

УДК 617.7-001.31-06:617.72]-073:681.7.015.2

Особенности визуализации структур переднего отдела глаза способом инфракрасной диафаноскопии у пациентов с контузиями глазного яблока

М. Б. Коган, врач-офтальмолог, аспирант

ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В.П.Филатова НАМН Украины»;
Одесса (Украина)

E-mail: mihaikogan2@gmail.com

Актуальность. Контузии глазного яблока возникают вследствие удара тупым предметом и по тяжести занимают второе место после проникающих ранений глазного яблока. Несмотря на совершенствование диагностических технологий, проблема выявления патологии при контузиях глазного яблока остается актуальной.

Цель. Изучить особенности визуализации структур переднего отдела глаза способом инфракрасной транспальпебральной диафаноскопии (ИКТД) у пациентов с контузией глазного яблока.

Материал и методы. Под наблюдением находились 25 первичных пациентов с контузией одного глаза средней или тяжелой степени, парный глаз был интактным. У всех больных были выполнены следующие исследования обоих глаз: визометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, измерение внутриглазного давления, ультразвуковое сканирование переднего и заднего отделов глаза, ультразвуковая эхобиометрия, рентгенологическое исследование, ИКТД.

Результаты. Применение ИКТД у пациентов с контузией глазного яблока позволило выявить повреждения радужной оболочки, хрусталика и склеры, в том числе субконъюнктивальные разрывы склеры. Выявлены более высокие показатели ширины отростчатой части цилиарного тела поврежденных глаз по сравнению с парными интактными глазами.

Выводы. Инфракрасная диафаноскопия у пациентов с контузией глазного яблока позволяет неинвазивно визуализировать различные повреждения структур переднего отрезка глаза, например, прикорневые ириодиализы, надрыв зрачкового края радужки, сублюксацию хрусталика, а также субконъюнктивальные разрывы склеры. У пациентов с контузией глазного яблока наблюдается увеличение размеров отростчатой части цилиарного тела пораженного глаза по сравнению с парными интактными глазами.

Ключевые слова:

контузия глазного яблока, цилиарное тело, инфракрасная диафаноскопия

Актуальность. Травматическое повреждение глазного яблока является одной из наиболее распространенных причин монокулярной слепоты [4]. Контузии глазного яблока возникают вследствие удара тупым предметом и по тяжести занимают второе место после проникающих ранений глазного яблока [15]. Контузия глазного яблока встречается преимущественно у мужчин трудоспособного возраста [8]. Многообразие постконтузионных повреждений органа зрения обусловлено силой и направлением удара, а также особенностями анатомической структуры глаза [15]. Тупая травма глаза зачастую сопровождается повреждением хрусталика, наличием кровоизлияний и воспаления в переднем отделе глаза, а также бывают случаи нарушения целостности внутриглазных структур (сосудистая оболочка, склера) [4, 15]. Стоит отметить, что у больных с подозрением на субконъюнктивальный разрыв склеры проведение контактных диагностических исследований, таких как ультразвуковое сканирование, не желательно, так как существует риск возникновения экспульсивной ятрогенной геморрагии во время проведения исследования [9]. Несмотря на совершен-

ствование диагностических технологий, проблема выявления патологии при контузиях глазного яблока остается актуальной.

В ранее опубликованных работах было продемонстрировано, что способ инфракрасной транспальпебральной диафаноскопии (ИКТД) позволяет визуализировать, оценить расположение и размеры теней структур цилиарного тела на склере [1,2]. Кроме того, у больных с проникающим ранением глазного яблока при помощи диафаноскопии в инфракрасном спектре возможна визуализация теней внутриглазных инородных тел различной природы (металл, камень, дерево), расположенных в проекции структур цилиарного тела, что расширяет возможности предоперационной диагностики таких больных [2, 11]. Учитывая, что ближний инфракрасный свет лучше проникает через ткани человеческого организма [7], в отличие от используемого при биомикроскопии освещения в видимом диапазоне спектра, возникла идея изучения изменений структур переднего отдела глазного яблока в инфра-

красном диапазоне спектра при постконтузионных состояниях.

Цель. Изучить особенности визуализации структур переднего отдела глаза у пациентов с контузией глазного яблока способом транспальпебральной инфракрасной диафаноскопии.

