

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-3-133-138>



Эхография слезной железы: исторические аспекты и возможности современных технологий

Т.Н. Киселева, М.С. Зайцев[✉], К.В. Луговкина, А.А. Зайцева

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

В обзоре литературы обобщены данные отечественных и зарубежных исследований слезной железы (СЖ) с использованием различных методик эхографии (А-скан, В-режим, цветное доплеровское картирование (ЦДК), трехмерная эхография). Несмотря на общепринятые стандарты применения компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии для визуализации орбитальных структур, наличие абсолютных и относительных противопоказаний ограничивает их использование. Ультразвуковые методы являются доступными, неинвазивными, обладают высокой информативностью для получения объективных параметров, необходимых для диагностики и оценки эффективности лечения патологии СЖ. Современные методы эхографии предоставляют важную информацию об анатомо-топографических и структурных характеристиках, биометрических показателях СЖ при различных патологических изменениях. С помощью ЦДК определяют не только особенности кровоснабжения СЖ и состояние кровотока в ретробульбарных сосудах, но и наличие или отсутствие васкуляризации новообразований железы. Комплексное ультразвуковое исследование, включающее В-режим, ЦДК, эходенситометрию, становится необходимым диагностическим методом при заболеваниях СЖ, позволяющим оптимизировать тактику лечения пациентов, а при планировании хирургического вмешательства — определить размеры и структуру патологического очага. Однако остаются дискуссионными вопросы о нормативных размерах СЖ у лиц разных возрастных групп и их изменениях при различных системных заболеваниях и патологии органа зрения. Требуется дальнейшее изучение сопоставимости результатов измерения СЖ различными методами визуализации.

Ключевые слова: слезная железа; эхография; компьютерная томография; магнитно-резонансная томография; ультразвуковое исследование; В-режим; цветное доплеровское картирование

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Киселева Т.Н., Зайцев М.С., Луговкина К.В., Зайцева А.А. Эхография слезной железы: исторические аспекты и возможности современных технологий. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (3): 133-8. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-3-133-138>

Sonography of the lacrimal gland: historical aspects and possibilities of modern technologies

Tatiana N. Kiseleva, Maxim S. Zaitsev[✉], Ksenia V. Lugovkina, Alina A. Zaitseva

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
zaicev1549@yandex.ru

The review summarizes the data of domestic and foreign studies of the lacrimal gland (LG) using various echography techniques (A-scan, B-mode, color Doppler mapping (CDM), three-dimensional echography). Despite the generally accepted standards of using computed tomography and magnetic resonance imaging to visualize orbital structures, the presence of absolute and relative contraindications limits their use. Ultrasound methods are accessible, non-invasive, and highly informative for obtaining objective parameters necessary for diagnosis and evaluation of the effectiveness of treatment of LG pathology. Modern echography methods provide important information on the anatomical, topographic and structural characteristics, biometric indicators of the LG in various pathological changes. CDM is used to determine not only the features of the LG blood supply and the state of blood flow in the retrobulbar vessels, but also the presence or absence of vascularization

of LG neoplasms. A comprehensive ultrasound examination, including B-mode, color Doppler imaging, and echodensitometry, is becoming a necessary diagnostic method for LG diseases, allowing for optimization of patient treatment tactics and, when planning surgical intervention, determining the size and structure of the pathological lesion. However, questions about the standard LG sizes in individuals of different age groups and their changes in various systemic diseases and pathologies of the visual organ remain controversial. Further study of the comparability of LG measurement results by various visualization methods is required.

Keywords: lacrimal gland; echography; computer tomography; magnetic resonance imaging; ultrasound examination; B-mode; color Doppler imaging

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Kiseleva T.N., Zaitsev M.S., Lugovkina K.V., Zaitseva A.A. Sonography of the lacrimal gland: historical aspects and possibilities of modern technologies. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (3): 133-8 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-3-133-138>

Состояние современной офтальмологической практики и перспективы ее развития во многом связаны с уровнем научно-технических достижений в медицине. Значительные успехи в области диагностического оснащения, в том числе расширение клинических и инструментальных направлений в комплексе с лабораторными методами исследования для определения дальнейшей тактики лечения пациентов, а также улучшение качества профилактики и диспансеризации в офтальмологии во многом являются следствием бурного развития инновационных технологий, произошедшего за последние десятилетия.

Однако, несмотря на широкий спектр различных методов инструментального исследования, проблема диагностики заболеваний слезной железы (СЖ) на сегодняшний день остается достаточно актуальной. Это обусловлено прежде всего ее анатомо-топографическими характеристиками и сложным морфологическим строением.

