

Роль лакримальной сцинтиграфии в оценке дренажной функции слезоотводящих путей

Атькова Е.Л.¹, Томашевский И.О.², Лучшев А.И.³, Ярцев В.Д.¹

¹ ФГБУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней» РАМН, Москва, Россия

² ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения России, Москва, Россия

³ НУЗ «Центральная клиническая больница №2 им. Н.А. Семашко ОАО «РЖД»», Москва, Россия

The role of Lacrimal Scintigraphy in Lacrimal Drainage Function Analysis

Atkova E.L.¹, Tomashevskiy I.O.², Luchshev A.I.³, Yartsev V.D.¹

¹ Research Institute of Eye Diseases of the Russian Academy of Medical Sciences, Moscow, Russia

² N.I. Pirogov's Russian National Research University, Moscow, Russia

³ N.A. Semashko Central Clinical Hospital №2 of JSC "Russian Railway", Moscow, Russia

Цель исследования: изучение роли лакримальной сцинтиграфии в оценке дренажной функции слезоотводящих путей.

Материал и методы. Проведено 40 исследований, в том числе 20 (50%) у здоровых добровольцев и 20 (50%) у пациентов с подтвержденными при рентгенологическом исследовании сужениями слезоотводящих путей (дакриостенозами) и их облитерациями (дакриоциститами). Исследование проводили после инстилляции радиофармпрепарата в конъюнктивальный мешок с помощью γ -камеры совмещенного томографа для однофотонной эмиссионной и рентгеновской КТ Symbia T16 (Siemens, Германия).

Результаты. Период полувыведения ($T_{1/2}$) у здоровых добровольцев со всей глазной поверхности составил 24 ± 11 мин, из ее латеральной области – 8 ± 3 мин, из области слезного мешка – 13 ± 6 мин, из области носослезного протока – 11 ± 7 мин. У пациентов с дакрио-

стенозами $T_{1/2}$ со всей глазной поверхности был равен 125 ± 90 мин, из ее латеральной области – 90 ± 42 мин, из области слезного мешка – 43 ± 14 мин, из области носослезного протока – 112 ± 48 мин. У пациентов с непроходимостью слезоотводящих путей $T_{1/2}$ соответствовал его значению для применявшегося радифармпрепарата.

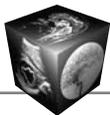
Выводы. Лакримальная сцинтиграфия является методом количественной оценки функции слезоотводящих путей, дает возможность определить минимальную проходимость слезоотводящих путей, которую не всегда удается установить с помощью других лучевых методов диагностики, однако лакримальная сцинтиграфия не позволяет локализовать стеноз или облитерацию. По мнению авторов, лакримальная сцинтиграфия не имеет достаточной диагностической значимости при комбинированных дакриостенозах. На основании только лакримальной сцинтиграфии диагностировать дакриостеноз

Для корреспонденции: Ярцев Василий Дмитриевич – 119021 Москва, ул. Россолимо, 11А, ФГБУ «НИИ глазных болезней» РАМН. Тел. +7-499-245-33-05. E-mail: yartsev@ya.ru

Атькова Евгения Львовна – канд. мед. наук, заведующая отделением патологии слезного аппарата ФГБУ «НИИ глазных болезней» РАМН; **Томашевский Игорь Остапович** – доктор мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии медико-биологического факультета ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский университет им. Н.И. Пирогова»; **Лучшев Анатолий Иванович** – врач-радиолог лаборатории радиоизотопной диагностики НУЗ ЦКБ №2 им. Н.А. Семашко ОАО «РЖД»; **Ярцев Василий Дмитриевич** – научный сотрудник отделения патологии слезного аппарата ФГБУ «НИИ глазных болезней» РАМН.

