

Сравнительное исследование результатов визуализации угла передней камеры глаза при заболевании его первичного закрытия и при первичной открытоугольной глаукоме

Н.И. Курышева^{1,2}Г.А. Шарова^{1,3}В.Н. Трубилин^{2,4}

¹ Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации —
«Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства России
ул. Живописная, 46, корп. 8, Москва, 123098, Российская Федерация

² Консультативно-диагностический отдел Центра офтальмологии ФГБУ «Государственный научный центр
Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

³ ООО «Глазная клиника доктора Беликовой»
пр. Буденного, 26, корп. 2, Москва, 105118, Российская Федерация

⁴ Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов
медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(2):360–367

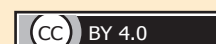
Цель исследования: сравнить параметры иридо trabecularного контакта (ИТК) у пациентов с заболеванием первичного закрытия угла (ЗПЗУ) и первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) на основе данных SS-OCT, а также изучить их взаимосвязь с другими клинично-анатомическими параметрами. **Пациенты и методы.** В ретроспективном исследовании проанализированы данные 89 пациентов в возрасте от 32 до 89 лет: 43 пациента с ЗПЗУ, 25 с ПОУГ и 21 из группы контроля. Всем участникам выполнена оптическая когерентная томография переднего отрезка глаза на SS-OCT «CASIA2» (Tomey Corporation, Nayoga, Япония), включая оценку индекса (ITC Index) и площади ИТК (ITC Area). **Результаты.** Параметры ИТК при ЗПЗУ были достоверно выше, чем при ПОУГ и в контроле. ITC Index = $45,40 \pm 21,80$ % и ITC Area = $5,81 \pm 3,90$ мм² в группе ЗПЗУ против $0,01 \pm 0,03$ % и $0,10 \pm 0,37$ мм² при ПОУГ соответственно и против $0,05 \pm 0,11$ % и $0,56 \pm 1,17$ мм² в контроле соответственно, все $p = 0,00$. Значения ITC Index, а также ITC Area при ПОУГ и в контроле были сопоставимы, $p = 0,21$ и $p = 0,25$ соответственно. Выявлена взаимосвязь ITC Index и ITC Area при ЗПЗУ с глубиной передней камеры ($r = -0,42$, $p = 0,01$ и $r = -0,43$, $p = 0,00$ соответственно), высотой свода хрусталика ($r = 0,35$, $p = 0,02$ и $r = 0,36$, $p = 0,02$ соответственно), его толщиной ($r = 0,47$, $p = 0,01$ и $r = 0,44$, $p = 0,01$ соответственно) и количеством гипотензивных препаратов ($r = 0,63$, $p = 0,01$ и $r = 0,68$, $p = 0,01$ соответственно). В группах ПОУГ и контроля корреляций не выявлено. **Заключение.** Высокие значения параметров ИТК и их корреляции с другими клинично-анатомическими параметрами при ЗПЗУ по сравнению с таковыми при ПОУГ свидетельствуют о роли топографии переднего отрезка глаза в формировании ведущих механизмов закрытия угла передней камеры.

Ключевые слова: иридо trabecularный контакт, заболевание первичного закрытия угла; первичная открытоугольная глаукома; оптическая когерентная томография SS-OCT, CASIA2

Для цитирования: Курышева Н.И., Шарова Г.А., Трубилин В.Н. Сравнительное исследование результатов визуализации угла передней камеры глаза при заболевании его первичного закрытия и при первичной открытоугольной глаукоме. *Офтальмология*. 2025;22(2):360–367. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-360-367>

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

Конфликт интересов отсутствует.

**Н.И. Курышева, Г.А. Шарова, В.Н. Трубилин**Контактная информация: Шарова Галина Арнадьевна galina.shar@mail.ru

The Comparative Study of the Results of Visualization of the Anterior Chamber Angle of the Eye in the Primary Angle Closure Disease and Primary Open Angle Glaucoma

N.I. Kuryшева^{1,2}, G.A. Sharova^{1,3}, V.N. Trubilin^{2,4}

¹ Department of Eye Diseases at the Medical Biological University of Innovations and Continuing Education of Federal Biophysical Center named after A.I. Burnazyan
Zhipovishnaya str., 46, bld. 8, Moscow, 123098, Russian Federation

² Diagnostic Department of Ophthalmological Center of Federal Medical-Biological Agency
Gamalei str. 15, Moscow, 123098, Russian Federation