СЖ (*glandula lacrimalis*) локализуется в верхненаружном сегменте орбиты, в одноименной ямке орбитальной поверхности лобной кости (*fossa glandulae lacrimalis*) между верхней прямой и наружной прямой мышцами глаза, и характеризуется сложным альвеолярно-губчатым дольчатым типом строения. Через тело железы проходит сухожилие леватора верхнего века (*m. levator palpebrae superioris*), разделяющее ее на орбитальную (*pars orbitalis*) и пальпебральную (*pars palpebralis*) части. Топографически орбитальная часть железы располагается кверху и кзади, а пальпебральная часть — кпереди и книзу. Сагиттальный размер СЖ вдоль верхнего края орбиты составляет 20–25 мм, фронтальный — 10–12 мм, толщина — 5–6 мм. Спереди СЖ прилежит орбитальной части к лобной кости и преапоневротической жировой подушке, сзади от железы находится жировая клетчатка, с медиальной стороны — межмышечная мембрана, латерально СЖ ограничена глазничной поверхностью скулового отростка лобной кости, а нижнелатеральную границу определяет лобно-скуловой шов. СЖ имеет примерно 10–12 главных выводных протоков (*ductuli excretorii*), которые открываются в латеральном отделе верхнего свода конъюнктивальной полости [1].

Особенностью морфологического строения СЖ является наличие эпителия, состоящего из трех основных типов клеток: ацинарных, протоковых и миоэпителиальных [2]. Первичный секреторный аппарат включает в себя в основном ацинарные клетки, составляющие 80 % всей железы. Просветные стороны этих клеток соединены с секреторными протоками, выстланными кубовидными протоковыми клетками, которые составляют 10–12 % популяции клеток СЖ и обеспечивают 30 % секреции слезы [3]. Миоэпителиальные клетки окружают базальную сторону как ацинарных, так и протоковых клеток, которые воздействуют на секре-

торные клетки для вытеснения секрета [4]. Помимо этих трех основных типов клеток, строма СЖ содержит фибробласты, продуцирующие коллагены, и тучные клетки, секретирующие гистамины и матриксные белки в интерстициальное пространство [5]. Функция слезной системы контролируется сенсорными афферентными нервами от роговицы и конъюнктивы в сочетании с парасимпатическими и симпатическими эфферентными волокнами первой и второй ветвей тройничного нерва, а также лицевого нерва и симпатическими волокнами от верхнего шейного узла [6]. Кровоснабжается железа слезной артерией, являющейся ветвью глазной артерии. Отток венозной крови осуществляется через верхнюю глазную вену [7].

Ввиду сложного анатомического строения СЖ подвержена воспалительным, опухолевым и аутоиммунным изменениям. Значимость дифференцированного подхода к диагностике заболеваний СЖ была представлена в 1958 г. А. Reese [8], который определил, что 50 % опухолей СЖ являются эпителиальными и 50 % — неэпителиальными. Позднее С. Shields и соавт. [9] проанализировали 142 случая патологических образований СЖ, их них 78 % случаев составили неэпителиальные образования и 22 % — эпителиальные. Авторы включили в первую группу новообразований воспалительный дакриoadенит (64 %) и лимфоидные опухоли (14 %), во вторую группу — дакриопс (6 %), плеоморфную аденому (12 %) и злокачественные эпителиальные опухоли (4 %). Другие исследователи провели анализ гистологических данных 268 биоптатов патологических изменений СЖ и определили воспалительный дакриoadенит в 50 % случаев, лимфоидные опухоли — в 32 %, дакриопс — в 3 %, плеоморфную аденому — в 8 % и злокачественные эпителиальные опухоли — в 4 % случаев [10].

В связи с разнообразием клинических форм заболеваний СЖ большую значимость в дифференциальной диагностике приобретают методы визуализации СЖ. На сегодняшний день лидирующие позиции в диагностике поражений орбитальных структур занимают компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ).

КТ позволяет не только четко визуализировать изменения СЖ, но и вовлечение в патологический процесс прилежащей костной стенки орбиты, а при применении контрастных препаратов — дополнительно оценить васкуляризацию в зоне патологического очага при воспалительных и неопластических процессах (рис. 1, А). При выполнении КТ плотность СЖ в единицах Хаунсфилда сопоставима с таковой при визуализации мышечной ткани.