Contact: Yartsev Vasily Dmitrievich – 119021, Russia, Moscow, Rossolimo str., 11A, Research Institute of Eye Diseases of the Russian Academy of Medical Sciences. Tel. +7-499-245-33-05. E-mail: yartsev@ya.ru

Atkova Evgeniya Lvovna – cand. of med. sci., lacrimal pathology department chief in Research Institute of Eye Diseases of the Russian Academy of Medical Sciences, Moscow; **Tomashevskiy Igor Ostapovich** – dokt. of med. sci., associate professor in Radiographic diagnostics and therapy of Medical biology faculty in N.I. Pirogov's Russian National Research University, Moscow; **Luchshev Anatoly Ivanovich** – radiologist in Radionuclide laboratory in N.A. Semashko Central Clinical Hospital №2 of JSC "Russian Railway", Moscow; **Yartsev Vasily Dmitrievich** – research scientist in lacrimal pathology department in Research Institute of Eye Diseases of the Russian Academy of Medical Sciences, Moscow.



не всегда представляется возможным, однако этот метод возможно использовать у одного пациента для контроля проводимого лечения. Полученные при исследовании сведения являются значимыми в комплексной диагностике нарушений слезоотведения.

Ключевые слова: лакримальная скинтиграфия, дакриоскintiграфия, дакриостеноз, непроходимость слезоотводящих путей.

Purpose: to study the role of lacrimal scintigraphy in estimation of drainage function of lacrimal pathways.

Materials and methods. 40 lacrimal scintigraphy studies were conducted, among them 20 in healthy volunteers and 20 in patients with partial and complete nasolacrimal duct obliteration, confirmed by dacryocystography. The study was conducted with a stable γ -camera of a tomographic scanner Symbia T16 (Siemens, Germany) for single photon emission tomography and computed tomography after a cul-de-sac radionuclide tracer instillation.

Result. The half-life of a radionuclide tracer ($T_{1/2}$) in healthy volunteers at the region of interest, corresponding to the whole ocular surface was 24 ± 11 min, to its lateral part – 8 ± 3 min, to the lacrimal sac – 13 ± 6 min, to the nasolacrimal duct – 11 ± 7 min. $T_{1/2}$ in patients with partial nasolacrimal duct intubation at the region of interest, corresponding to the whole ocular surface was 125 ± 90 min, to its lateral part – 90 ± 42 min, to the lacrimal sac – 43 ± 14 min, to the nasolacrimal duct – 112 ± 48 min. In patients with complete nasolacrimal duct obliteration $T_{1/2}$ was the same that a radionuclide tracer's was.

Conclusion. Lacrimal scintigraphy is the method of quantitative lacrimal drainage system function analysis, and it enables to detect minimal function in cases when routine radiographic studies do not detect it. However, lacrimal scintigraphy does not enable to localize the obliteration. It is the authors' opinion that lacrimal scintigraphy is not informative in case of composite partial obliteration, it is not possible to diagnose partial nasolacrimal duct obstruction only on the basis of lacrimal scintigraphy data, but it is beneficial to use this method several times in one patient during the treating to detect the progress. Lacrimal scintigraphy is a useful method in a complex lacrimal drainage system abnormalities diagnostics.

Key words: lacrimal scintigraphy, dacryoscintigraphy, nasolacrimal duct obliteration.

Введение

Такие современные визуализирующие технологии, как КТ с заполнением просвета слезоотводящих путей (СОП) рентгеноконтрастным препаратом [1, 2], МРТ [1], УЗИ [3, 4] и однофотонная эмиссионная томография [5], позволяют на достаточно высоком уровне изучить архитектуру СОП и окружающие их структуры, установить локализацию стеноза или облитерации СОП.

В то же время с целью выбора адекватной тактики лечения патологии СОП, помимо анатомических изменений, необходимо учитывать особенности слезоотведения. На сегодняшний день самыми распространенными методами исследования функции СОП остаются пробы с исчезновением красителя.

Основным неоспоримым достоинством этих тестов является простота выполнения и отсутствие какой-либо лучевой нагрузки на пациента. Однако с учетом определенной субъективности исследования и вариабельности полученных результатов можно считать эти методы лишь ориентировочными при оценке функции слезоотводящего аппарата. В настоящее время ведутся разработки по применению метода функциональной КТ, которая позволяет изучать функцию различных органов, однако предложенный метод в отношении СОП требует дальнейшего изучения и совершенствования [6, 7].