Материал и методы

Работа представляет собой открытое, пилотное, проспективное, неинтервенционное, перекрестное исследование. Исследование проводилось в соответствии с выполнением плановой научно-исследовательской работы (№ государственной регистрации 0119U101215), которое было одобрено биоэтическим комитетом ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В.П.Филатова НАМН Украины». Все исследуемые подписывали информированное согласие.

В работе проводилось исследование возможностей ИКТД в определении повреждений структур глаза при контузии средней и тяжелой степени. Под наблюдением находились 25 первичных пациентов (50 глаз) с контузией одного глаза, парный глаз был интактным. Сроки обращения больных в отделение составляли от 2 до 15 дней от момента травмы. Возраст пациентов был от 30 до 57 лет.

У всех больных на первом этапе диагностики проводились следующие исследования обоих глаз: визометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, измерение внутриглазного давления, ультразвуковое сканирование переднего и заднего отделов глаза, ультразвуковая эхобиометрия, рентгенологическое исследование, цветное фотографирование. У больных с подозрением на субконъюнктивальный разрыв склеры контактные методы диагностики не проводились.

На втором этапе диагностики выполнялась ИКТД. Для визуализации структур переднего отрезка глаза в инфракрасном диапазоне применялось устройство для инфракрасной диафаноскопии с транспальпебральным освещением, состоящее из беспроводного компактного светодиодного инфракрасного осветителя (длина волны 940 нм), монохромной видеокамеры (Blackfly®, FLIR Integrated Imaging Solutions Inc., Canada) с возможностью фокусировки, фото- и видеорегистрации ближнего инфракрасного сигнала [2]. Исследование проводилось без использования местных обезболивающих средств, поскольку применялся транспальпебральный путь освещения. Во время исследования пациент находился в положении сидя. Проводилась фоторегистрация на склере обоих глаз проекции отростчатой части цилиарного тела (*corona ciliaris*) и плоской части цилиарного тела (*pars plana*), ограниченной зубчатой линией. Зарегистрированные при помощи ИКТД повреждения структур глазного яблока сравнивали с обнаруженными классическими методами, такими как биомикроскопия, офтальмоскопия, ультразвуковое сканирование переднего и заднего отделов глаза.

У 23 больных (46 глаз) проводились измерения ширины структур цилиарного тела обоих глаз. Измерения размеров структур цилиарного тела не проводилось у больных с субконъюнктивальным разрывом склеры. Ширина структур цилиарного тела по данным инфракрасной диафаноскопии определялась в четырех зонах: на 12 и 6 часах, а также на 3 и 9 часах условного циферблата. Для определения ширины теней структур цилиарного тела использовался хирургический циркуль. При проведении данной процедуры применялась эпibuльбарная анестезия в виде инстилляций в оба глаза 0,5% раствора проксиметакаина гидрохлорида.

Статистический анализ проводился с использованием пакета StatSoft® Statistica 10.0. Для оценки количественных показателей рассчитывали средние значения (M), стандартное отклонение выборки (SD). Различия сравниваемых средних значений выборок считали значимым при величине $p < 0,05$.

Результаты

При проведении классических диагностических тестов были обнаружены следующие повреждения глазного яблока, а именно: гифема, надрывы зрачкового края, посттравматический мидриаз, иридодиализ в 1-2 квадрантах у 7 пациентов (28%); сублюксация хрусталика у 11 пациентов (44%); люксация хрусталика в стекловидное тело у 5 пациентов (20%), субконъюнктивальные разрывы склеры в переднем отделе у 2 пациентов (8%).

Применение ИКТД у пациентов с контузией глазного яблока также позволило выявить вышеуказанные повреждения радужной оболочки и хрусталика. Исследование удалось провести неинвазивно и быстро у всех пациентов. Например, во всех случаях хорошо визуализировались прикорневые иридодиализы, надрывы зрачкового края, помутнения и сублюксация хрусталика (рис. 1).

Применение ИКТД у 2 пациентов с контузией глазного яблока позволило выявить также субконъюнктивальные разрывы склеры в виде области повышенного пропускания инфракрасного света в проекции разрыва (рис. 2). Следует отметить, что при проведении классических диагностических тестов были обнаружены косвенные признаки разрыва в переднем отделе склеры (гипотония, хемоз конъюнктивы, глубокая передняя камера, гемофтальм) после чего была проведена ревизия склеры в операционной с последующим обнаружением и устранением разрыва склеры.