О.Ю. Яценко и И.Е. Тюрин [11] анализировали КТ-изображения СЖ у пациентов с лимфопролиферативным процессом и сравнивали их с псевдотумором. Во всех случаях идиопатического дакриoadенита определялось односторон-

нее поражение, СЖ была увеличена в размерах. По данным автора, на начальных стадиях заболевания, когда воспалительный процесс в СЖ был локальным, границы с орбитальной клетчаткой были четкие. При распространении воспаления на область всей СЖ происходила инфильтрация прилежащей орбитальной клетчатки. Объем СЖ находился в пределах от 0,398 до 2,13 см³ и составлял в среднем 1,23 см³, интервал колебания плотности СЖ по шкале Хаунсфилда составлял 37,14 ед. При лимфоме томограмма характеризовалась наличием в верхнем наружном квадранте образования повышенной плотности с неровными и нечеткими контурами, показатель плотности СЖ составлял 40,9 ед, а объем новообразования колебался от 0,72 до 2,56 см³ [11].

В то же время при проведении КТ необходимо учитывать лучевое воздействие на структуры глазного яблока. Так, в зависимости от толщины среза и скорости продвижения томографа общая доза облучения находится в пределах от 40,3 до 41,5 мЗв на один срез, что может вызвать помутнение хрусталика [12]. По причине возможной лучевой нагрузки проведение исследования ограничено у детей до 14 лет, которым КТ выполняют лишь в тех случаях, когда альтернативные методы менее информативны и не позволяют установить точный диагноз [13, 14]. Абсолютным противопоказанием к проведению компьютерной томографии является также беременность на любых сроках вынашивания, так как рентгеновские лучи оказывают негативное воздействие на плод, приводящее к необратимым мутациям, выкидышам. К относительным противопоказаниям относят аллергию на йод; тяжелую форму почечной недостаточности; диабет; некомпенсированный тиреотоксикоз, астму при проведении исследования с контрастом [15].

МРТ считается высокоинформативным методом диагностики благодаря высокой тканеспецифической интенсивности сигналов наряду с отсутствием воздействия ионизирующего излучения и целому ряду других преимуществ [16, 17] (рис. 1, Б). Кроме того, с помощью метода МРТ удается выявить вовлечение в патологический процесс твердой мозговой оболочки при опухолевых поражениях СЖ. Эти данные необходимы для планирования тактики хирургического лечения при новообразованиях СЖ. Так, плеоморфная аденома на снимках имеет вид объемного образования (округлое или овоидное), преимущественно с гладкой поверхностью. Деструкция подлежащих костных стенок, как правило, отсутствует, но в некоторых случаях может форми-

роваться углубление (ямка), указывающее на длительность процесса. Опухоль дает слабый или изоинтенсивный сигнал на T1-взвешенных томограммах и гиперинтенсивный сигнал на T2-взвешенных томограммах, а также при гадолиниевом усилении. Другую «лучевую» картину дает плеоморфная аденокарцинома и аденокистозный рак. На МРТ-снимках они похожи и представляют собой отграниченное новообразование, гиперинтенсивное в T2-взвешенных томограммах. По мере прогрессирования опухоли ее капсула способна разрываться с последующим распространением патологического процесса на всю глазницу [18].

Однако у МРТ есть ряд существенных недостатков. В первую очередь к ним относится отсутствие возможности визуализации СЖ при выраженных патологических изменениях орбитальной клетчатки вокруг нее, что часто встречается, например, при системном гранулематозном воспалении. В таких случаях информативность метода снижена из-за мультифокального поглощения электромагнитного импульса, как железой, так и уплотненной жировой клетчаткой. Кроме того, наличие противопоказаний, таких как присутствие в организме пациента металлических конструкций (инсулиновая помпа, кардиостимулятор, сосудистые клипсы и др.), беременность и период лактации, аллергия на контрастное вещество (при проведении МРТ с контрастированием), делает недоступным исследование для некоторых пациентов [19].

КТ и МРТ принято считать золотым стандартом визуализации СЖ, однако разработка и внедрение в клиническую практику нового высокотехнологичного ультразвукового оборудования вносит свои коррективы в существующие алгоритмы обследования пациентов с патологией СЖ.

Высокая воспроизводимость и информативность результатов, методическая простота, экономичность и относительная быстрота, безопасность исследования, возможность его многократного применения у пациентов любого возраста без опасения возникновения каких-либо нежелательных последствий, а также отсутствие абсолютных противопоказаний к применению метода определяют растущий интерес к ультразвуковым исследованиям (УЗИ) в офтальмологической практике.

