provides useful incremental information for risk stratification, it must be interpreted in conjunction with other imaging and clinical findings and not as an isolated test.

The most notable recent contribution is the application of radiomics and artificial intelligence to ultrasound diagnosis, as illustrated by Cheng et al. (2025) [9]. By extracting high-dimensional quantitative features from ultrasound images and employing machine learning classifiers, their radiomics-based model achieved notably higher diagnostic accu-

racy (90 %), sensitivity (78 %), and specificity (92 %) than conventional or elastography-based ultrasound approaches. This performance was validated in an independent cohort, indicating strong potential for generalizability and reproducibility. The obvious superiority of the radiomics in their study illustrates the potential of artificial intelligence-based diagnostics to detect subtle patterns in imaging that might go unnoticed by humans and standardize image interpretation, leading to decreased interobserver variability – a recognized limitation of traditional ultrasound methods.

Even with these advances in technology, all the reviewed studies agree on the necessity of ultrasound-guided FNA

Табл. 1

Сводная таблица по включенным в обзор исследованиям

Автор (Год)	Название исследования	Рассм. метод УЗИ	Кол-во рассм. УЗИ снимков	Чувствительность	Специфичность	Точность	Ключевые особенности
Cheng (2025) [9]	Диагностика опухолей слюнных желез с использованием ультразвуковой радиномики	Радиномика на основе УЗИ	294 изобр.	78%	92 %	90 %	Обладает самым высоким диагностическим результатом
Cheng (2022) [10]	Сравнение модели УЗИ прогнозирования, эластографии в реальном времени и сдвиговой волновой эластографии при оценке крупных опухолей слюнных желез	SWE, RTE, УЗ-ТАБ	138	74 % (SWE)	62 % (SWE)	64 % (SWE)	US-FNA обладала наивысшей точностью (91 %)
Al-Rasheedy (2021) [11]	Роль ультразвука в диагностике опухолей слюнных желез	Серошкальная УЗИ, СТ	80	88,6 %	100 %	Н/д	Показана высокая специфичность, умеренная чувствительность
Krumrey (2020) [12]	Ультразвуковое исследование слюнных желез в диагностике ювенильного синдрома Шегрена и смешанного заболевания соединительной ткани	Серошкальная УЗИ (Hocevar)	25	Н/д	Н/д	Н/д	Полезна при воспалительных заболеваниях
Wu (2012) [6]	Роль УЗИ в оценке доброкачественности и злокачественности опухолей околоушной железы	Серошкальная УЗИ, УЗ-ТАБ	189	38,9 %	90,1 %	85,2 %	При диагностике злокачественных новообразований имеет ограничения

чественную оценку жесткости ткани, которая как правило, но не всегда, эквивалентна злокачественности. Ченг и соавт. (2022) [10] провели прямое сравнение результатов серо-градиентной УЗИ, эластографии в реальном времени (RTE), сдвигово-волновой эластографии (SWE) и ТАБ исследования методом тонкоигольной аспирационной биопсии под контролем УЗИ (УЗ-ТАБ) на одной выборке. Их результаты показали, что методы эластографии, в особенности SWE, несколько повысили чувствительность и специфичность диагностики злокачественных опухолей (чувствительность 74 %, специфичность 62 %) по сравнению с одним только серо-градиентным УЗИ. Эластографические методы не смогли обеспечить

ту же степень диагностической достоверности, что и цитология с использованием УЗ-ТАБ, которая стабильно демонстрировала наивысшую диагностическую точность (до 91 %). Эти результаты свидетельствуют о том, что, хотя эластография предоставляет полезную дополнительную информацию для стратификации риска, её следует интерпретировать не изолированно, а в сочетании с другими клиническими данными.

В работе Ченга и соавторов (2025) отмечено применение радиномики и искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике, что является весьма значимым шагом вперед [9]. Благодаря извлечению многомерных количественных признаков из ультразвуковых изобра-

cytology in the definitive diagnosis of SGTs. Both Cheng et al. (2022) [10] and Wu et al. (2012) [6] highlighted that US-FNA cytology offers unparalleled specificity and dependability, elucidating that imaging results, no matter how advanced, tend to need cytopathological correlation for ultimate clinical decision-making. Furthermore, Krumrey et al. (2020) [12] and Kamble et al. (2013) [13] reviews extend the diagnostic scenario further by showing that ultrasound is equally important in the assessment of autoimmune and inflammatory glandular diseases, e.g., Sjögren's syndrome, where typical sonographic signs can differentiate these conditions from neoplastic lesions and even identify pre-malignant changes.