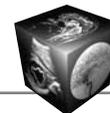
Еще одним функциональным методом исследования СОП является лакримальная скинтиграфия (ЛС), которая основана на регистрации продвижения радиофармпрепарата (РФП), инстиллированного в конъюнктивальную полость, по СОП [8]. ЛС дает возможность объективно, в цифровом выражении, оценить дренажную функцию СОП, однако до сих пор нет общепризнанной унифицированной методики интерпретации полученных данных, а также не определены показания к применению этого метода в дакриологии. В отечественной литературе мы обнаружили единичные упоминания о применении ЛС в дакриологии [9, 10]. Таким образом, определение места ЛС в системе диагностики патологии СОП представляется актуальной задачей.

Цель исследования

Изучение роли ЛС в оценке дренажной функции СОП.

Материал и методы

Проведено 40 исследований у 25 обследуемых (5 (20%) мужчин и 20 (80%) женщин в возрасте от 21 года до 52 лет), в том числе 20 исследований у 10 (40%) добровольцев без жалоб на слезотечение и 20 исследований у 15 (60%) пациентов с жалобами на слезотечение. У здоровых добровольцев осуществляли стандартное офтальмологическое обследование и пробы с исчезновением красителя. У всех пациентов проводили стандартное офтальмологическое и дакриологическое обследование. Последнее включало в себя переднюю риноскопию и эндоскопию носовой полости, определение высоты слезного мениска, промывание СОП, дакриорентгенографию, проведение проб Schirmer и Norn, пробы с исчезновением красителя. При соответствующих показаниях проводили ультразвуковое исследование орбиты и слезной железы, трансканаликулярную микроэндоскопию, зондирование пресаккального и саккального отделов СОП.



Исходя из полученных данных, было сформировано 3 группы обследуемых: 1-я группа – 10 (40%) здоровых добровольцев, которым было проведено 20 исследований; 2-я группа – 10 (40%) пациентов с сужениями СОП (дакриостенозами), которым было проведено 15 исследований; 3-я группа – 5 (20%) пациентов (5 исследований) с облитерациями СОП в области шейки слезного мешка.

После получения от пациента информированного согласия проводили ЛС, которую осуществляли следующим образом. В конъюнктивальную полость с помощью тупоконечной канюли 23 G (Beaver-Visitec International, США) инстиллировали одну каплю (0,7 мл) РФП – раствора пертехнетата натрия, меченного ^{99m}Tc . Удельная активность применявшегося РФП составляла 10 МБк·мл⁻¹. При инстиляции раствора не допускали его попадания за пределы конъюнктивальной полости. Обследуемого размещали в положении сидя напротив неподвижного детектора ротационной γ -камеры совмещенного томографа для однофотонной эмиссионной и рентгеновской КТ Symbia T16 (Siemens, Германия) с наклоненной кпереди головой до соприкосновения лба с поверхностью прибора. Обследуемого просили моргать с обычной привычной частотой на протяжении всего исследования.

Затем производили покадровую временную запись с частотой 1 кадр · с⁻¹ в течение 30 с, а затем с частотой 1 кадр · 30 с⁻¹ в течение 10 мин. Если к моменту окончания исследования активность РФП на уровне вертикального отдела СОП не определялась, то проводили отсроченные снимки. Эффективная доза облучения составляла 0,09 мЗв.

После получения последовательных изображений приступали к их постпроцессингу и последующему анализу с помощью программного комплекса ИНДИС (Центр информационно-диагностических систем СПбГУ, Россия). Отдельно изучали все полученные изображения, а затем их графически суммировали. На суммированном изображении выделяли зоны интереса: всю глазную поверхность, ее латеральную область, область слезного мешка и носослезного протока. Для каждой из зон интереса строили график зависимости активности РФП от времени (гамма-хронографические кривые), определяли период полураспада ($T_{1/2}$) РФП.

При интерпретации результатов ЛС функции различных зон интереса анализировали последовательно, учитывая тот факт, что работа проксимальных отделов СОП определяет работу их дистальных отделов.

Статистическую обработку полученных результатов проводили в программе IBM SPSS STATISTICS 22.

Результаты и их обсуждение

Результаты ЛС, проведенной у здоровых добровольцев (1-я группа), представлены в табл. 1.

Являясь функциональным методом исследования, ЛС позволяет количественно оценить кинетику слезной жидкости, так как изменение активности РФП в конкретной зоне интереса отражает прохождение слезной жидкости по СОП. На рис. 1 показана зависимость активности РФП от времени у обследуемого без нарушений дренажной функции СОП.

