

УДК 617.764.1-591.41

DOI: 10.24884/1682-6655-2025-24-1-57-63

Т. Н. КИСЕЛЕВА, А. А. ЗАЙЦЕВА, М. С. ЗАЙЦЕВ,
К. В. ЛУГОВКИНА

Допплеровская оценка кровотока в слезной железе у здоровых лиц разного возраста

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр
глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия
105062, Россия, Москва, Садовая-Черногрозская ул., д. 14/19
E-mail: tkisseleva@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 17.10.24 г.; принята к печати 02.12.24 г.

Резюме

Цель – изучить гемодинамические характеристики слезной артерии (СА) и слезной вены (СВ) у здоровых взрослых и детей разного возраста. **Материалы и методы.** Ультразвуковое исследование (УЗИ) с оценкой кровотока в режимах цветового доплеровского картирования (ЦДК) и импульсно-волновой доплерографии в СА и СВ было проведено у 360 здоровых добровольцев (720 глаз), из них 180 детей (1-я группа) и 180 взрослых (2-я группа). В зависимости от возраста здоровые лица обеих групп были разделены на подгруппы. В подгруппу 1А было включено 60 детей в возрасте от 1 до 7 лет, в подгруппу 1Б – 60 детей от 7 до 13 лет и в подгруппу 1В – 60 детей от 13 до 17 лет. В подгруппу 2А вошли 60 взрослых в возрасте от 18 до 40 лет, в подгруппу 2Б – 60 человек от 40 до 60 лет и подгруппу 2В – 60 человек от 60 до 90 лет. Всем обследуемым определяли максимальную систолическую скорость (V_{syst}), конечную диастолическую скорость кровотока (V_{diast}) и индекс резистентности (RI) в СА и V_{syst} в СВ. **Результаты.** Наименьшие средние значения V_{syst} в СА определялись в подгруппах 1А и 2В. Аналогичные изменения наблюдались при регистрации показателя V_{diast} в СА. Напротив, наибольшие значения среднего показателя V_{syst} в СВ были выявлены в подгруппе 1А, они достоверно отличались от таковых в подгруппах 1Б и 1В ($p < 0,05$). Минимальные средние значения V_{syst} в СВ определялись у лиц подгруппы 2В. **Заключение.** Нормативные параметры кровотока в СА и СВ могут быть использованы в качестве эхографических критериев для диагностики патологии СЖ.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, цветовое доплеровское картирование, импульсно-волновая доплерография, слезная железа, слезная артерия, слезная вена, максимальная систолическая скорость, конечная диастолическая скорость, индекс резистентности

Для цитирования: Киселева Т. Н., Зайцева А. А., Зайцев М. С., Луговкина К. В. Допплеровская оценка кровотока в слезной железе у здоровых лиц разного возраста. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2025;24(1):57–63. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2025-24-1-57-63>.

UDC 617.764.1-591.41

DOI: 10.24884/1682-6655-2025-24-1-57-63

T. N. KISELEVA, M. S. ZAITSEV, A. A. ZAITSEVA,
K. V. LUGOVKINA

Doppler Ultrasound in the assessment of blood supply to lacrimal gland in healthy individuals of different ages

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russia
14/19, Sadovaya Chernogryazskaya str., Moscow, Russia, 105062
E-mail: tkisseleva@yandex.ru

Received 17.10.24; accepted 02.12.24

Summary

Purpose. To study the haemodynamic characteristics in the lacrimal artery (LA) and lacrimal vein (LV) in healthy adults and children of different ages. **Materials and methods.** 360 healthy individuals (720 eyes), including 180 children (group 1) and 180 adults (group 2), underwent ultrasound examination with color Doppler imaging (CDI) and pulse wave Doppler to assess blood flow in LA and LV. All subjects were divided into subgroups depending on their age. The 1A subgroup included 60 children aged 1–7 years, 1B subgroup included 60 children aged 7–13 years and 1B subgroup included 60 children aged 13–17 years. The 2A subgroup included 60 adults aged 18–40 years, 2B subgroup included 60 subjects aged 40–60 years and 2B subgroup included 60 subjects aged 60–90 years. The maximum systolic velocity (V_{syst}), the end diastolic velocity (V_{diast}) and resistance index (RI) of LA and V_{syst} of LV were registered in all subgroups. **Results.** The minimum mean values of V_{syst} were determined in 1A and 2B subgroups. Similar changes of V_{diast} in LA were registered. On the other hand, the minimal