Первые работы, посвященные эхографии СЖ, были опубликованы в 70–80-е гг. Авторы использовали методы А- и В-сканирования в качестве скрининговых и дополнительно к методам лучевой диагностики для определения экзогенности образований СЖ (низкая, средняя, высокая), внутренней структуры патологического очага (однородная, неоднородная), наличия кист в толще образования и признаков интенсивности мерцания акустического сигнала (наличие или отсутствие кровотока в области образования) [18, 19]. Однако в этих работах не проводилась оценка биометрических характеристик СЖ в норме и при патологии, авторы указывали на схожесть эхографической картины неизменной железы и окружающих мягких тканей орбиты. Кроме того, выявление признаков васкуляризации патологических образований с помощью стандартных методов А- и В-сканирования представляло значительные трудности.

В других работах использовали эхографические критерии для дифференциальной диагностики псевдоту-

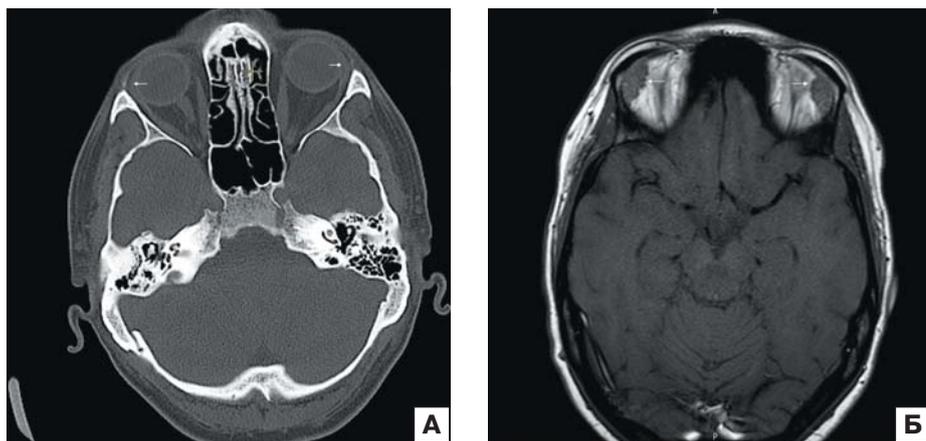


Рис. 1. Слезная железа в норме (стрелки): А — компьютерная томография; Б — магнитно-резонансная томография

Fig. 1. Normal lacrimal gland (arrows): А — computed tomography; Б — magnetic resonance imaging

мора, доброкачественных и злокачественных опухолей СЖ. Так, S. Vugne [20] представил акустические характеристики доброкачественных смешанных опухолей СЖ, которые включают наиболее частое поражение орбитальной части железы с тенденцией к распространению процесса вглубь орбиты. На эхограмме опухоли имеют преимущественно круглую или овальную форму, среднюю или высокую эхогенность, однородную внутреннюю структуру с четкими контурами; в толще образования могут выявляться кисты. Автор представил эхографическую картину злокачественных опухолей СЖ (аденокистозной и мукоэпидермоидной карцином), характеризующуюся средней или высокой эхогенностью, отсутствием четкой визуализации контуров опухоли, неоднородностью ее внутренней структуры, вовлеченностью в патологический процесс костных стенок орбиты (экскавация, деструкция) [20].

Спустя десятилетие, когда в офтальмологии началось применение многофункциональных ультразвуковых сканеров, появились публикации, посвященные комплексной инструментальной диагностике патологических изменений СЖ с оценкой ее биометрических параметров при системных заболеваниях, таких как синдром Шегрена [21]. Применение более высокочастотных линейных датчиков (15 МГц) позволило ряду авторов представить более подробные акустические характеристики СЖ при этой патологии. Эти исследования были посвящены изучению особенностей кровоснабжения СЖ с помощью метода цветового доплеровского картирования (ЦДК). F. Giovagnolo и соавт. [22] представили эхографическую структуру пальпебральной и орбитальной частей СЖ, используя комплексное УЗИ в режимах В-сканирования, ЦДК и импульсной доплерографии. Авторы не выявили достоверных изменений размеров СЖ у пациентов с синдромом Шегрена по сравнению со здоровыми лицами. Однако благодаря доплеровским методам при синдроме Шегрена было отмечено появление дополнительных цветковых потоков в орбитальной части железы (усиление кровотока) и повышение индекса периферического сопротивления в слезной артерии [22–24].