Такие результаты отражают нормальное функционирование системы слезоотведения. В начале исследования активность РФП на поверхности глаза (кривая 4) максимальна. В течение первых 5 мин исследования происходит ее равномерное снижение, что соответствует прохождению РФП по СОП. Кривая 3, соответствующая латеральной области поверхности глаза, по нашему мнению, отображает присасывающую функцию слезных канальцев. При анализе кривой этой зоны интереса обращает на себя внимание ее двухэкспоненциальный характер, причем в начале исследования отмечается быстрое падение активности РФП, сменяющееся затем более медленным. Предыдущие исследователи не выделяли отдельно зону интереса, соответствующую присасывающей функции горизонтального отдела СОП [8]. Наши наблюдения показывают различия между выведением РФП в зоне интереса, соответствующей всей глазной поверхности и отдельно ее латеральной области, что подтверждает целесообразность выделения последней. В зоне интереса, соответствующей слезному мешку (кривая 2), отражено первоначальное накопление РФП с последующим уменьшением его активности (пик активности на 3-й минуте). С увеличением активности РФП в этой зоне интереса начинает появляться его активность в области, соответствующей носослезному протоку (кривая 1). Равномерный характер этой кривой можно объяснить отсутствием активных механизмов продвижения слезной жидкости по этому отделу СОП.

Подтверждением тому, что РФП в действительности перемещается по СОП, являются результа-

Таблица 1. $T_{1/2}$ РФП в различных зонах интереса у обследуемых без патологии СОП

Зона интереса	$T_{1/2}$, мин ($p < 0,05$)
Вся глазная поверхность	24 ± 11
Латеральная область глазной поверхности	8 ± 3
Слезный мешок	13 ± 6
Носослезный проток	11 ± 7

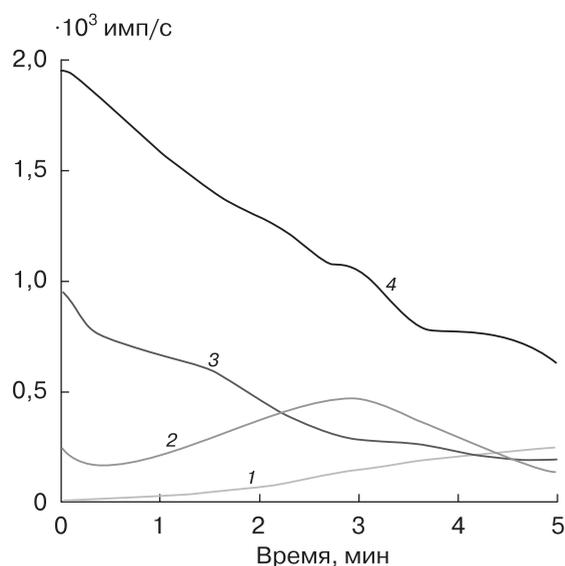


Рис. 1. Результаты ЛС в различных зонах интереса у обследуемого без нарушения дренажной функции СОП (аппроксимация). Пояснения в тексте. 4 – вся глазная поверхность, 3 – латеральная область поверхности глаза, 2 – слезный мешок, 1 – носослезный проток.

ты ЛС у обследуемого без нарушения слезоотведения, представленные на рис. 2.

В этом исследовании зонами интереса выбраны нижние отделы слезного мешка, начальные и конечные отделы носослезного протока и полость носа. Пики в этих зонах интереса различны и последовательны, что иллюстрирует факт продвижения РФП по СОП от проксимальных отделов к дистальным на протяжении времени исследования.

В то же время следует отметить, что полученные количественные данные отличаются от таковых других исследователей: в различных работах срок обнаружения РФП на уровне носовой полости у обследуемых без нарушения слезоотведения находился в пределах от 3 до 343 с [8]. Однако существуют сообщения о том, что у 25–32% обследуемых активность РФП в дистальных отделах СОП не отмечалась на протяжении всего исследования [11–13]. Мы не наблюдали ни одного случая необнаружения активности РФП на уровне носо-

Таблица 2. $T_{1/2}$ РФП в различных зонах интереса у пациентов с дакриостенозами