highest mean values of V_{syst} in LV were identified in 1A subgroup, which were significantly different from those in 1B and 1B subgroups ($p < 0.05$). The minimum mean values of V_{syst} in SV were determined in individuals of 2B subgroup. **Conclusions.** The normative values of blood flow in LA and LV can be used as echographic criteria for diagnostics of lacrimal gland diseases.

Keywords: ultrasound examination, color Doppler imaging, pulse wave Doppler, lacrimal gland, lacrimal artery, lacrimal vein, maximum systolic velocity, end diastolic velocity, resistance index

For citation: Kiseleva T. N., Zaitsev M. S., Zaitseva A. A., Lugovkina K. V. Doppler Ultrasound in the assessment of blood supply to lacrimal gland in healthy individuals of different ages. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2025;24(1):57–63. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2025-24-1-57-63>.

Введение

В последние годы отмечается значительное улучшение качества визуализации тканей орбиты, слезной железы (СЖ) и придаточного аппарата глаза благодаря развитию и совершенствованию инструментальных методов, таких как компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) с ангиографией, ультразвуковое исследование (УЗИ) с оценкой кровотока, лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) [1, 2].

В офтальмологической клинической практике УЗИ является доступным, неинвазивным и высокоинформативным методом диагностики патологии органа зрения [3–5]. По мнению многих специалистов, цветное доплеровское картирование (ЦДК) с импульсно-волновой доплерографией (ИД) – один из важных методов раннего выявления нарушений кровообращения в ретробульбарных сосудах при различных заболеваниях глаза и орбиты [6, 7]. На сегодняшний день имеются данные о нормативных параметрах кровотока в основных орбитальных сосудах, включая глазную артерию, центральную артерию сетчатки, задние короткие цилиарные артерии. Однако имеющиеся в литературе сведения о состоянии кровоснабжения слезной железы (СЖ) и показателях гемодинамики в слезной артерии (СА) и слезной вене (СВ) остаются противоречивыми [8, 9].

Как известно, кровоснабжение СЖ осуществляется СА и СВ. Так, слезная артерия (*a. lacrimalis*) отходит от начальной части дуги глазной артерии (ветвь внутренней сонной артерии), проходит между верхней и наружной прямыми мышцами глаза, кровоснабжает железу и дает веточки к наружным отделам верхнего и нижнего век, так называемые латеральные артерии век (*aa. palpebrales laterales*). Слезная вена (*v. lacrimalis*), осуществляющая венозный отток от СЖ и латеральной и верхней прямых мышц глаза, впадает в верхнюю глазную вену [10].

Впервые сведения о доплерографических показателях состояния кровоснабжения СЖ в норме были представлены в 2005 году Bilgili Y. et al., которые сравнили индекс резистентности (RI) и пульсационный индекс (PI) в СА у здоровых мужчин и женщин и продемонстрировали отсутствие гендерных различий этих показателей [11]. С. И. Харлап и др. опубликовали данные о показателях скорости кровотока в СА у взрослых здоровых лиц. Авторы отметили снижение показателей скорости кровотока в СА с увеличением возраста обследуемых взрослых лиц с наибольшими параметрами в возрастном диапазоне от 20 до 39 лет и описали изменения гемодинамических параметров СЖ при воспалительной патологии и дегенеративных заболеваниях СЖ [8, 12].

В других исследованиях были изучены особенности кровотока в ретробульбарных сосудах при патологии СЖ. Так, И. Р. Газизова [13] определила снижение показателей скорости кровотока в глазной артерии при синдроме сухого глаза. А. Н. Каракозов и А. Ф. Белямова [14] наряду с изменениями размеров и эхографической структуры СЖ выявили достоверное увеличение показателя RI в СА у пациентов с синдромом сухого глаза по сравнению с контрольной группой ($p < 0.05$). Однако авторами не были представлены сведения о состоянии кровотока в СВ и возрастных особенностях кровоснабжения СЖ.