В России впервые комплексное УЗИ СЖ с использованием ряда методик (В-сканирование, ЦДК, 3D-режим) было выполнено С.И. Харлапом [25]. Основной задачей этих исследований являлся анализ анатомо-топографических и кинетических характеристик СЖ, эхографической плотности внутренней структуры (эходенситометрия) и внутрижелезистого кровотока, полученных с помощью виртуальной модели СЖ на основе трехмерного пространственного сканирования [26]. С помощью объемного 3D-датчика были изучены эхографические характеристики при синдроме Шегрена, саркоидозе, гранулематозе Вегенера и другой патологии СЖ относительно нормальных показателей. [26–29]. Несмотря на все достоинства объемной эхографии СЖ, такой способ имел ряд серьезных ограничений и недостатков. Во-первых, продолжительность исследования, что в сочетании с использованием громоздкого ультразвукового датчика обуславливает опасность превышения допустимого безопасного уровня акустических энергетических параметров (теплового и механического индексов), рекомендованных международными организациями

для эхографии органа зрения [30]. Во-вторых, отсутствует возможность визуализации всей поверхности СЖ из-за большого диаметра рабочей поверхности датчика и, соответственно, его неполного прилегания к поверхности исследуемой зоны с ограничением осмотра орбитальной части железы. Кроме того, данный способ исследования остается достаточно операторозависимым и требует как специальной подготовки врача для его выполнения, так и дополнительного приобретения объемных датчиков, которыми не оснащено большинство ультразвуковых сканеров.

Учитывая опыт зарубежных и отечественных коллег, в отделе ультразвуковых исследований НМИЦ ГБ им. Гельмгольца разработали и внедрили новую методику эхографии СЖ, позволяющую за короткий интервал времени (5–7 мин) получить достаточный объем диагностической информации не только о локализации, но и характере патологического процесса. С помощью многофункционального ультразвукового диагностического сканера и линейных датчиков с диапазоном частот от 11 до 18,5 МГц (соблюдая параметры безопасности проведения УЗИ в офтальмологии) нами был разработан алгоритм исследования СЖ с учетом топографических ориентиров в параорбитальной и орбитальной областях. Благодаря технике последовательного сканирования пальпебральной и орбитальной частей СЖ, удалось получить ее полное изображение в двух проекциях. В норме у взрослых на эхограмме пальпебральная часть визуализируется в виде образования треугольной формы с четкими границами, средней эхогенности и однородной структуры с мелкими ячейками, примыкающего к глазному яблоку в верхненаружном отделе. В среднем размеры пальпебральной части СЖ составляют $11,0 \times 11,0 \times 3,0$ мм. Орбитальная часть СЖ на эхограмме выглядит в виде округлой формы структуры средней эхогенности с четкими контурами, расположенной между гиперэхогенными стенками орбиты. Средние показатели биометрических параметров орбитальной части СЖ составляют $16,0 \times 16,0$ мм. В режиме ЦДК регистрируются слезная артерия и одноименная вена (рис 2, А, Б) [31].

В настоящее время значительный интерес вызывает применение ультразвуковой эластографии СЖ при изменениях количественного состава слезной пленки. Этот метод УЗИ путем генерации и анализа сдвиговых волн позволяет количественно измерить эластичность (жесткость) видоизмененной ткани СЖ и таким образом выявить патологию. В работе Н. Yılmaz и İ Güneş [32] представлено увеличение

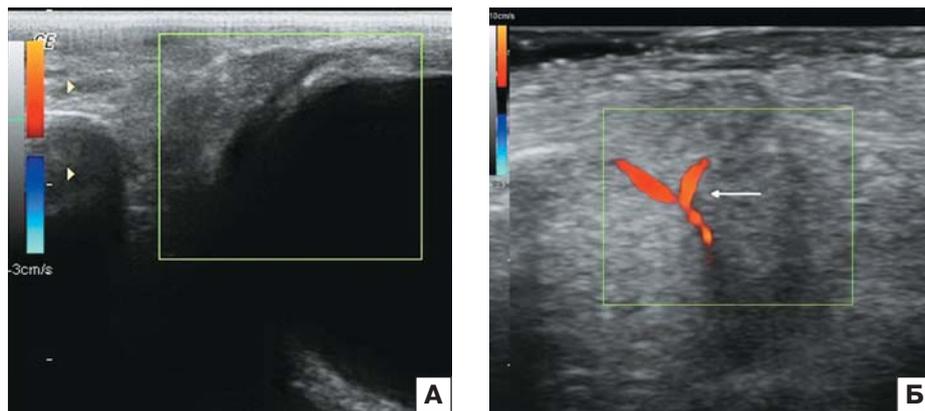


Рис. 2. Эхография слезной железы в норме: А — пальпебральная часть; Б — орбитальная часть. В режиме ЦДК визуализируется слезная артерия (стрелка)