Зона интереса	$T_{1/2}$ ($T_{1/2}$), мин ($p < 0,1$)
Вся глазная поверхность	125 ± 90
Латеральная область глазной поверхности	90 ± 42
Слезный мешок	43 ± 14
Носослезный проток	112 ± 48

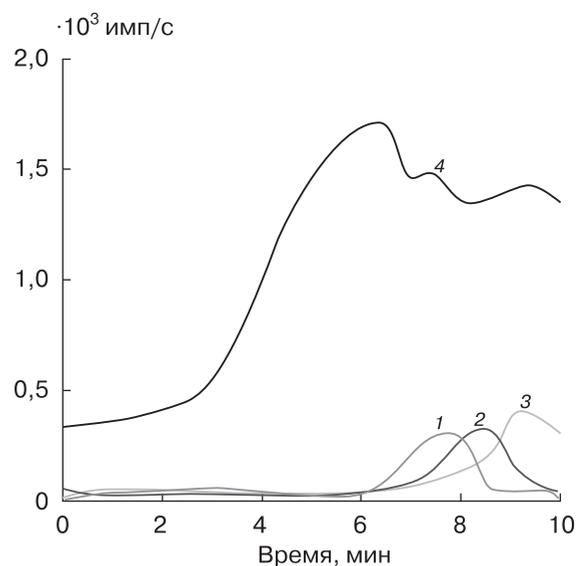


Рис. 2. Результаты ЛС в различных зонах интереса у обследуемого без нарушения дренажной функции СОП (аппроксимация). Пояснения в тексте. 4 – слезный мешок, 1 – проксимальная часть носослезного протока, 2 – дистальная часть носослезного протока, 3 – полость носа.

вой полости у обследуемых без клинических признаков нарушения слезоотведения.

Результаты ЛС у пациентов с дакриостенозами (2-я группа) представлены в табл. 2.

Результаты ЛС у пациента с дакриостенозом представлены на рис. 3.

При исследовании изменения активности РФП на глазной поверхности (кривая 4) отмечается его замедленное выведение. В то же время кривая, соответствующая латеральной области глазной поверхности (кривая 3), отражает первоначальное падение и дальнейшую стабилизацию активности РФП. Сохраняется двухэкспоненциальный характер кривой, из чего можно сделать вывод о достаточной присасывающей функции слезных канальцев. Это подтверждается и увеличением активности РФП в области слезного мешка (кривая 2) с пиком на 3-й минуте, однако в дальнейшем до 6 мин исследования значительного ее изменения не отмечается, что может быть связано с сужением СОП в этой области. На протяжении всего исследования наблюдается постепенное увеличение активности РФП на уровне носослезного протока (кривая 1), что доказывает наличие проходимости СОП по крайней мере до проксимальных отделов этой зоны интереса. Эти данные подтверждаются результатами дакриорентгенографии, проведенной данному пациенту, – рентгенологическая картина соответствует дакриостенозу с сужением СОП на уровне средней трети носослезного протока (рис. 4).

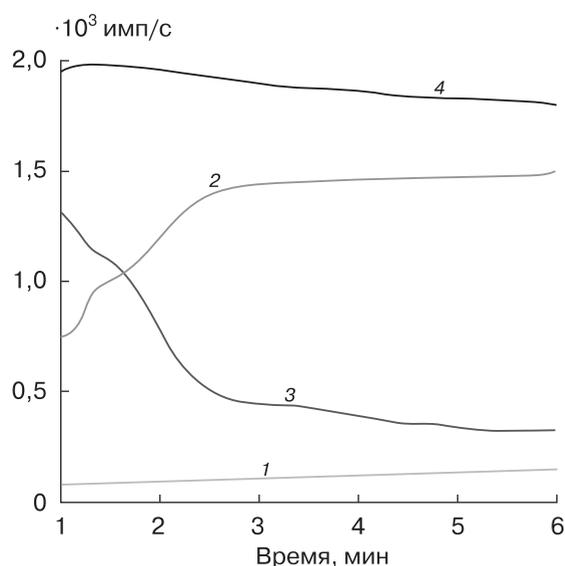
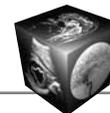


Рис. 3. Результаты ЛС в различных зонах интереса у обследуемого с дакриостенозом (аппроксимация). Пояснения в тексте. 4 – вся глазная поверхность, 3 – латеральная область поверхности глаза, 2 – слезный мешок, 1 – носослезный проток.