Анализ данных литературы показал, что полученные большинством авторов доплеровские характеристики кровотока СЖ значительно отличаются между собой и от результатов других инструментальных исследований, что свидетельствует об операторозависимости ультразвукового метода. Поэтому продолжают оставаться дискуссионными вопросы техники визуализации СА и СВ для повышения информативности УЗИ. До сих пор отсутствуют достоверные сведения о показателях гемодинамики СЖ у детей и взрослых разных возрастных групп.

В связи с этим **целью** нашей работы явилось исследование гемодинамических характеристик СА и СВ у здоровых взрослых и детей разного возраста.

Материалы и методы исследования

Обследовано 360 здоровых лиц (720 глаз), из них 180 детей (1-я группа) и 180 взрослых (2-я группа). В зависимости от возраста здоровые лица обеих групп были разделены на подгруппы. В подгруппу 1А было включено 60 детей в возрасте от 1 до 7 лет, в подгруппу 1Б – 60 детей от 7 до 13 лет и в подгруппу 1В – 60 детей от 13 до 17 лет. Во подгруппу 2А вошли 60 взрослых в возрасте от 18 до 40 лет, в подгруппу 2Б – 60 человек от 40 до 60 лет и подгруппу 2В – 60 человек от 60 до 90 лет.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) СЖ с оценкой кровотока проводилось на многофункциональном приборе Voluson E 8 (GE Healthcare) с использованием линейного датчика 11–18 МГц в режиме В-сканирования, ЦДК и ИД при средненизких значениях коэффициента усиления сигнала (GAIN).

Эхография СЖ осуществлялась по предложенной ранее нами технике исследования [15]. На первом этапе выполняли УЗИ орбитальной части СЖ с определением ее диаметра. Для этого ультразвуковой датчик поступательным движением вверх подводили под верхнюю стенку орбиты в верхненаружном квадранте и выполняли В-сканирование в поперечной плоскости. На втором этапе с помощью режима ЦДК визуализировали СА и СВ в толще орбитальной

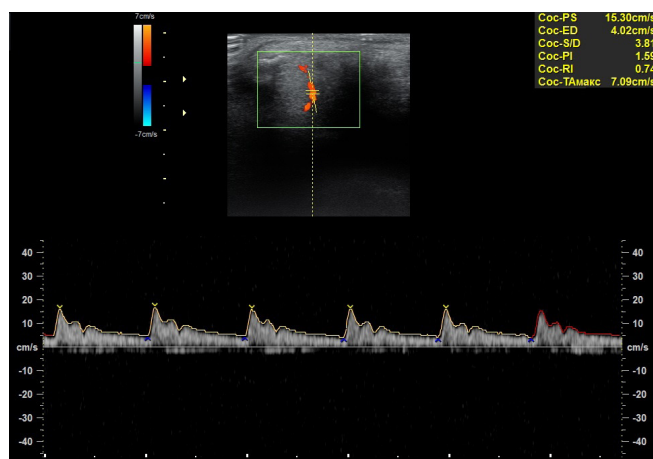


Рис. 1. Допплеровский спектр кровотока в слезной артерии

Fig. 1. Doppler spectrum of blood flow in the lacrimal artery

части СЖ с регистрацией в режиме ИД основных показателей гемодинамики: максимальной систолической скорости (V_{syst}), конечной диастолической скорости (V_{diast}) кровотока и индекса резистентности (RI). Учитывая минимально пульсирующий характер венозного кровотока, в СВ регистрировали лишь показатель V_{syst} .

Статистический анализ результатов исследования проводился с использованием стандартного пакета программы GraphPad Prism, версия 8.00 для Windows (GraphPad Software, Inc). Для определения распределения полученных данных использовался Shapiro-Wilk's тест. Межгрупповые различия множественных данных анализировали с применением однофакторного ANOVA-теста с поправкой Tukey. Для сравнения двух групп применяли t-критерий Стьюдента. Для оценки зависимостей изменений показателей гемодинамики СЖ от возраста и пола применяли корреляционный Pearson анализ.