Передне-задний размер глаз составил от 23 до 24,7 мм. Ширина отростчатой части цилиарного тела поврежденных глаз, в среднем составила $2,5 \pm 0,1$ мм. При этом ширина отростчатой части цилиарного тела парных интактных глаз была значительно меньше и составила в среднем $2,0 \pm 0,1$ мм ($p = 0,01$). Средние показатели размеров структур цилиарного тела в различных зонах цилиарного тела значительно не отличались. Ширина структур цилиарного тела в различных исследуемых зонах поврежденных глаз представлена в таблице 1.

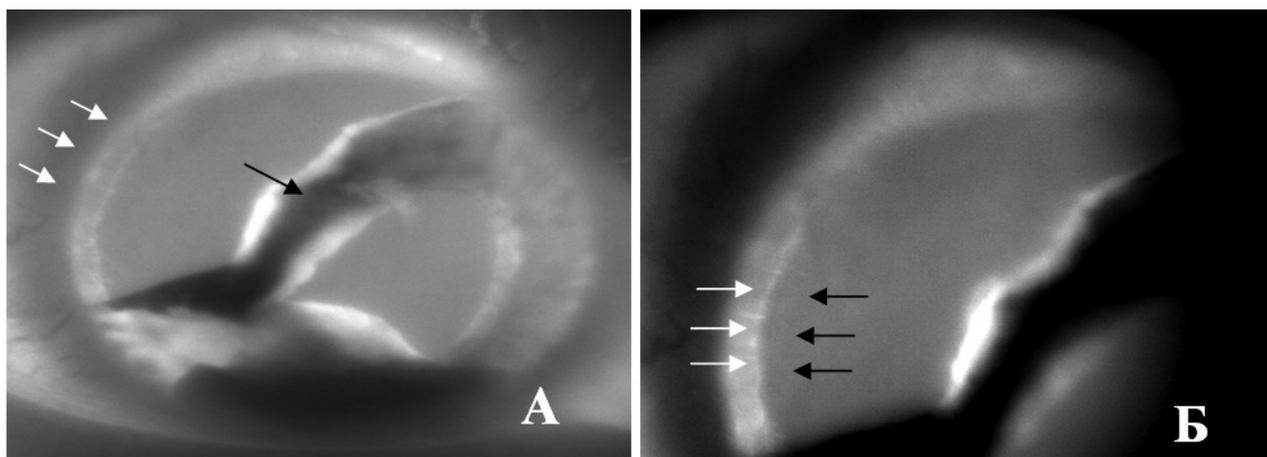


Рис. 1. Фотоизображение, полученное способом ИКТД, у больного с контузией глазного яблока, отрывом радужной оболочки, гифемой. А. Черная стрелка указывает на оторвавшуюся радужную оболочку, а белые - на тень отростчатой части цилиарного тела. Б. Белые стрелки указывают на неповрежденные цинновы связки, а черные - на экваториальный край хрусталика. Сублюксация хрусталика не определяется.