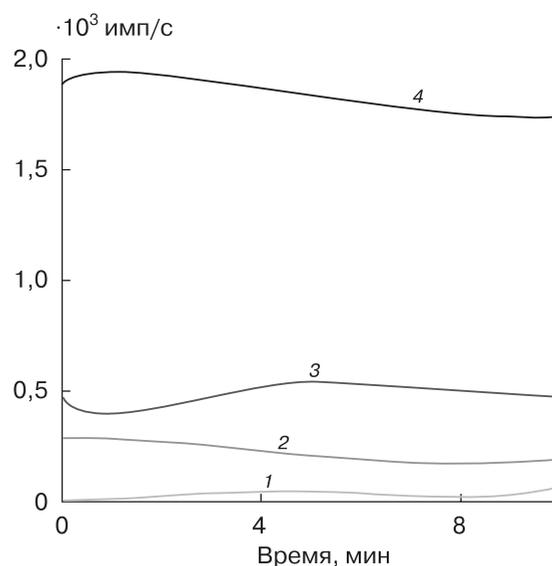


Рис. 5. Результаты ЛС в различных зонах интереса у обследуемого с облитерацией СОП (аппроксимация). Пояснения в тексте. 4 – вся глазная поверхность, 3 – латеральная область поверхности глаза, 2 – слезный мешок, 1 – носослезный проток.



Рис. 4. Дакриорентгенограмма. Рентгенологическая картина правостороннего дакриостеноза (стрелкой указано место сужения СОП на уровне средней трети носослезного протока).

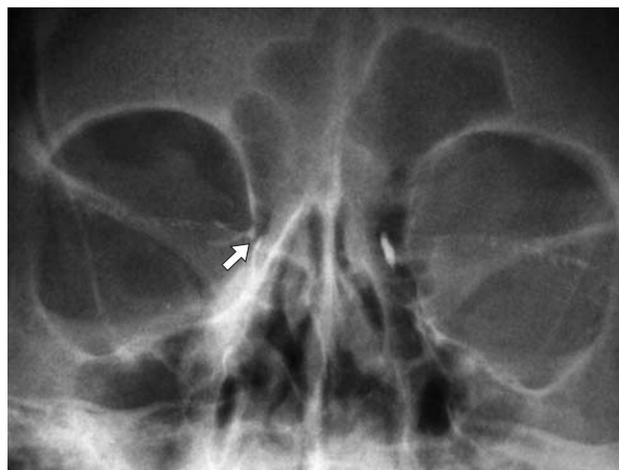


Рис. 6. Дакриорентгенограмма. Рентгенологическая картина правосторонней облитерации слезоотводящих путей (стрелкой указано место облитерации на уровне устья слезных канальцев).

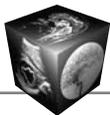
У пациентов 3-й группы выведения РФП из СОП не отмечалось, а $T_{1/2}$ соответствовал значениям $T_{1/2}$ [^{99m}Tc].

На рис. 5 представлены результаты ЛС у пациента с облитерацией СОП на уровне слезного мешка.

При исследовании изменения активности в различных зонах интереса у данного пациента отмечалась стабильно высокая активность РФП в зоне интереса, соответствующей всей поверхности глаза, на протяжении 10 мин исследования.

В других зонах интереса значимых колебаний активности РФП не отмечено. Такие результаты являются признаком облитерации СОП в проксимальных отделах, что подтверждается данными дакриорентгенографии, при которой выявлена облитерация СОП на уровне устья слезных канальцев (рис. 6).

В связи с малым физическим размером молекулы, кинетика которой исследуется при ЛС, становится возможным определение минимальной проходимости СОП, в то время как при других ме-



тодах исследования (например, дакриорентгенографии) такая проходимость СОП не была бы визуализирована. В ряде случаев это позволяет изменить тактику лечения и провести менее инвазивное вмешательство при восстановлении проходимости СОП.