Although the studies concur on the added value of sophisticated ultrasound modalities as a continuum, there is some variability between studies, which can be traced to heterogeneity in study design, patient population, operator experience, and reference standards for malignancy. Previous research, including those by Al-Rasheedy et al. (2021) [11] and Wu et al. (2012), [6] emphasized the weaknesses of grayscale ultrasound, while recent research by Cheng et al. illustrates the growing range of quantitative and computational image analysis. Collectively, these results justify a

tiered diagnostic strategy: first assessment with grayscale ultrasound, next elastography or radiomics analysis for doubtful cases, and final confirmation with US-FNA cytology when malignancy can be ruled out confidently. Finally, the combination of these technologies – coupled with further refinements in artificial intelligence and multicenter validation – has the potential to maximize non-invasive diagnosis of SGTs and benefit patient outcomes.

Conclusion

Ultrasound, particularly augmented by elastography and radiomics, provides a non-invasive, yet potent, tool for evaluation of salivary gland tumors. Specificity is high, but grayscale ultrasound alone yields suboptimal sensitivity. Elastography and artificial intelligence-based radiomics models are highly promising to improve diagnostic accuracy but must be tested in larger, prospective trials. Until now, ultrasound-guided fine needle aspiration cytology remains the diagnostic gold standard and must be utilized in combination with imaging findings. Multicenter validation, incorporation of computational aids, and standardized imaging protocols will be the focus of future efforts in order to optimize the diagnostic process for SGTs.

жений и использованию классификаторов машинного обучения их модель, основанная на радиомике, достигла заметно более высокой диагностической точности (90 %), чувствительности (78 %) и специфичности (92 %), чем традиционные или основанные на эластографии диагностические подходы. Эти результаты были подтверждены на независимой выборке, что указывает на высокий потенциал этого метода для обобщения и воспроизводимости. Очевидное превосходство радиомики в рассматриваемом исследовании иллюстрирует перспективность диагностики на основе искусственного интеллекта для обнаружения незаметных человеческому глазу закономерностей в УЗИ-снимках, и стандартизации интерпретации изображений, что приводит к снижению вариабельности между наблюдателями – признанного ограничения традиционных методов ультразвуковой диагностики.

Несмотря на эти достижения, все рассмотренные исследования сходятся во мнении о необходимости цитологического исследования с использованием тонкоигльной аспирационной биопсии (ТАБ) под контролем УЗИ для окончательной диагностики ОСЖ. Как Ченг и др. (2022) [10], так и Ву и др. (2012) [6] подчеркнули, что цитологическое исследование с использованием ТАБ обеспечивает непревзойденную специфичность и надежность, отметив, что результаты визуализации, независимо от их детализации, как правило, требуют цитопатологической корреляции для принятия окончательного клинического решения. Более того, обзоры Крумри и др. (2020) [12] и Камбла и др. (2013) [13] расширяют область применения ультразвуковой диагностики, показывая, что УЗИ одинаково важно для оценки аутоиммунных и воспалительных заболеваний желез, например, синдрома Шегрена, при котором типичные УЗИ признаки позволяют дифференцировать эти состояния от опухолевых поражений и даже выявить предраковые изменения. Хотя исследования сходятся во мнении о высокой диагностической ценности сложных ультразвуковых методов как континуума, между исследованиями наблюдается некоторая вариабельность, которая может

быть отнесена различиями в методиках их исследований, выборках, опыте врачей и критериях злокачественности новообразований. Предыдущие исследования, в том числе исследования Аль-Рашиди и соавторов (2021) [11], а также Ву и соавторов (2012) [6], подчеркивали недостатки УЗИ в оттенках серого, в то время как недавнее исследование Ченга и соавторов иллюстрирует растущую применимость количественного и вычислительного анализа изображений.

В совокупности эти результаты оправдывают многоуровневую диагностику: первичная оценка с помощью УЗИ в оттенках серого, затем эластография или радиомический анализ в сомнительных случаях и окончательное подтверждение с помощью цитологии УЗИ-ТАБ, после которой злокачественность можно уверенно исключить. Наконец, эти технологии – в сочетании с дальнейшими достижениями в области искусственного интеллекта и множественной апробацией – может максимально повысить надежность неинвазивной диагностики ОСЖ и улучшить результаты лечения пациентов.