³ Ophthalmology Clinic of Dr. Belikova
Budenny Ave., 26/2, Moscow, 105118, Russian Federation

⁴ Academy of Postgraduate Education of Federal Medical and Biological Agency
Volokolamskoye highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):360-367

Purpose. To compare the iridotrabecular contact (ITC) parameters in patients with primary angle closure disease (PACD) and primary open angle glaucoma (POAG) based on SS-OCT data, and examine their relationship with other clinical and anatomical parameters. **Patients and methods.** The retrospective study analyzed the data of 89 patients aged 32 to 89 years: 43 patients with PACD, 25 with POAG, and 21 controls. All participants underwent optical coherence tomography of the anterior segment of the eye using the SS-OCT "CASI2" (Tomey Corporation, Nayoga, Japan), including assessment of the ITC Index and ITC Area. **Results.** ITC parameters in PACD were significantly higher than in POAG and controls. ITC Index = 45.40 ± 21.80 % and ITC Area = 5.81 ± 3.90 mm² in the POAG group versus 0.01 ± 0.03 % and 0.1 ± 0.37 mm² in POAG, respectively, and versus 0.05 ± 0.11 % and 0.56 ± 1.17 mm² in the control, respectively, all $p = 0.00$. The values of ITC Index, as well as ITC Area in POAG and control were comparable, $p = 0.21$ and $p = 0.25$, respectively. A relationship was found between ITC Index and ITC Area in case of PACD with the depth of the anterior chamber ($r = -0.42$, $p = 0.01$ and $r = -0.43$, $p = 0.00$, respectively), the lens vault ($r = 0.35$, $p = 0.02$ and $r = 0.36$, $p = 0.02$, respectively), its thickness ($r = 0.47$, $p = 0.01$ and $r = 0.44$, $p = 0.01$, respectively) and the number of antihypertensive drugs ($r = 0.63$, $p = 0.01$ and $r = 0.68$, $p = 0.01$, respectively). No correlations were found in the POAG and control groups. **Conclusion.** The high values of the parameters of the ITC and their correlation with other clinical and anatomical parameters in PACD compared with those in POAG indicate the role of the topography of the anterior segment of the eye in the formation of the leading mechanisms for the anterior angle closure.

Keywords: iridotrabecular contact, primary angle closure disease, primary open angle glaucoma, optical coherence tomography SS-OCT, CASIA2

For citation: Kuryшева N.I., Sharova G.A., Trubilin V.N. The Comparative Study of the Results of Visualization of the Anterior Chamber Angle of the Eye in the Primary Angle Closure Disease and Primary Open Angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2): 360-367. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-360-367>

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

There is no conflict of interests.

Основополагающим моментом в дифференциальной диагностике первичной закрытоугольной (ПЗУГ) и открытоугольной глаукомы (ПОУГ) является оценка параметров угла передней камеры (УПК). Безусловно, для ПЗУГ характерен закрытый УПК в отличие от ПОУГ, хотя некоторые авторы рассматривают и комбинированный вариант (механизм) глаукомы [1].

Одной из наиболее важных характеристик УПК является наличие иридоотрабечулярного контакта (ИТК), что со временем приводит к формированию гониосинехий и органической блокаде оттока внутриглазной жидкости [2]. Указанный механизм характерен для заболевания первичного закрытия угла передней камеры глаза (ЗПЗУ). Для ПОУГ данный феномен не типичен, за исключением случаев, когда открытый УПК (трабекула просматривается по всей окружности) изначально узкий [3].

«Золотым стандартом» визуализации по-прежнему остается гониоскопия, на основании которой определяется подозрение на первичное закрытие угла (ППЗУ), собственно первичное закрытие угла (ПЗУ) и ПЗУГ [4]. Данный метод сопряжен как с необходимостью контакта поверхности глаза с гониолинзой, так и с ошибками интерпретации результатов [5]. Диагностика ЗПЗУ с помощью оптической когерентной томографии переднего отрезка глаза (AS-OCT) с переменной длиной волны (Swept Source, SS-OCT) существенно снижает нагрузку на медицинский персонал [6]. Эффективность SS-OCT переднего отрезка сопоставима как с ультразвуковой биомикроскопией [7, 8], так и с гониоскопией [9] и даже превышает последнюю [10].