Результаты статистической обработки всех данных были представлены с указанием среднего арифметического и стандартного отклонения или медианы с 95 % доверительным интервалом для нормально и ненормально распределенных данных соответственно. Уровень достоверности данных был установлен при значении $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

С помощью режима ЦДК визуализировали СА и СВ в области задней трети орбитальной части СЖ, красным цветом кодировался артериальный кровоток, синим – венозный. При использовании режима импульсно-волновой доплерографии (ИД) регистрировали максимально пульсирующий артериальный кровоток в СА, схожий по спектральным характеристикам с таковым в глазной артерии (ГА) (рис. 1). Минимально пульсирующий кровоток ниже базовой линии соответствовал одноименной вене (рис. 2). В 10 % случаев отмечалось настолько близкое расположение СА и СВ друг к другу, что в режиме ИД спектры кровотока этих сосудов определялись одновременно.

Анализ данных исследования кровотока в СА позволил установить взаимосвязь между показателями

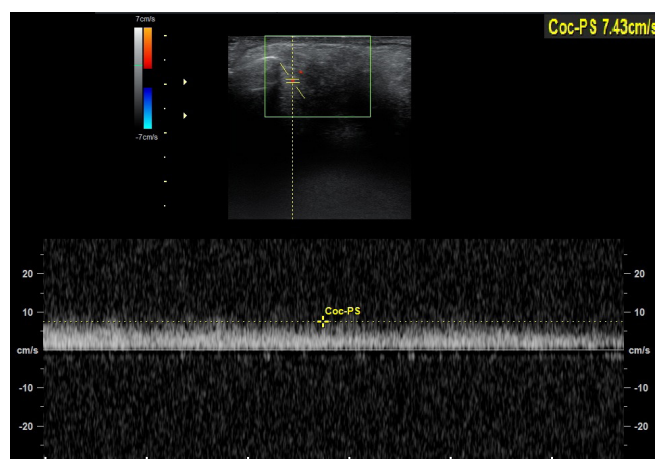


Рис. 2. Допплеровский спектр кровотока в слезной вене

Fig. 2. Doppler spectrum of blood flow in the lacrimal vein

скорости кровотока и возрастом. Так, у детей подгруппы 1А среднее значение V_{syst} было достоверно ниже по сравнению с таковым в подгруппах 1Б и 1В на 31 % и 38 % соответственно. Аналогичные изменения наблюдались при регистрации конечной диастолической скорости кровотока в СА. Максимальный средний показатель V_{diast} в группе детей был выявлен в подгруппе 1В и составил $5,54 \pm 0,33$ см/с, превышая почти в 2 раза таковой показатель в подгруппе 1А ($p < 0,005$). Несмотря на полученные результаты, свидетельствующие о значительном увеличении показателей скорости кровотока, достоверных изменений индекса резистентности в подгруппах у детей не регистрировалось (табл. 1).

У взрослых наименьшее значение максимальной систолической скорости кровотока в СА определялось в подгруппе 2В у лиц в возрасте от 60 до 90 лет и составляло $13,23 \pm 0,56$ см/с. Этот показатель был ниже на 43 % и 34 % по сравнению с V_{syst} в подгруппах 2А и 2Б соответственно. Средняя конечная диастолическая скорость кровотока в подгруппе 2А на 36 % и 54 % превышала таковой показатель в подгруппах 2Б и 2В соответственно. Достоверных изменений индекса периферического сопротивления (RI) в подгруппах здоровых взрослых лиц не наблюдалось (табл. 2).

Показатели скорости кровотока в СВ отличались вариабельностью. Однако наибольшие значения V_{syst} регистрировали в подгруппе 1А по сравнению с другими подгруппами детей ($p < 0,005$). В подгруппах 1Б и 1В статистически достоверных различий между показателями V_{syst} в СВ не отмечалось (табл. 3).

В то же время регистрировалось снижение скорости кровотока в СВ во взрослых группах. Так, минимальное среднее значение V_{syst} определялось у лиц 60–90 лет и составляло $6,6 \pm 0,57$ см/с. В то же время максимальные значения данного показателя отмечались в подгруппе 2А и превышали таковые лишь на 6 % по сравнению с подгруппой 2Б (табл. 4).