Fig. 2. Normal echography of the lacrimal gland: А — palpebral part; Б — orbital part. In color flow mode, the lacrimal artery is visualized (arrow)

показателей плотности и коэффициента жесткости ткани железы при изменении количественного состава слезы у больных с синдромом Шегрена. Другие исследователи на большом клиническом материале определили нормативные параметры соноэластографии СЖ (чувствительность метода — 88,9%; специфичность — 88%) и установили взаимосвязь между показателями плотности ткани железы, результатами других тестов (проба Ширмера и проба Норна) и субъективными симптомами синдрома сухого глаза у пациентов с синдромом Шегрена [33]. Однако следует отметить, что при проведении соноэластографии необходимо использовать высокие значения механического индекса (MI) и термического индекса (TI) выходного акустического сигнала, которые не соответствуют принципам безопасности эхографии глаза и периорбитальных структур и могут привести к деструктивному повреждению ткани железы [27]. Поэтому метод соноэластографии имеет существенные ограничения к применению в офтальмологической практике.

Несмотря на высокую информативность КТ и МРТ в оценке биометрических параметров СЖ и диагностике ее патологии, ряд авторов отмечают необходимость дополнительного применения эхографии для определения изменений структурных и гемодинамических характеристик. Кроме того, необходимо учитывать несомненные преимущества УЗИ, возможность проведения обследования в динамике и отсутствие нежелательного лучевого воздействия [24–29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, современные методы эхографии предоставляют важную информацию об анатомо-топографических и структурных характеристиках, а также биометрических показателях СЖ при различных патологических состояниях. С помощью ЦДК удается определить не только особенности кровоснабжения СЖ и состояния кровотока в ретробульбарных сосудах, но и наличие или отсутствие васкуляризации новообразований железы. Комплексное УЗИ, включающее В-режим, ЦДК, эходенситометрию, становится необходимым диагностическим методом при заболеваниях СЖ, который позволяет оптимизировать тактику лечения пациентов, а при планировании хирургического вмешательства — определить размеры и структуру патологического очага. Однако остаются дискуссионные вопросы, касающиеся нормативных размеров СЖ у лиц разных возрастных групп и их изменений при различных системных заболеваниях и патологии органа зрения. Требуется дальнейшее изучение сопоставимости результатов измерения СЖ в норме и при патологии с использованием различных методов визуализации.

Литература/References

1. Мустафаев А.С. Клиническая анатомия слезного аппарата. *Международный студенческий научный вестник*. 2019; 1: 46–58. [Mustafaev A.S. Clinical anatomy of the lacrimal apparatus. *Mezhdunarodnyi studentcheskii nauchnyi vestnik*. 2019; 1: 46–58 (In Russ.).]
2. Takahashi Y, Watanabe A, Matsuda H, et al. Anatomy of secretory glands in the eyelid and conjunctiva: a photographic review. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2013; 29 (3): 215–9. doi: 10.1097/IOP.0b013e3182833dee
3. Mircheff AK. Lacrimal fluid and electrolyte secretion: a review. *Curr Eye Res*. 1989; 8 (6): 607–17. doi: 10.3109/02713688908995761
4. Dartt DA. Neural regulation of lacrimal gland secretory processes: relevance in dry eye diseases. *Prog Retin Eye Res*. 2009; 28 (3): 155–77. doi:10.1016/j.preteyeres.2009.04.003
5. Walcott B. The lacrimal gland and its veil of tears. *News Physiol Sci*. 1998; 13: 97–103. doi: 10.1152/physiolonline.1998.13.2.97
6. Garg A, Zhang X. Lacrimal gland development: From signaling interactions to regenerative medicine. *Dev Dyn*. 2017; 246 (12): 970–80. doi: 10.1002/dvdy.24551