Стоит отметить, что в настоящее время вектор исследований направлен на выявление и оценку лечения

глаукомы с помощью методов визуализации, таких как SS-OCT, включая технологии искусственного интеллекта [11–13].

Исследование ИТК и его взаимосвязей с другими клинико-анатомическими параметрами у пациентов с ЗПЗУ и ПОУГ важно для изучения патогенеза данных заболеваний. Известно, что пациенты с ЗПЗУ имеют топографические особенности переднего сегмента глаза, отличающие их от больных с ПОУГ и здоровых лиц [14–16]. Кроме того, увеличенные параметры ИТК ассоциированы с малыми размерами шлеммова канала при ЗПЗУ [17]. Однако данные литературы о параметрах ИТК при ЗПЗУ в сравнительном с ПОУГ аспекте отсутствуют в силу того, что метод определения ИТК появился относительно недавно.

Цель — сравнить параметры ИТК у пациентов ЗПЗУ и ПОУГ на основе данных SS-OCT, а также изучить их взаимосвязь с другими клинико-анатомическими параметрами.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами, заложенными Хельсинкской декларацией и отраженными в правилах качественной клинической практики (GCP) и нормативных требованиях.

В исследование были включены 89 пациентов в возрасте от 32 до 89 лет, обследованных с сентября по ноябрь 2023 года.

Критерии включения: пациенты с ПЗУ, ПЗУГ и ПОУГ начальной стадии и здоровые лица с отсутствием сопутствующей патологии органа зрения. Диагноз ПЗУ констатировали в случае закрытого УПК (если при гониоскопии задняя пигментированная часть трабекулярной сети не просматривалась по меньшей мере на 180° при взгляде пациента прямо) в сочетании с повышенным ВГД и/или периферическими передними гониосинехиями, но без глаукомной оптической нейропатии (ГОН) [4]. При наличии последней диагностировали ПЗУГ. В случае сочетания открытого УПК не менее чем в 180° с ГОН диагностировали ПОУГ. ГОН определяли с помощью стандартной автоматической периметрии и оптической когерентной томографии (ОКТ) заднего отрезка глаза.

В исследование включали пациентов с прозрачным хрусталиком либо с начальными помутнениями согласно классификации LOCS III (Lens Opacities Classification System) в ядре до NC2 (Nuclear Color/ Opalescence) и/или в кортексе до C2 (Cortical) и/или вдоль задней капсулы до P2 (Posterior Subcapsular) на основании данных биомикроскопии [18].

Критерии исключения: недостаточно прозрачные оптические среды глаза, отсутствие устойчивой фиксации, медикаментозный миоз, хирургические операции на органе зрения в анамнезе, кроме ПЛИТ, наличие нейродегенеративных, хронических системных аутоиммунных заболеваний, сахарного диабета. В исследование

не включали пациентов с диаметром зрачка <3,0 мм в мезопических условиях, а также больных, использующих лекарственные препараты, вызывающие сужение зрачка.

Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием всем пациентам была выполнена SS-OCT переднего отрезка («CASIA2», Tomey Corporation, Nayoga, Япония).

Описание основных параметров передней камеры AS-OCT, включая УПК, освещено нами ранее [19], а также в исследованиях других авторов [20]. Для аналитики использовался протокол сканирования Glaucoma angle analysis (STAR 360°).

На SS-OCT переднего отрезка исследовались следующие параметры: центральная толщина роговицы (central corneal thickness, CCT), глубина передней камеры (anterior chamber depth, ACD), ее ширина, объем и площадь (anterior chamber width, (ACW), anterior chamber volume (ACV), anterior chamber area (ACA) соответственно), толщина хрусталика (lens thickness, LT) и высота его свода (lens vault, LV).

Для оценки иридотрабекулярного контакта использовались два параметра. Первый — индекс ИТК (iridotrabecular contact index, ITC Index) как отношение протяженности ИТК (в градусах) проксимальнее склеральной шпоры ко всей измеренной окружности (без экранизации средами значение составляет 360°), выраженное в процентах. Второй — площадь ИТК (iridotrabecular contact area, ITC Area) как площадь соприкосновения радужки с задней поверхностью роговицы проксимальнее склеральной шпоры.