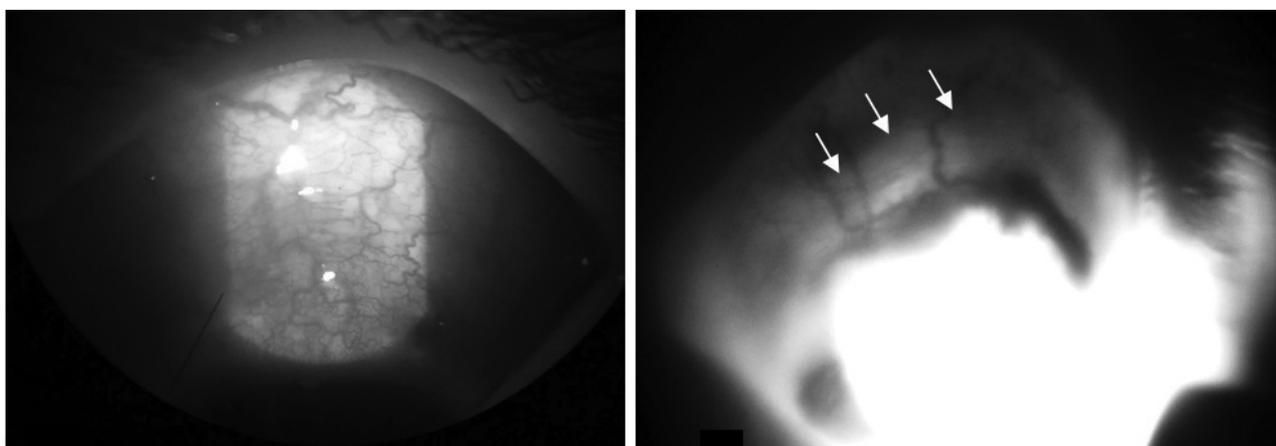


Рис. 2 А. Цветное фото глаза с контузией глазного яблока, субконъюнктивальным разрывом склеры (в переднем отделе) и выпадением внутриглазных оболочек под конъюнктиву, субконъюнктивальным кровоизлиянием. Б. На фотографии, полученной способом ИКТД, в проекции субконъюнктивального разрыва склеры определяется зона повышенного пропускания ИК излучения (указана стрелками). Тень цилиарного тела не визуализируется из-за массивного субконъюнктивального кровоизлияния

Таблица 1. Ширина структур цилиарного тела глаз с контузией глазного яблока

	9 ч	6 ч	3 ч	12 ч
Ширина плоской части цилиарного тела, мм	4,01±0,7	4,05±0,7	3,97±0,6	4,03±0,7
Ширина отростчатой части цилиарного тела, мм	2,51±0,1	2,48±0,1	2,53±0,1	2,49±0,1

Примечание. В таблице представлены средние значения и их стандартные отклонения ($M \pm SD$). Значимость отличий между исследуемыми секторами ($p > 0,05$).

Обсуждение

Диафаноскопия в видимом диапазоне спектра известна в офтальмологии уже давно и применяется для определения границ цилиарного тела или внутриглазных опухолей, расположенных в переднем отрезке глаза. Эта методика используется также для точного расположения радиоактивного аппликатора при про-

ведении эписклеральной брахитерапии у больных с внутриглазными новообразованиями [6, 14]. Для просвечивания глазного яблока в видимом диапазоне спектра необходимо использовать транскорнеальный или транссклеральный путь освещения.

Рядом авторов были отмечены преимущества использования для диафаноскопии ближнего инфракрас-

ного диапазона спектра [7, 12, 13]. Например, известно, что ближний инфракрасный свет лучше проникает сквозь ткани человеческого организма, чем свет видимого диапазона спектра. Используя невидимый инфракрасный диапазон спектра, просвечивание глазного яблока можно производить не только через роговицу и склеру, но даже через веко пациента, что имеет ряд преимуществ. Поскольку в исследовании применяется просвечивание глазного яблока через веко, нет необходимости использования местной анестезии. В отличие от классической диафаноскопии в видимом диапазоне спектра, применение ИКТД исключает слепящее, раздражающее воздействие света, так как ближний инфракрасный спектр излучения является невидимым для человеческого глаза, что безусловно является одним из преимуществ использования данного освещения в диагностике пациентов с посттравматической патологией. Отсутствие контакта осветителя со склерой и роговицей, в отличие от классической диафаноскопии, позволяет исключить инфекционные осложнения и травматизацию этих глазных структур вследствие компрессии, что особенно важно при травматических повреждениях глаза. В нашем исследовании диагностику удалось выполнить быстро, комфортно и безопасно у всех больных [2, 18].

Субконъюнктивальный разрыв склеры является трудно диагностируемой посттравматической патологией глазного яблока. Основными проявлениями субконъюнктивального разрыва склеры являются низкое внутриглазное давление, хемоз конъюнктивы, глубокая передняя камера и гемофтальм, которые в ранний период после травмы могут и не проявляться [9, 3, 17]. При наличии подозрения на субконъюнктивальное повреждение склеры рекомендуется проводить ревизию склеры с целью возможного выявления разрыва [15]. Стоит отметить, что проведение контактных диагностических исследований, таких как ультразвуковое сканирование, не желательно, так как при наличии разрыва в склере есть риск выпадения в него сосудистой оболочки, сетчатки или стекловидного тела [9]. В нашем исследовании у всех больных с контузией глазного яблока удалось неинвазивным способом ИКТД зарегистрировать различные посттравматические повреждения переднего отдела глаза, в частности субконъюнктивальные разрывы склеры, по причине повышенного пропускания инфракрасного излучения в проекции разрыва. Были визуализированы трудно диагностируемые повреждения радужной оболочки и хрусталика, а также и те, которые не составляет труда определить при осмотре за щелевой лампой.