7. Копеева В.Г. Глазные болезни. Основы офтальмологии: учебник. Москва: Медицина; 2012. [Kopayeva V.G. Eye diseases. Fundamentals of ophthalmology: textbook Moskva: Meditsina; 2012 (In Russ.).]
8. Reese AB. The treatment of lesions of the lacrimal gland. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1958 Sep–Oct; 62 (5): 679–83. PMID: 13603478.
9. Shields CL, Shields JA, Eagle RC, et al. Clinicopathologic review of 142 cases of lacrimal gland lesions. *Ophthalmology*. 1989 Apr; 96 (4): 431–5. doi: 10.1016/s0161-6420(89)32873-9
10. Andreoli MT, Aakalu V, Setabutr P. Epidemiological trends in malignant lacrimal gland tumors. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015 Feb; 152 (2): 279–83. doi: 10.1177/0194599814556624
11. Яценко О.Ю., Тюрин И.Е. Возможности компьютерной томографии в диагностике эпителиальных образований слезной железы. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2018; 99 (3): 134–40. [Yatsenko O.Yu., Tyurin I.E. Possibilities of computed tomography in the diagnosis of epithelial formations of the lacrimal gland. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2018; 99 (3): 134–40 (In Russ.).]
12. Чепурина А.А., Свириденко Н.Ю., Ремизов О.В. и др. Визуализирующие методы исследования в диагностике эндокринной офтальмопатии. *Медицинская визуализация*. 2012; 1: 36–44 [Chepurina A.A., Sviridenko N. Yu., Remizov O.V., et al. Imaging research methods in the diagnosis of endocrine ophthalmopathy. *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2012; 1: 36–44 (In Russ.).]
13. Hughes GK, Miskziel KA. Imaging of the lacrimal gland. *Semin Ultrasound CT MR*. 2006; 27 (6): 476–91. doi: 10.1053/j.sult.2006.09.002
14. Nawaz S, Lal S, Butt R, et al. Computed tomography evaluation of normal lacrimal gland dimensions in the adult Pakistani population. *Cureus*. 2020; 24: 12: 3: 7393. doi: 10.7759/cureus.7393
15. Fletcher JG, Kofler JM, Coburn JA, et al. Perspective on radiation risk in CT imaging. *Abdom Imaging*. 2013 Feb; 38 (1): 22–31. doi: 10.1007/s00261-012-9933-z
16. Любавска В., Белдовская Н.Ю., Новиков С.А. и др. Лучевые методы диагностики патологии слезоотводящих путей. *Офтальмологические ведомости*. 2017; 10 (3): 35–45. [Lyubavskaya V., Beldovskaya N. Yu., Novikov S.A., et al. Radiation methods for diagnosing the pathology of the lacrimal ducts. *Oftal'mologicheskie vedomosti*. 2017; 10 (3): 35–45 (In Russ.).] doi: 10.17816/OV10335-45
17. Hughes GK, Miskziel KA. Imaging of the lacrimal gland. *Semin Ultrasound CT MR*. 2006; 27 (6): 476–91. doi: 10.1053/j.sult.2006.09.002
18. Gunduz K, Shields CL, Gunalp I, et al. Magnetic resonance imaging of unilateral lacrimal gland lesions. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2003 Nov; 241 (11): 907–13. doi: 10.1007/s00417-003-0748-z
19. Nair JR, Syed R, Chan IYM, et al. The forgotten lacrimal gland and lacrimal drainage apparatus: pictorial review of CT and MRI findings and differential diagnosis. *Br J Radiol*. 2022; 95 (1135): 333. doi: 10.1259/bjr.20211333
20. Byrne SF. Standardized echography of the eye and orbit. *Neuroradiology*. 1986; 28 (5–6): 618–40. doi: 10.1007/BF00344110
21. Ossoinig K. Die Ultraschalldiagnostik der Tumoren in der Augenhöhle. *Albrecht von Graefes Arch Klin Ophthalmol*. 1967; 172: 364–82. <https://doi.org/10.1007/BF02384796>
22. Giovagnorio F, Pace F, Giorgi A. Sonography of lacrimal glands in Sjögren syndrome. *J Ultrasound Med*. 2000; 19 (8): 505–9. doi: 10.7863/jum.2000.19.8.505
23. Ahuja AT, Metreweli C. Ultrasound features of Sjögren's syndrome. *Australas Radiol*. 1996 Feb; 40 (1): 10–4. doi: 10.1111/j.1440-1673.1996.tb00336.x
24. Yang T, Delli K, Coumou AD, et al. The lacrimal gland in Sjögren's syndrome: can we unravel its mystery using ultrasound? *Clin Exp Rheumatol*. 2022; 40 (12): 2428–33. doi: 10.55563/clinexprheumatol/z1lzb1
25. Харлап С.И. Сосудистая архитектура глаза и орбитального пространства в цветовом отображении энергии доплеровского спектра. *Вестник офтальмологии*. 1999; 115 (4): 30–3. [Kharlap S.I. Vascular architectonics of the eye and orbital space in color display of Doppler spectrum energy. *Vestnik oftal'mologii*. 1999; 115 (4): 30–3 (In Russ.).]
26. Аветисов С.Э., Харлап С.И., Маркосян А.Г. Ультразвуковой пространственный клинический анализ орбитальной части слезной железы в норме. *Вестник офтальмологии*. 2006; 122 (6): 14–6. [Avetisov S.E., Kharlap S.I., Markosyan A.G. Ultrasound spatial clinical analysis of the orbital part of the lacrimal gland in the norm. *Vestnik oftal'mologii*. 2006; 122 (6): 14–6 (In Russ.).]
27. Харлап С.И., Насникова И.Ю., Маркосян А.Г. и др. Особенности строения слезной железы в норме и при патологии по результатам пространственного ультразвукового цифрового исследования. *Вестник офтальмологии*. 2011; 127 (4): 16–24. [Kharlap S.I., Nasnikova I.Yu., Markosyan A.G., et al. Structural features of the lacrimal gland in normal and pathological conditions according to the results of spatial ultrasound digital examination. *Vestnik oftal'mologii*. 2011; 127 (4): 16–24 (In Russ.).]
28. Эксаренко О.В., Харлап С.И., Сафонова Т.Н. и др. Изменения слезной железы при саркоидозе по результатам пространственного ультразвукового цифрового исследования. *Вестник офтальмологии*. 2013; 129 (1): 10–5. [Eksarenko O. V., Kharlap S. I., Safonova T. N., et al. Changes in the lacrimal