В назальном и темпоральном секторах на дистанциях в 250, 500 и 750 мкм от склеральной шпоры исследовались следующие параметры УПК: дистанция открытия угла (angle opening distance, AOD250, AOD500 и AOD750 соответственно), площадь иридо-трабекулярного пространства (trabecular iris space area, TISA250, TISA500 и TISA750 соответственно), площадь угла передней камеры (ARA250, ARA500 и ARA750 соответственно) и иридотрабекулярный угол (trabecular iris angle, TIA250, TIA500, TIA750 соответственно).

Дополнительно на «CASIA2» определяли объем роговицы и радужки (cornea volum (CVol) и iris volum (Ivol) соответственно), диаметр зрачка (pupil diameter, PD).

С помощью ультразвукового биометра Accutome A-Scan Plus, («Accutome», США) измерялись: аксиальная длина глаза (axial length, AL) и глубина витреальной камеры (vitreal chamber depth, VCD) [21].

Тонометрия проводилась с помощью анализатора биомеханических свойств глаза Ocular Response Analyzer (ORA; «Reichert Technologies», США), определялось роговично-компенсированное внутриглазное давление (ВГДрк).

Исследовался только один глаз пациента. Если оба глаза подходили для исследования, включали правый глаз.

МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Для проверки однородности всех групп применялся критерий Краскела — Уоллиса с поправкой Р. Имана и Дж. Давенпорта. Для сравнения между группами использовался критерий О. Дани. Расчет коэффициента корреляции проводился по Спирмену. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась на языке Python с использованием библиотеки SciPy. Показатели со значением p -value < 0,05 считали статистически значимыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В соответствии с принятыми критериями включения/невключения проанализированы результаты обследования 43 больных с ЗПЗУ, 25 с ПОУГ и 21 из группы контроля.

Исследуемые группы были сопоставимы по возрасту, полу, диаметру зрачка, толщине и объему роговицы, объему радужки, остроте зрения с коррекцией и без, ширине передней камеры, значениям ВГД, но отличались по параметрам, представленным в таблицах 1 и 2.

Группа ЗПЗУ достоверно отличалась как от группы ПОУГ, так и от контроля значениями периметрических индексов, короткой длиной глаза, уменьшенными параметрами передней и витреальной камер, увеличенными толщиной, высотой свода хрусталика и параметрами ИТК (табл. 1), а также более низкими значениями параметров УПК в назальных и темпоральных секторах (табл. 2).

Группа с ПОУГ отличалась от ЗПЗУ увеличенным количеством гипотензивных препаратов (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика клинико-анатомических параметров исследуемых групп

Table 1. Comparative characteristics of clinical and anatomical parameters of the studied groups

Параметры / Parameters	ЗПЗУ / PACD (n = 43)	ПОУГ / POAG (n = 25)	Контроль / Control (n = 21)	p-value*	p-value**
Номер группы / Number of group	1	2	3		
Возраст, годы / Age, years	67,9 ± 9,3	62,6 ± 13,0	67,2 ± 8,4	0,41	—
Пол (м/ж) / Gender (male/female)	20/23	10/15	9/11	0,49	—
ССТ мкм / μm	543 ± 33	547 ± 27	543 ± 39	0,73	—
ВГДрк, мм рт. ст. / IOPcc, mmHg	18,6 ± 6,4	20,3 ± 6,5	19,5 ± 3,0	0,31	—
Количество гипотензивных препаратов / Number of medicines	0,51 ± 0,80	1,08 ± 0,81	—	0,04	$p_{1-2} = 0,04$
ПЛИТ / LPI, %	25% (11 [^] /43)	—	—	—	—
НКОЗ / UDVA	0,51 ± 0,32	0,43 ± 0,35	0,28 ± 0,23	0,14	—
МКОЗ / CDVA	0,80 ± 0,29	0,73 ± 0,23	0,63 ± 0,28	0,21	—
MD, dB	-3,27 ± 6,6	-4,88 ± 5,82	-1,22 ± 1,42	0,01	$p_{1-2} = 0,04; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,00$
PSD, dB	2,65 ± 2,47	3,17 ± 2,67	1,93 ± 1,02	0,03	$p_{1-2} = 0,04; p_{1-3} = 0,04; p_{2-3} = 0,01$
AL, мм / mm	22,75 ± 0,81	23,56 ± 1,04	24,41 ± 1,29	0,02	$p_{1-2} = 0,02; p_{1-3} = 0,02; p_{2-3} = 0,08$
ACD, мм / mm	2,34 ± 0,46	3,87 ± 0,56	3,83 ± 0,36	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,01; p_{2-3} = 0,67$
ACW, мм / mm	11,71 ± 0,31	11,83 ± 0,34	11,3 ± 2,23	0,37	—
ACA, мм ² / mm ²	16,94 ± 3,98	21,04 ± 3,75	22,03 ± 4,00	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,01; p_{2-3} = 0,73$
ACV, мм ³ / mm ³	108,11 ± 26,90	141,38 ± 31,60	143,65 ± 18,20	0,00	$p_{1-2} = 0,04; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,90$
VCD, мм / mm	15,17 ± 2,57	16,12 ± 1,33	16,27 ± 1,21	0,00	$p_{1-2} = 0,04; p_{1-3} = 0,00; p_{2-3} = 0,60$
LT, мм / mm	4,79 ± 0,37	4,52 ± 0,43	4,37 ± 0,44	0,00	$p_{1-2} = 0,01; p_{1-3} = 0,01; p_{2-3} = 0,48$
LV, мм / mm	0,68 ± 0,40	0,39 ± 0,28	0,31 ± 0,30	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,01; p_{2-3} = 0,55$
ITC Index (%)	45,4 ± 21,80	0,01 ± 0,03	0,05 ± 0,11	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,00; p_{2-3} = 0,21$
ITC Area, мм ² / mm ²	5,81 ± 3,90	0,10 ± 0,37	0,56 ± 1,17	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,00; p_{2-3} = 0,25$
Cvol, мм ³ / mm ³	89,21 ± 5,67	91,22 ± 6,68	89,19 ± 5,62	0,07	—
lvol, мм ³ / mm ³	35,54 ± 5,24	35,60 ± 4,18	35,48 ± 4,79	0,95	—
PD, мм / mm	4,12 ± 1,05	4,63 ± 0,80	4,80 ± 1,17	0,63	—