Таким образом, результаты нашего исследования показали повышение скорости кровотока в СА у детей с увеличением возраста, максимальные показатели V_{syst} регистрировали в возрасте от 13 до 17 лет.

Таблица 1

Средние показатели кровотока в слезной артерии у детей в норме

Table 1

Mean values of blood flow in the lacrimal artery in healthy children

Подгруппы	Максимальная систолическая скорость кровотока, см/с	Конечная диастолическая скорость кровотока, см/с	Индекс резистентности
1А (1–7 лет) 1А (age 1–7) n=30	13,11±0,33 [12,73–13,58]	2,53±0,22 [2,23–2,82]	0,68±0,03 [0,64–0,70]
1Б (7–13 лет) 1Б (age 7–13) n=30	17,57±0,88** [16,2–18,7]	4,25±0,46* [3,5–4,9]	0,71±0,04 [0,65–0,76]
1В (13–17 лет) 1В (age 13–17) n=30	18,3±0,57** [17,4–18,9]	5,54±0,33** [5,1–6,0]	0,72±0,025 [0,70–0,75]

Примечание: n – число глаз, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,005$ достоверность относительно показателей в подгруппе 1А.

Таблица 2

Средние показатели кровотока в слезной артерии у взрослых здоровых лиц

Table 2

Mean values of blood flow in the lacrimal artery in healthy adults

Подгруппы	Максимальная систолическая скорость кровотока, см/с	Конечная диастолическая скорость кровотока, см/с	Индекс резистентности
2А (18–40 лет) 2А (age 18–40) n=30	18,92±0,67 [17,33–19,8]	5,99±0,88 [4,7–6,93]	0,7±0,04 [0,63–0,78]
2Б (40–60 лет) 2Б (age 40–60) n=30	17,37±0,65* [16,39–18,2]	4,35±0,29* [4,0–4,9]	0,72±0,03 [0,68–0,76]
2В (60–90 лет) 2В (age 60–90) n=30	13,23±0,56** [12,2–13,9]	3,07±0,58** [2,0–4,0]	0,8±0,04* [0,76–0,84]

Примечание: n – число глаз; * $p < 0,05$; ** $p < 0,005$ – достоверность относительно показателей в подгруппе 2А.

Аналогичные изменения этих параметров определялись у взрослых в возрасте от 18 до 40 лет с тенденцией к снижению в старших возрастных группах. Наименьшие средние значения V_{syst} в СА определялись в 1А и 2В подгруппах и составляли 13,11±0,33 см/с и 10,61±0,34 см/с соответственно. Напротив, наибольшие значения среднего показателя V_{syst} в СВ были выявлены в подгруппе 1А, которые достоверно отличались от таковых в подгруппах 1Б и 1В ($p < 0,05$). Минимальные средние значения V_{syst} в СВ определялись у лиц подгруппы 2В в возрасте от 60 до 90 лет. Достоверных изменений индекса резистентности или периферического сопротивления в СА с возрастом в норме выявлено не было.

В последние годы установлена информативность УЗИ в диагностике заболеваний СЖ. Большинство исследований посвящено использованию В-сканирования для оценки размеров и внутренней структуры СЖ при опухолях и воспалительной патологии [1–3]. Неинвазивность и высокая воспроизводимость метода, отсутствие лучевой нагрузки и возможность многократного проведения исследования выводят эхографию на лидирующие позиции в ранней диагностике поражений СЖ.

Дополнительное применение метода ЦДК с импульсно-волновой доплерографией дает возможность осуществлять качественную и количественную оценку кровотока в орбитальных сосудах, включая сосуды СЖ.

Первое углубленное изучение состояния кровоснабжения СЖ было выполнено в 1984 году А. А. Ducasse et al. [16] на основании проведения семидесяти постмортальных орбитотомий с контрастированием сосудистого русла. Авторы определили 3 варианта отхождения и топографии СА в орбите. При первом типе СА берет начало от глазной артерии, при втором – от средней менингеальной артерии, и третий тип включает наличие двух слезных артерий, отходящих как от глазной, так и от средней менингеальной артерии [16]. Однако результаты этого исследования были опровергнуты турецким ученым S. Erdogmus, который продемонстрировал отхождение СА лишь от глазной артерии при постмортальном контрастировании сосудов 38 слезных желез [17].