Заключение

Ультразвуковое исследование, особенно дополненное эластографией и радиомикой, представляет собой неинвазивный, но мощный инструмент для оценки опухолей слюнных желез. Ее специфичность высокая, однако использование только ультразвука в оттенках серого не обеспечивает оптимальной чувствительности. Эластография и радиомика на основе искусственного интеллекта весьма перспективны для повышения точности диагностики, но требуют более масштабных проспективных исследований. До настоящего времени тонкоигльная аспирационная биопсия под контролем УЗИ остается золотым стандартом диагностики и должна использоваться в сочетании с результатами визуализации. Многоцентровая валидация, внедрение вычислительных средств и стандартизированные протоколы визуализации будут основными направлениями будущих исследований для оптимизации процесса диагностики ОСЖ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Young A., Okuyemi O.T. Malignant Salivary Gland Tumors. Treasure Island, StatPearls Publishing, 2025 Jan-. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563022/>.
2. Ghaderi H., Kruger E., Ahmadvand S., Mohammadi Y., Khademi B., Ghaderi A. Epidemiological Profile of Salivary Gland Tumors in Southern Iranian Population: a Retrospective Study of 405 Cases. *J Cancer Epidemiol.* 2023 Nov 20;2023:8844535. Doi: 10.1155/2023/8844535. PMID: 38026266; PMCID: PMC10681769.
3. Keyur Kumar Gulabbhai Patel, Anand Palas, Amit J Asari, Jigar Bachubhai Baria. Histomorphological Spectrum of Salivary Gland Tumors: a Study at Tertiary Care Teaching Hospital of North Gujarat. *Tropical Journal of Pathology and Microbiology.* 2018;4;8:560-565. Doi: 10.17511/jopm.2018.i08.03.
4. Iyer J., Hariharan A., Cao U.M.N., Mai C.T.T., Wang A., Khayambashi P., Nguyen B.H., Safi L., Tran S.D. An Overview on the Histogenesis and Morphogenesis of Salivary Gland Neoplasms and Evolving Diagnostic Approaches. *Cancers.* 2021;13;15:3910. Doi: 10.3390/cancers13153910.
5. Wang S., Hossack J.A., Klibanov A.L. From Anatomy to Functional and Molecular Biomarker Imaging and Therapy: Ultrasound is Safe, Ultrafast, Portable, and Inexpensive. *Invest Radiol.* 2020 Sep;55;9:559-572. Doi: 10.1097/RLI.0000000000000675. PMID: 32776766; PMCID: PMC10290890.
6. Wu S., Liu G., Chen R., Guan Y. Role of Ultrasound in the Assessment of Benignity and Malignancy of Parotid Masses. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012 Feb;41;2:131-5. Doi: 10.1259/dmfr/60907848. Epub 2011 Nov 24. PMID: 22116132; PMCID: PMC3520365.
7. Sigrist R.M.S., Liau J., Kaffas A.E., Chammas M.C., Willmann Clinical Applications. *Theranostics.* 2017 Mar 7;7;5:1303-1329. Doi: 10.7150/thno.18650. PMID: 28435467; PMCID: PMC5399595.
8. Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D., Shamseer L., Tetzlaff J.M., Akl E.A., Brennan S.E., Chou R., Glanville J., Grimshaw J.M., Hróbjartsson A., Lalu M.M., Li T., Loder E.W., Mayo-Wilson E., McDonald S., McGuinness L.A., Stewart L.A., Thomas J., Tricco A.C., Welch V.A., Whiting P., Moher D. The PRISMA 2020 Statement: an Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *BMJ.* 2021 Mar 29;372:n71. Doi: 10.1136/bmj.n71. PMID: 33782057; PMCID: PMC8005924.
9. Cheng P.C., Lo W.C., Liao L.J., Chiang H.K. Diagnosis of Salivary Gland Tumors Using Ultrasound Radiomics. *Ultrasound Med Biol.* 2025 May;51;5:815-822. Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2025.01.008. Epub 2025 Feb 5. PMID: 39909789.
10. Cheng P.-C., Lo W.-C., Chang C.-M., Wen M.-H., Cheng P.-W., Liao L.-J. Comparisons among the Ultrasonography Prediction Model, Real-Time and Shear Wave Elastography in the Evaluation of Major Salivary Gland Tumors. *Diagnostics.* 2022;12;10:2488. Doi: 10.3390/diagnostics12102488.
11. El-Rasheedy A.El.I., Abdalla A.M.A.R., Hassanein S.Ah., et al. The Role of Ultrasound in Evaluating Salivary Glands Swellings. *Egypt J Otolaryngol.* 2021;37:101. Doi: 10.1186/s43163-021-00165-y.
12. Krumrey-Langkammerer M., Haas J.P. Salivary Gland Ultrasound in the Diagnostic Workup of Juvenile Sjögren's Syndrome and Mixed Connective Tissue Disease. *Pediatr Rheumatol Online J.* 2020 Jun 9;18;1:44. Doi: 10.1186/s12969-020-00437-6. PMID: 32517804; PMCID: PMC7285617.
13. Joshi A.N., Kamble R.C., Mestry P.J. Ultrasound Characterization of Salivary Lesions. *Int J Otorhinolaryngol*

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 20.01.2026. Принята к публикации: 25.02.2026.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 20.01.2026. Accepted for publication: 25.02.2026.