В то же время следует отметить, что характер гамма-хронографических кривых в каждой из зон интереса находится в зависимости от функционирования подлежащих отделов СОП. Так, например, при низкой присасывающей функции слезных канальцев и при достаточном изолированном функционировании слезного мешка кривые, отражающие функционирование последнего, будут искажены, и они могут быть интерпретированы как патологические. Это объясняет некоторые ограничения в применении метода для оценки дренажной функции при дакриостенозах с сужениями в разных отделах СОП.

Так как метод ЛС имеет низкую информативность с точки зрения описания анатомии СОП, а выделение зон интереса в определенной степени носит произвольный характер, что может не всегда соответствовать корреспондирующим отделам СОП, применять ЛС для локализации сужений и облитераций СОП не представляется возможным. Однако в настоящее время ведутся работы по изучению применения мультипланарных исследований, в частности однофотонной эмиссионной томографии, для визуализации СОП. Совмещение полученных данных с результатами КТ может позволить прецизионно выбирать зону интереса, значительно повышая информативность метода [5, 14].

Выводы

1. ЛС является методом количественной оценки дренажной функции СОП.

2. ЛС дает возможность определить минимальную проходимость СОП, которую не всегда удается установить с помощью других лучевых методов диагностики. Однако метод не позволяет точно локализовать сужения или облитерации СОП.

3. Выявлено, что ЛС не имеет достаточной диагностической значимости при комбинированных стенозах СОП.

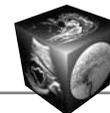
4. В связи с разбросом значений $T_{1/2}$ РФП при ЛС в норме (19–29 мин) затруднена интерпретация полученных результатов при диагностике патологии слезоотведения, однако целесообразно применение ЛС до и после лечения пациента в целях объективизации его эффективности.

5. Учитывая, что ЛС является в настоящее время одним из немногих методов количественной оценки дренажной функции СОП, полученные при

исследовании сведения являются значимыми в комплексной диагностике нарушений слезоотведения.

Список литературы

1. Kassel E.E., Schatz C.J. Lacrimal apparatus. In: Som P.M., Curtin H.D., eds. Head and Neck. Imaging. 4th Ed. Mosby: St. Louis, 2003. 655–733.
2. Атькова Е.Л., Бодрова И.В., Архипова Е.Н. и др. Изучение информативности мультиспиральной компьютерной томографии слезоотводящих путей при различных способах их контрастирования. Росс. электрон. журн. лучевой диагностики. 2012; 2 (2 (6)): 41–42.
3. Tost F., Bruder R. 20 MHz ultrasound diagnosis in chronic canaliculitis. Klin. Monobl. Augenheilkd. 2000; 216 (4): 240–242.
4. Аскерова С.М., Смысленова М.В., Асланов С.Д. Клинико-эхографическая диагностика слезной системы при патологии слезоотводящих путей. Офтальмохирургия. 2012; 1: 77–81.
5. Kemeny-Beke A., Szabados L., Barna S. et al. Simultaneous dacryocystography and dacryoscintigraphy using SPECT/CT in the diagnosis of nasolacrimal duct obstruction. Clin. Nucl. Med. 2012; 37 (6): 609–610.
6. Атькова Е.Л., Бодрова И.В., Белоглазов В.Г., Архипова Е.Н. Исследование слезоотводящих путей с помощью функциональной мультиспиральной компьютерной томографии. Вестн. офтальмол. 2012; 3: 3–6.
7. Атькова Е.Л., Бодрова И.В., Архипова Е.Н., Ставицкая Н.П. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография в диагностике патологии системы слезоотведения. Бюл. сиб. мед. 2012; 11 (5–1): 7–8.
8. Sagili S., Selva D., Malhotra R. Lacrimal Scintigraphy: Interpretation More Art than Science. Orbit. 2012; 31 (2): 77–85.
9. Астахов Ю.С., Новиков С.Н., Чачанидзе Н.Ю. Опыт радионуклеидной визуализации слезоотводящих путей в норме и при патологии. Вестн. офтальмол. 1999; 115 (6): 24–25.
10. Атькова Е.Л., Томашевский И.О., Ярцев В.Д., Смирнов А.М. Оценка диагностической значимости квантитативной лакримальной скинтиграфии: Сборник научных трудов научно-практической конференция по офтальмохирургии с международным участием “Восток-Запад-2013”; Под ред. проф. М.М. Бикбова. Уфа, 2013. 289–290.
11. Chavis R.M., Welham R.A., Maisey M.N. Quantitative lacrimal scintillography. Arch. Ophthalmol. 1978; 96: 2066–2068.
12. Amanat L.A., Hilditch T.E., Kwok C.S. Lacrimal scyntigraphy. III. Physiological aspects of lacrimal drainage. Br. J. Ophthalmol. 1983; 67: 729–732.
13. Hilditch T.E., Kwok C.S., Amanat L.A. Lacrimal scyntigraphy. I. Compartmental analysis of data. Br. J. Ophthalmol. 1983; 67: 713–719.
14. Атькова Е.Л., Томашевский И.О., Лучшев А.И., Ярцев В.Д. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией при исследовании слезоотводящих путей. Первые результаты. Вестн. рентгенол. и радиол. 2014; 2: 26–30.