Известно, что «золотым стандартом» диагностики заболеваний орбиты, в том числе патологии СЖ, являются лучевые методы. В литературе имеются

Таблица 3

Средние показатели кровотока в слезной вене у детей в норме

Table 3

Mean values of blood flow in the lacrimal vein in healthy children

Подгруппы	Максимальная систолическая скорость кровотока, см/с
1А (1–7 лет) 1А (age 1–7) n=30	11,66±0,56 [10,8–12,2]
1Б (7–13 лет) 1Б (age 7–13) n=30	9,62±0,53* [9,0–10,4]
1В (13–17 лет) 1В (age 13–17) n=30	9,3±0,45* [8,8–9,9]

Примечание: n – число глаз; * – $p < 0,05$ достоверность относительно показателей в подгруппе 1А.

Таблица 4

Средние показатели скорости кровотока слезной вены у взрослых здоровых лиц

Table 4

Mean values of blood flow velocity in the lacrimal vein in healthy adults

Подгруппы	Максимальная систолическая скорость кровотока, см/с
2А (18–40 лет) 2А (age 18–40) n=30	7,95±0,12 [7,5–8,4]
2Б (40–60 лет) 2Б (age 40–60) n=30	7,5±0,18* [7,2–8,0]
2В (60–90 лет) 2В (age 60–90) n=30	6,6±0,57** [5,8–7,1]

Примечание: n – число глаз; * $p < 0,05$; ** $p < 0,005$ – достоверность относительно показателей в подгруппе 2А.

лишь единичные сообщения, посвященные изучению кровоснабжения СЖ с помощью КТ и МРТ в ангиорежиме. R. Baz et al. [18] проанализировали изменение диаметра 160 глазных артерий при проведении КТ-ангиографии у здоровых лиц и определили увеличение калибра ГА в зависимости от возраста. Наименьшие значения калибра глазной артерии (в среднем – 1,28 мм) были получены у лиц младше 40 лет, а наибольшие показатели (1,37 и 1,42 мм) – у лиц после 70 лет. Полученные авторами результаты могут свидетельствовать об уменьшении показателей линейной скорости кровотока (V_{syst} и V_{diast}) при увеличении диаметра сосуда, что характерно для артерий орбиты, включая СА, являющуюся ветвью глазной артерии [18].

К. Нат на основании данных морфологического исследования СЖ описал изменения ее внутренней структуры, в том числе особенности регионарного сосудистого русла в зависимости от пола и возраста. Автором были установлены инволюционные особенности структуры СЖ, включающие снижение плотности ацинусов, увеличение и замещение долей СЖ соединительной и жировой тканью, а также расширение просвета артерий и вен, в наибольшей степени выраженное у пожилых лиц [19].

Кроме того, изменения кровоснабжения СЖ могут быть связаны с характером кровотока во внутренней сонной артерии, ветвью которой является глазная артерия. А. А. Железкова и др. выявили значительное снижение показателей линейной и объемной скорости кровотока в правой и левой внутренних сонных артериях в норме у пожилых по сравнению с молодыми лицами [20].

Учитывая небольшое число публикаций об УЗИ СЖ с оценкой кровотока, необходимо дальнейшее изучение особенностей кровоснабжения этой анатомической области как в норме, так и при патологических ее изменениях.

В нашем исследовании впервые были представлены количественные показатели гемодинамики в СА и СВ на большом клиническом материале у детей и взрослых разных возрастных групп. Кроме того, венозный кровоток СЖ ранее специальному изучению не подвергался. Нами было выявлено снижение показателей максимальной систолической скорости кровотока в СА у лиц пожилого возраста, что соответствует данным других авторов [8,12]. Ограничением нашего исследования явилось отсутствие возможности проведения КТ- или МРТ-ангиографии СЖ для более

углубленного исследования регионарной гемодинамики и топографических особенностей хода СА и СВ. Приоритетом будущих исследований несомненно будет персонифицированный подход к исследованию анатомо-топографических характеристик СЖ с оценкой регионарного кровотока при различных заболеваниях СЖ с применением УЗИ наряду с другими методами визуализации.