Примечание: приведены средние значения и стандартное отклонение; * p -value между всеми группами; ** p -value между каждой из независимых групп; p -value < 0,05 указаны жирным шрифтом; [^] — количество глаз с периферической лазерной иридотомией (ПЛИТ) в анамнезе; НКОЗ — некорригированная острота зрения; МКОЗ — максимально корригированная острота зрения; MD — среднее отклонение; PSD — паттерн «стандартное отклонение»; прочерки свидетельствуют об отсутствии достоверности различий между сравниваемыми группами.

Note: the table shows the mean values and standard deviation; * p -value between all groups; ** p -value — p -value between each of the independent groups; p -values of < 0.05 are in bold; PACD — primary angle closure disease; POAG — primary open angle glaucoma; [^] — number of eyes with laser peripheral iridotomy (LPI); UDVA — uncorrected distance visual acuity; CDVA — corrected distance visual acuity; LPI — laser peripheral iridotomy; MD — mean deviation; PSD — pattern standard deviation; dashes indicate a lack of the significant difference between the compared groups.

Таблица 2. Сравнительная характеристика параметров угла передней камеры в исследуемых группах**Table 2.** Comparative characteristics of the anterior chamber angle parameters in the study groups

Параметры / Parameters	ЗПЗУ / PACD (n = 43)	ПОУГ / POAG (n = 25)	Контроль / Control (n = 21)	p-value*	p-value**
Номер группы / Group number	1	2	3		
Темпоральный сектор / Temporal sector					
AOD250, мм / mm	0,14 ± 0,09	0,30 ± 0,09	0,32 ± 0,23	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,02; p_{2-3} = 0,73$
AOD500, мм / mm	0,22 ± 0,12	0,41 ± 0,16	0,45 ± 0,32	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,94$
AOD750, мм / mm	0,31 ± 0,18	0,58 ± 0,24	0,62 ± 0,39	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,02; p_{2-3} = 0,94$
ARA250, мм ² / mm ²	0,04 ± 0,03	0,08 ± 0,03	0,09 ± 0,05	0,00	$p_{1-2} = 0,01; p_{1-3} = 0,02; p_{2-3} = 0,71$
ARA500, мм ² / mm ²	0,09 ± 0,05	0,17 ± 0,06	0,19 ± 0,13	0,00	$p_{1-2} = 0,01; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,77$
ARA750, мм ² / mm ²	0,16 ± 0,08	0,30 ± 0,11	0,32 ± 0,21	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,04; p_{2-3} = 0,72$
TISA250, мм ² / mm ²	0,04 ± 0,03	0,06 ± 0,02	0,07 ± 0,05	0,00	$p_{1-2} = 0,04; p_{1-3} = 0,04; p_{2-3} = 0,61$
TISA500, мм ² / mm ²	0,10 ± 0,09	0,18 ± 0,13	0,17 ± 0,12	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,46$
TISA750, мм ² / mm ²	0,15 ± 0,09	0,28 ± 0,10	0,30 ± 0,21	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,00; p_{2-3} = 0,67$
TIA250, (°)	19,37 ± 10,04	36,07 ± 8,19	36,29 ± 17,80	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,00; p_{2-3} = 0,71$
TIA500, (°)	17,80 ± 8,56	32,11 ± 9,78	31,84 ± 15,73	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,77$