- gland in sarcoidosis according to the results of spatial ultrasound digital examination. *Vestnik oftal'mologii*. 2013; 129 (1): 10–5 (In Russ.).
29. Сафонова Т.Н., Харлап С.И., Эксаренко О.В. и др. Изменения слезных желез и тканей орбиты при IgGA-связанном заболевании по данным ультразвукового исследования. *Точка зрения. Восток — Запад*. 2017; 3: 86–9. [Safonova T.N., Kharlap S.I., Eksarenko O.V., et al. Changes in the lacrimal glands and tissues of the orbit in IgGA-related disease according to ultrasound. *Tochka zreniya. Vostok — Zapad*. 2017; 3: 86–9 (In Russ.).]
 30. Guidance for Industry and FDA staff/ Information for Manufacturers Seeking Marketing Clearance of Diagnostic Ultrasound Systems and Transducers (Appendix or 30.09.97 E). Silver Spring; 2008. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/marketing-clearance-diagnostic-ultrasound-systems-and-transducers>
 31. Киселева Т.Н., Луговкина К.В., Зайцев М.С. Способ ультразвукового исследования слезной железы. Патент № 2759385, 2021. [Kiseleva T.N., Lugovkina K.V., Zaitsev M.S. The method of ultrasound examination of the lacrimal gland. Patent RF N 2759385, 2021 (In Russ.).]
 32. Yılmaz H, Güneş İB. Evaluation of main lacrimal gland through shear-wave ultrasound elastography in patients with low Schirmer value. *Curr Med Imaging*. 2023; 8. doi: 10.2174/1573405620666230608091854
 33. Świecka M, Paluch Ł, Pietruski P, et al. Applicability of shear wave elastography for lacrimal gland evaluation in primary Sjögren syndrome. *Pol Arch Intern Med*. 2023; 133 (2): 16397. doi: 10.20452/pamw.16397

Вклад авторов в работу: Т.Н. Киселева — разработка концепции и дизайна исследования; М.С. Зайцев — написание и финальная подготовка статьи к публикации; К.В. Луговкина — написание статьи; А.А. Зайцева — сбор материала, финальная подготовка статьи к публикации.
Author's contribution: T.N. Kiseleva — development of the concept and design of the study; M.S. Zaitsev — writing and final preparation of the article for publication; K.V. Lugovkina — writing the article; A.A. Zaitseva — collection of material, final preparation of the article for publication.

Поступила: 14.05.2024. *Переработана:* 26.07.2024. *Принята к печати:* 31.07.2024
Originally received: 14.05.2024. *Final revision:* 26.07.2024. *Accepted:* 31.07.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногызская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Татьяна Николаевна Киселева — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела ультразвуковых исследований

Максим Сергеевич Зайцев — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований

Ксения Вадимовна Луговкина — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований

Алина Андреевна Зайцева — врач-офтальмолог взрослого консультативного поликлинического отделения

Для контактов: Максим Сергеевич Зайцев, zaicev1549@yandex.ru

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryzskaya St., Moscow, 105062, Russia

Tatiana N. Kiseleva — Dr. of Med. Sci., professor, head of ultrasound department

Maxim S. Zaitsev — Cand. of Med. Sci., researcher of ultrasound department

Ksenija V. Lugovkina — Cand. of Med. Sci., researcher of ultrasound department

Alina A. Zaitseva — ophthalmologist of the adult advisory polyclinic department

For contacts: Maxim S. Zaitsev, zaicev1549@yandex.ru