Заключение

Полученные нами нормативные показатели скорости кровотока в СА и СВ у здоровых лиц разного возраста могут быть использованы в качестве эхографических критериев для диагностики патологии СЖ.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare that they have no conflict of interest.

Литература / References

1. Лелюк В. Г., Лелюк С. Э. Ультразвуковая ангиология. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Реальное время, 2003. С. 184–250. [Lelyuk VG, Lelyuk SE. Ultrasound angiology. 2nd edition, revised and supplemented. Moscow: Real Time; 2003. P. 184–250. (In Russ.)].
2. Митьков В. В. Допплерография в диагностике заболеваний печени, желчного пузыря, поджелудочной железы и их сосудов. М.: Видар, 2000. С. 40–120. [Mit'kov VV. Dopplerography in the diagnosis of diseases of the liver, gallbladder, pancreas and their vessels. 2nd ed. Moscow: Vidar; 2000. P. 40–120. (In Russ.)].
3. Garg A, Zhang X. Lacrimal gland development: From signaling interactions to regenerative medicine. *Dev Dyn*. 2017;246(12):970–980. <https://doi.org/10.1002/dvdy.24551>.
4. Andreoli MT, Aakalu V, Setabutr P. Epidemiological trends in malignant lacrimal gland tumors. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015;152(2):279–283. <https://doi.org/10.1177/0194599814556624>.
5. Nawaz S, Lal S, Butt R, et al. Computed Tomography Evaluation of Normal Lacrimal Gland Dimensions in the Adult Pakistani Population. *Cureus*. 2020;24(123):7393. <https://doi.org/doi: 10.7759/cureus.7393>.
6. Копеева В. Г. Глазные болезни. Основы офтальмологии: учебник. М.: Медицина, 2012. С. 53–78. [Kopeeva VG. Eye diseases. Fundamentals of ophthalmology: textbook. Moscow: Medicine; 2012. P. 53–78. (In Russ.)].
7. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: руководство для врачей / под ред. В. В. Нероева, Т. Н. Киселевой. 1-е изд. М.: ИКАР, 2019. С. 110–250. [Neroev BB, Kiseleva TN, eds. Ultrasound in Ophthalmology: A Guide for Physicians. Moscow: IKAR; 2019. P. 110–250. (In Russ.)].
8. 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. Т. 129, №1. С. 10–15. [Eksarenko OV, Kharlap SI, Safonova TN, et al. Changes in the lacrimal gland in sarcoidosis according to the results of spatial ultrasound digital examination. *Bulletin of Ophthalmology*. 2013;129(1):10–15. (In Russ.)]. PMID: 23650741.
9. Каракозов А. Н., Белямова А. Ф. Некоторые особенности изменений слезной железы у пациентов с синдромом «сухого глаза» при ультразвуковой диагностике // Русский медицинский журнал. 2017. Т. 18, №3. С. 141–145. [Karakozov AN, Belyamova AF. Some features of lacrimal gland changes in patients with dry eye syndrome in ultrasonic diagnostics. *Russian Medical Journal*. 2017;18(3):141–145. (In Russ.)].
10. Bertelli E, Regoli M, Bracco S. An update on the variations of the orbital blood supply and hemodynamic. *Surg. Radiol. Anat*. 2017;39(5):485–96. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1776-9>.
11. Bilgili Y, Taner P, Unal B, et al. Doppler sonography of the normal lacrimal gland. *J Clin Ultrasound*. 2005;33(3):123–6. <https://doi.org/10.1002/jcu.20096>.
12. Харлап С. И., Насникова И. Ю., Маркосян А. Г. Особенности строения слезной железы в норме и при патологии по результатам пространственного ультразвукового цифрового исследования // Вестник офтальмологии. 2011. Т. 127, №4. С. 16–24. [Kharlap SI, Nasnikova IYu, Markosyan AG. Features of the structure of the lacrimal gland in norm and pathology according to the results of spatial ultrasound digital examination. *Bulletin of ophthalmology*. 2011; 127(4):16–24. (In Russ.)].
13. Газизова И. Р., Шафикова Р. М., Александров А. А., и др. Эхографическая картина слезной железы при вторичном синдроме сухого глаза // Медицинский вестник Башкортостана. 2016. Т. 1, №61. С. 56–73. [Gazizova IR, Shafikova RM, Aleksandrov AA, et al. Echographic picture of the lacrimal gland in secondary dry eye syndrome. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2016;1 (61):56–73. (In Russ.)].
14. Каракозов А. Н., Белямова А. Ф. Некоторые особенности изменений слезной железы у пациентов с синдромом «сухого глаза» при ультразвуковой диагностике // РМЖ. Клиническая офтальмология. 2017. №3. С. 141–144. [Karakozov AN, Belyamova AF. Some features of changes in the lacrimal gland in patients with dry eye syndrome in ultrasound diagnostics. *RMJ. Clinical ophthalmology*. 2017;3:141–144. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21689/2311-7729-2017-17-3-141-144>.
15. Киселева Т. Н., Луговкина К. В., Зайцев М. С. Способ ультразвукового исследования слезной железы. Патент № 2759385 С1 Российская Федерация; 2021. [Kiseleva TN, Lugovkina KV, Zaitsev MS. The method of ultrasound examination of the lacrimal gland. Patent RF, N 2759385 C1; 2021. (In Russ.)].
16. Ducasse A, Delattre JF, Flament JB, et al. The arteries of the lacrimal gland. *Anat Clin*. 1984;6(4):287–93. <https://doi.org/10.1007/BF01654461>.
17. Erdogmus S, Govsa F. Importance of the anatomic features of the lacrimal artery for orbital approaches. *J Craniofac Surg*. 2005 Nov;16(6):957–64. <https://doi.org/10.1097/01.scs.0000179741.68294.1c>.
18. Baz RA, Jurja S, Ciuhuvica R, et al. Morphometric study regarding ophthalmic and internal carotid arteries utilizing computed tomography angiography. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2022;2:112. <https://doi.org/10.3892/etm.2021.11035>.
19. Hat K, Kaštelan S, Planinić A, et al. Pathohistological features of the aging human lacrimal gland. *Croat Med J*. 2023;64(5):307–319. <https://doi.org/10.3325/cmj.2023.64.307>.
20. Железкова А. А., Скоробогатов Ю. Ю., Филатова О. В. Возрастные особенности линейной и объемной скорости кровотока во внутренних сонных артериях // Известия Алтайского государственного университета. 2010. № 3-2. С. 29–34. [Zhelezkova AA, Skorobogatov YuYu, Filatova OV. Age-related features of linear and volumetric blood flow velocity in the internal carotid arteries. *Bulletin of the Altai State University*. 2010;3-2:29–34. (In Russ.)].