TIA750, (°)	18,07 ± 9,28	31,91 ± 9,87	32,03 ± 14,28	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,91$
Назальный сектор / Nasal sector					
AOD250, мм / mm	0,18 ± 0,11	0,29 ± 0,11	0,33 ± 0,27	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,00; p_{2-3} = 0,75$
AOD500, мм / mm	0,26 ± 0,13	0,41 ± 0,15	0,47 ± 0,29	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,84$
AOD750, мм / mm	0,35 ± 0,16	0,57 ± 0,20	0,62 ± 0,34	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,01; p_{2-3} = 0,99$
ARA250, мм ² / mm ²	0,06 ± 0,04	0,08 ± 0,04	0,09 ± 0,06	0,00	$p_{1-2} = 0,02; p_{1-3} = 0,01; p_{2-3} = 0,73$
ARA500, мм ² / mm ²	0,11 ± 0,06	0,17 ± 0,07	0,19 ± 0,13	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,00; p_{2-3} = 0,83$
ARA750, мм ² / mm ²	0,19 ± 0,09	0,29 ± 0,11	0,33 ± 0,21	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,04; p_{2-3} = 0,96$
TISA250, мм ² / mm ²	0,04 ± 0,03	0,06 ± 0,03	0,07 ± 0,05	0,00	$p_{1-2} = 0,01; p_{1-3} = 0,04; p_{2-3} = 0,73$
TISA500, мм ² / mm ²	0,12 ± 0,02	0,15 ± 0,06	0,17 ± 0,12	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,86$
TISA750, мм ² / mm ²	0,18 ± 0,09	0,28 ± 0,10	0,31 ± 0,20	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,04; p_{2-3} = 0,96$
TIA250, (°)	22,39 ± 12,63	0,34 ± 0,12	36,03 ± 20,81	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,00; p_{2-3} = 0,86$
TIA500, (°)	20,90 ± 9,27	31,34 ± 9,21	33,41 ± 15,66	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,03; p_{2-3} = 0,96$
TIA750, (°)	20,53 ± 8,62	31,35 ± 8,88	32,44 ± 13,79	0,00	$p_{1-2} = 0,00; p_{1-3} = 0,01; p_{2-3} = 0,93$

Примечание: приведены средние значения и стандартное отклонение; * p-value между всеми группами; ** p-value между каждой из независимых групп; p-value < 0,05 указаны жирным шрифтом.

Note: the table shows the mean values and standard deviation; * p-value between all groups; ** p-value — p-value between each of the independent groups; p-values of < 0.05 are in bold; PACD — primary angle closure disease; POAG — primary open angle glaucoma.

В таблице 3 представлены корреляции индекса и площади ИТК с клинко-анатомическими параметрами в группе ЗПЗУ.

Достоверных корреляций параметров ИТК с клинко-анатомическими параметрами в группе ПОУГ и в контроле не выявлено.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе выполнено сравнение параметров ИТК у пациентов с ЗПЗУ и ПОУГ, а также исследована взаимосвязь с другими клинко-анатомическими параметрами. Результаты показали, что группа ЗПЗУ отличалась достоверно высокими значениями ИТК по сравнению

с ПОУГ и контролем (табл. 1 и 2). Кроме того, из всех групп только у пациентов с ЗПЗУ выявлены факторы, влияющие на высокие значения ИТК: увеличенные толщина и высота свода хрусталика, количество местных гипотензивных препаратов, более низкие значения параметров передней камеры и ее углов, патологический индекс поля зрения MD (табл. 3).