При помощи инфракрасной транспальпебральной диафаноскопии удалось визуализировать повреждение структур переднего отрезка глаза при нарушении прозрачности оптических сред, например, при помутнениях роговицы. Это можно объяснить повышенной проникающей способностью излучения инфракрасного диапазона спектра по сравнению с более коротковол-

новым излучением видимого спектрального диапазона. Стоит отметить, что тонкий слой крови у пациентов с субконъюнктивальными кровоизлияниями не являлся препятствием для визуализации внутриглазных структур в инфракрасном свете. Однако наличие массивных субконъюнктивальных кровоизлияний может ограничивать возможность визуализации. Так, в нашем исследовании не удалось визуализировать тень плоской и отростчатой частей цилиарного тела во всех квадрантах у двух пациентов из-за экранирующего эффекта крови по отношению к инфракрасному излучению.

Известно, что морфометрические характеристики сосудистой оболочки зависят от размера глаза. Например, толщина хориоидеи в макуле по данным оптической когерентной томографии имеет обратную связь с передне-задним размером глаза. При увеличении длины глаза регистрируется уменьшение толщины хориоидеи в заднем полюсе [16]. В литературе имеются также данные о связи размеров структур цилиарного тела и длины глаза [1, 5, 10]. Результаты измерений структур цилиарного тела парных интактных глаз, полученные в нашей работе, согласуются с опубликованными ранее данными с учетом показателей передне-заднего размера глаз [1].

В нашем исследовании у всех исследуемых больных ширина отростчатой части цилиарного тела поврежденных глаз оказалась выше по сравнению с парными интактными глазами, что, по нашему мнению, может быть обусловлено наличием посттравматического отека цилиарного тела вследствие контузии.

Выводы

Инфракрасная диафаноскопия у пациентов с контузией глазного яблока позволяет неинвазивно визуализировать различные повреждения структур переднего отрезка глаза, например, прикорневые ириодиализы, надрыв зрачкового края радужки, сублюксацию хрусталика, а также субконъюнктивальные разрывы склеры, за счет изменения особенностей поглощения и пропускания инфракрасного излучения этими структурами.

У пациентов с контузией глазного яблока наблюдается увеличение размеров отростчатой части цилиарного тела пораженного глаза по сравнению с парными интактными глазами, что может свидетельствовать о наличии посттравматического отека структур цилиарного тела.

Литература

1. **Задорожный О.С.** Размеры структур цилиарного тела при регматогенной отслойке сетчатки в зависимости от длины глаза / О.С. Задорожный, Алибет Яссин, А.С. Криворучко, Г. В. Левицкая, Н.В. Пасечникова // Офтальмол. журн. – 2017. – №6. – С. 32-35.
2. **Коган М.Б.** Визуализация внутриглазных инородных тел, расположенных в проекции цилиарного тела, способом инфракрасной диафаноскопии / М.Б. Коган, О.С. Задорожный, О.С. Петрецакая, Т.А. Красновид, А.Р. Король,