References

1. Kassel E.E., Schatz C.J. Lacrimal apparatus. In: Som P.M., Curtin H.D., eds. Head and Neck. Imaging. 4th Ed. Mosby: St. Louis, 2003. 655–733.
2. Atkova E.L., Bodrova I.V., Arkhipova E.N. et al. Significance of multispiral computed tomography of lacrimal drainage pathways with different ways of contrasting. Rossiyskiy elektronnyy zhurnal luchevoy diagnostiki. 2012; 2 (2 (6)): 41–42. (in Russian)
3. Tost F., Bruder R. 20 MHz ultrasound diagnosis in chronic canaliculitis. Klin. Monobl. Augenheilkd. 2000; 216 (4): 240–242.
4. Askerova S.M., Smislenova M.V., Aslanov S.D. Clinical and echographic diagnostics of lacrimal system on lacrimal drainage pathways pathology. Ophthalmokirurgiya. 2012; 1: 77–81. (in Russian)
5. Kemeny-Beke A., Szabados L., Barna S. et al. Simultaneous dacryocystography and dacryoscintigraphy using SPECT/CT in the diagnosis of nasolacrimal duct obstruction. Clin. Nucl. Med. 2012; 37 (6): 609–610.
6. Atkova E.L., Bodrova I.V., Beloglazov V.G., Arkhipova E.N. Lacrimal pathways study with functional multispiral computed tomography. Vestnik Oftalmologii. 2012; 3: 3–6. (in Russian)
7. Atkova E.L., Bodrova I.V., Arkhipova E.N., Stavitskaya N.P. Functional multispiral tomography in lacrimal drainage system pathology. Bulliten sibirskoy meditsini. 2012; 11 (5–1): 7–8. (in Russian)
8. Sagili S., Selva D., Malhotra R. Lacrimal Scintigraphy: Interpretation More Art than Science. Orbit. 2012; 31 (2): 77–85.
9. Astakhov Yu. S., Novikov S.N., Chachanisze N.Yu. Experience of radionuclide visualization of lacrimal drainage pathways in norma and pathology. Vestnik Oftalmologii. 1999; 115 (6): 24–25. (in Russian)
10. Atkova E.L., Tomashevskiy I.O., Yartsev V.D., Smirnov A.M. Evaluation of diagnostic significance of quantitative lacrimal scintigraphy. In: annals of scientific works of scientific and practical conference in ophthalmosurgery with international participation “East-West”. Ed. prof. M.M. Bikbov. Ufa, 2013. 289–290. (in Russian)
11. Chavis R.M., Welham R.A., Maisey M.N. Quantitative lacrimal scintillography. Arch. Ophthalmol. 1978; 96: 2066–2068.
12. Amanat L.A., Hilditch T.E., Kwok C.S. Lacrimal scyntigraphy. III. Physiological aspects of lacrimal drainage. Br. J. Ophthalmol. 1983; 67: 729–732.
13. Hilditch T.E., Kwok C.S., Amanat L.A. Lacrimal scyntigraphy. I. Compartmental analysis of data. Br. J. Ophthalmol. 1983; 67: 713–719.
14. Atkova E.L., Tomashevskiy I.O., Luchshev A.I., Yartsev V.D. Single photon emission computed tomography and computed tomography in lacrimal drainage system study. First result. Vestnik rentgenologii i radiologii. 2014; 2: 26–30. (in Russian)