Известно, что высокий ИТК, визуализируемый на AS-OCT, ассоциирован с низкой степенью открытия УПК по Шафферу [22] и относится к биомаркерам ЗПЗУ [10]. Вероятными причинами развития ИТК являются разные механизмы закрытия УПК: зрачковый блок, увеличение параметров (толщина и высота свода)

Таблица 3. Корреляции параметров иридо trabecularного контакта с клинико-анатомическими параметрами у пациентов с заболеванием первичного закрытия угла

Table 3. Correlations of iridotrabecular contact parameters with clinical and anatomical parameters in patients with primary angle closure disease

Параметры/ Parameters	ITC Index		ITC Area	
	r	p	r	p
Количество гипотензивных препаратов / Number of medicines	0,63	0,01	0,63	0,01
Среднее отклонение, MD	-0,54	0,00	-0,56	0,00
ACVol	-0,63	0,00	-0,63	0,00
ACD	-0,42	0,01	-0,43	0,00
ACAarea	-0,47	0,00	-0,48	0,00
LV	0,35	0,02	0,36	0,02
LT	0,47	0,01	0,44	0,01
Темпоральный сектор / Temporal sector				
AOD250	-0,70	0,00	-0,66	0,00
AOD500	-0,81	0,00	-0,80	0,00
AOD750	-0,78	0,00	-0,79	0,00
ARA250	-0,74	0,00	-0,71	0,00
ARA500	-0,78	0,00	-0,75	0,00
ARA750	-0,82	0,00	-0,80	0,00
TISA250	-0,67	0,00	-0,65	0,00
TISA500	-0,76	0,00	-0,75	0,00
TISA750	-0,73	0,00	-0,71	0,00
TIA250	-0,76	0,00	-0,73	0,00
TIA500	-0,81	0,00	-0,79	0,00
TIA750	-0,79	0,00	-0,80	0,00
Назальный сектор / Nasal sector				
AOD250	-0,69	0,00	-0,68	0,00
AOD500	-0,79	0,00	-0,80	0,00
AOD750	-0,74	0,00	-0,76	0,00
ARA250	-0,76	0,00	-0,75	0,00
ARA500	-0,81	0,00	-0,81	0,00
ARA750	-0,81	0,00	-0,81	0,00
TISA250	-0,75	0,00	-0,74	0,00
TISA500	-0,77	0,00	-0,78	0,00
TISA750	-0,81	0,00	-0,82	0,00
TIA250	-0,68	0,00	-0,68	0,00
TIA500	-0,78	0,00	-0,80	0,00
TIA750	-0,73	0,00	-0,75	0,00

Примечание: r — коэффициент корреляции; p — индекс достоверности.
Note: r — correlation coefficient; p — reliability index.

хрусталика [14, 15] и изменение его топографии, в том числе из-за слабости цинновых связок, приводящее к смещению хрусталика вперед с последующим уменьшением глубины передней камеры [23], утолщенная радужка на периферии [24], эффузия (расширение) хориоидеи [16].

В настоящем исследовании выявлена прямая взаимосвязь ИТК с толщиной хрусталика и его сводом (табл. 3), что согласуется с данными других авторов [25]. Увеличение LV с возрастом приводит к уменьшению параметров передней камеры и сужению УПК у пациентов с ЗПЗУ даже после периферической лазерной иридотомии [26]. Обратная взаимосвязь ИТК с глубиной, площадью и объемом передней камеры и ее углами, выявленная в данном исследовании (табл. 3), подтверждает анатомические особенности пациентов с ЗПЗУ [14, 15].

Отсутствие взаимосвязи ИТК с офтальмотонусом в группе ЗПЗУ (табл. 3) обусловлено применением местных гипотензивных препаратов. Однако, как показали результаты, более высокие параметры ИТК отмечались именно у тех пациентов, которые вынуждены были применять большее количество капель для снижения офтальмотонуса (табл. 3). Это согласуется с данными литературы: при ЗПЗУ увеличенный ИТК ассоциирован с повышенным офтальмотонусом, а также патологическими индексами поля зрения [27]. По данным N. Porporato и соавт., даже в здоровых глазах прослеживается прямая взаимосвязь ИТК с ВГД [28]. В настоящем исследовании в группе контроля отсутствуют достоверные корреляции ИТК с ВГД, что, возможно, связано с иным этническим составом участников: в исследование N. Porporato и соавт. были включены в основном лица азиатского происхождения, отличающиеся особенностями строения переднего отрезка глаза от европеоидов [29].