- Н.В. Пасечникова // Офтальмол. журн. – 2019. – №4. – С. 23-27.
3. **Cherry P.M.** Indirect traumatic rupture of the globe / P.M. Cherry // Arch Ophthalmol – 1978. – Vol 96. – P. 252-256.
 4. **Erikotola O.O.** Ocular trauma: classification, management and prognosis / O.O. Erikotola, S.M. Shahid, S. Waqar, S.A. Hewick // Brit J Hosp Med – 2013. – Vol. 74. – P. 108-111.
 5. **Hairston R.J.** Morphometric analysis of pars plana development in humans / R.J. Hairston, A.M. Maguire, S. Vitale // Retina – 1997. – Vol. 17(2). – P. 135-138.
 6. **Krohn J.** Transillumination for accurate placement of radioactive plaques in brachytherapy of choroidal melanoma / J. Krohn, J. H. Seland, O. R. Monge // Am. J. Ophthalmol. – 2001. – Vol. 132. – P. 418-419.
 7. **Krohn J.** Near-infrared transillumination photography of intraocular tumours / J. Krohn, E. Ulltang, B. Kjersem // Br. J. Ophthalmol. – 2013. – Vol. 97. – P. 1244-1246.
 8. **Maiya A.S.** Clinical profile of ocular blunt trauma in a rural hospital / A.S. Maiya, A.M. Dharmesh, R.J. Jayaram // Clin Ophthalmol Res – 2018. – Vol. 6. – P. 3-7.
 9. **Navon S.E.** Management of the ruptured globe / S.E. Navon // Int Ophthalmol Clin – 1995. – Vol. 35. – P. 71-91.
 10. **Oliveira C.** Ciliary body thickness increases with increasing axial myopia / C. Oliveira, C. Tello, J.M. Liebmann // Am. J. Ophthalmol. – 2005. – Vol. 140(2). – P. 324-325.
 11. **Pasyechnikova N.** Digital imaging of the fundus with long-wave illumination / N. Pasyechnikova, V. Naumenko, A. Korol, O. Zadorozhnyy // Klinika oczna – 2009. – Vol. 1-3. – P. 18-20.
 12. **Saari M.** Fluorescein angiography and infra-red transillumination stereo technique for studying the ciliary body and iris / M. Saari, H. Nieminen // In: Proceedings of the 5th Congress of the European Society of Ophthalmology. – 1976. – P. 46.
 13. **Saari M.** Infrared transillumination stereophotography of normal iris / M. Saari, I. Vuorre, H. Nieminen // Can J Ophthalmol. – 1977. – Vol.12. – P. 308-311.
 14. **Thomson E. S.** The Sachs lamp for transillumination of the eye / E. S. Thomson // Trans. Am. Ophthalmol. Soc. – 1905. – Vol. 10. – P. 456-460.
 15. **Yucel O.** Clinical characteristics and prognostic factors of scleral rupture due to blunt ocular trauma / O. Yucel, S. Demir, L. Niyaz // Eye – 2016. – Vol. 30. – P. 1606-1613.
 16. **Wei W.B.** Subfoveal choroidal thickness: the Beijing Eye Study / W.B. Wei, L. Xu, J.B. Jonas, et al. // Ophthalmology. – 2013. – Vol. 120. – P. 175-180.
 17. **Weissman J.L.** Enlarged anterior chamber: CT finding of a ruptured globe / J.L. Weissman, R.L. Beatty, W.L. Hirsch, H.D. Curtin // AJNR Am J Neuroradiol – 1995 – Vol. 16. – P. 936-938.
 18. **Zadorozhnyy O.** Ciliary body imaging with transpalpebral near-infrared transillumination (Pilot study) / O. Zadorozhnyy, A. Korol, A. Nevskaya, T. Kustryn, N. Pasyechnikova // Klinika oczna – 2016. – Vol. 3. – P. 184-186.

Автори заявляють об відсутності конфлікту інтересів, котрі могли б впливати на їхню думку щодо предмета або матеріалів, описаних у цій рукописі.

Поступила 24.02.2020

Особливості візуалізації структур переднього відділу ока способом інфрачервоної діафаноскопії у пацієнтів з контузіїми очного яблука

Коган М. Б.

ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМН України; Одеса (Україна)

Актуальність. Контузії очного яблука виникають внаслідок удару тупим предметом і по тяжкості займають друге місце після проникаючих поранень очного яблука. Незважаючи на вдосконалення діагностичних технологій, проблема виявлення патології при контузії очного яблука залишається актуальною.

Мета. Вивчити особливості візуалізації структур переднього відділу ока способом інфрачервоної транспальпебральної діафаноскопії (ІЧТД) у пацієнтів з контузіїєю очного яблука.

Матеріал і методи. Під наглядом перебувало 25 первинних пацієнтів з контузіїєю одного ока середнього або важкого ступеня, парні очі були інтактні. У всіх хворих були виконані наступні дослідження обох очей: візометрія, біомікроскопія, офтальмоскопія, вимірювання внутрішньоочного тиску, ультразвукове сканування переднього і заднього відділів ока, ультразвукове ехобіометрія, рентгенологічне дослідження, ІЧТД.

Результати. Застосування ІЧТД у пацієнтів з контузіїєю очного яблука дозволило виявити пошкодження райдужної оболонки, кристаліка і склери, в тому числі субкон'юнктивальні розриви склери. Виявлено більш високі показники ширини відростчастої частини циліарного тіла пошкоджених очей в порівнянні з парними інтактними очима.

Висновки. Інфрачервона діафаноскопія у пацієнтів з контузіїєю очного яблука дозволяє неінвазивно візуалізувати різні пошкодження структур переднього відділу ока, наприклад, прикореневі іридодіалізи, надризи знічного краю райдужної оболонки, сублюксація кристаліка, а також субкон'юнктивальні розриви склери. У пацієнтів з контузіїєю очного яблука спостерігається збільшення розмірів відростчастої частини циліарного тіла пошкоджених очей в порівнянні з парними інтактними очима.

Ключові слова: контузії очного яблука, циліарне тіло, інфрачервона діафаноскопія