Информация об авторах

Киселева Татьяна Николаевна – д-р мед. наук, профессор, начальник отдела ультразвуковых исследований, Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца, Москва, Россия, e-mail: tkisseleva@yandex.ru.

Зайцева Алина Андреевна – врач-офтальмолог взрослого консультативного поликлинического отделения, Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца, Москва, Россия, e-mail: alisha_klin@mail.ru.

Зайцев Максим Сергеевич – канд. мед. наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований, Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца, Москва, Россия, e-mail: zaicev1549@yandex.ru.

Луговкина Ксения Вадимовна – канд. мед. наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований, Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца, Москва, Россия, e-mail: ksushalyg@mail.ru.

Authors information

Kiseleva T. N. – Dr of Med. Sci., Professor; Head, Ultrasound Department, Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russia, e-mail: tkisseleva@yandex.ru.

Zaitsev M. S. – Candidate (PhD) of Medical Sciences, Researcher, Ultrasound Department, Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russia, e-mail: alisha_klin@mail.ru.

Zaitseva A. A. – Ophthalmologist, Adult Advisory Polyclinic Department, Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russia, e-mail: zaicev1549@yandex.ru.

Lugovkina K. V. – Candidate (PhD) of Medical Sciences, Researcher, Ultrasound Department, Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russia, e-mail: ksushalyg@mail.ru.