Достоинством настоящего исследования является оценка параметров ИТК на SS-OCT, а именно его индекса и площади на протяжении всей окружности глаза (360°), а не отдельных сканов поперечных сечений УПК, это более соответствует критериям, определяющим стадии ЗПЗУ [4]. Известно, что гониоскопическое закрытие УПК (отсутствие визуализации trabecularной сети по меньшей мере на 180°) еще не означает наличие ИТК по данным AS-OCT [10]. Другими словами, гониоскопическое закрытие УПК не обязательно свидетельствует об анатомическом. Использование нормативных пороговых параметров углов (например, AOD500 и TISA500) на SS-OCT в качестве критериев выявления ЗПЗУ относится к наиболее перспективному направлению в диагностике данного заболевания [30]. Альтернативным решением является мнение, что одиночное сканирование УПК, например в меридиане 80–260°, не уступает, а даже превосходит диагностическую эффективность оценки УПК на всем протяжении 360° [31]. Безусловно, необходимы дальнейшие исследования в данном направлении.

Важным аспектом настоящего исследования следует считать также выявление ИТК (пусть и низких его значений) в группе больных ПОУГ. В таких глазах при гониоскопии нередко определяется открытый УПК (trabecularная сеть прослеживается на всем протяжении), но узкого профиля. Однако в случае увеличения размеров хрусталика ИТК может увеличиваться. Очевидно,

этим объясняется гипотензивная эффективность факоэмульсификации катаракты у некоторых больных ПОУГ. Это еще более подчеркивает роль визуализации переднего отрезка глаза у пожилых пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокие значения параметров ИТК и их корреляции с другими клиничко-анатомическими параметрами при ЗПЗУ по сравнению с таковыми при ПОУГ свидетельствуют о роли топографии переднего отрезка глаза в формировании ведущих механизмов закрытия угла передней камеры.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Sihota R, Kumar S, Sidhu T. Is combined mechanism glaucoma a distinct entity? *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018;256(10):1961–1969. doi: 10.1007/s00417-018-4050-5.
- Srinivasan S, Choudhari NS, Baskaran M, George RJ, Shantha B, Vijaya L. Diurnal intraocular pressure fluctuation and its risk factors in angle-closure and open-angle glaucoma. *Eye (Lond)*. 2016;30:362–368. doi: 10.1038/eye.2015.231.
- Hsia YC, Moghimi S, Coh P, Chen R, Masis M, Lin SC. Anterior segment parameters as predictors of intraocular pressure reduction after phacoemulsification in eyes with open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43(7):879–885. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.03.044.
- Foster PJ, Buhrmann R, Quigley HA, Johnson GJ. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. *Br J Ophthalmol*. 2002 Feb;86(2):238–242. doi: 10.1136/bjo.86.2.238.
- Varma DK, Simpson SM, Rai AS, Ahmed IK. Undetected angle closure in patients with a diagnosis of open-angle glaucoma. *Can J Ophthalmol*. 2017;52(4):373–378. doi: 10.1016/j.cjco.2016.12.010.
- Founti P, Narayan A, Raja A. Outcomes of newly referred patients with suspected angle closure: do we need to redefine the clinical pathways?. *Eye (Lond)*. 2024;38(3):514–519. doi: 10.1038/s41433-023-02713-7.
- Bu Q, Hu D, Zhu H. Swept-source optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy study of anterior segment parameters in primary angle-closure glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023;261(6):1651–1658. doi: 10.1007/s00417-022-05970-6.
- Mansoori T. Imaging iridotrabecular contact in angle closure. *Indian J Ophthalmol*. 2023;71(5):2323–2324. doi: 10.4103/IJO.IJO_74_23.
- Porporato N, Baskaran M, Tun TA. Understanding diagnostic disagreement in angle closure assessment between anterior segment optical coherence tomography and gonioscopy. *Br J Ophthalmol*. 2020;104(6):795–799. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-314672.
- Zhang X, Guo PY, Lin C. Assessment of Iris Trabecular Contact in Eyes with Gonioscopic Angle-Closure. *Ophthalmology*. 2023;130(1):111–119. doi: 10.1016/j.optha.2022.08.017.
- Курышева НИ, Родионова ОЕ, Померанцев АЛ, Шарова ГА. Применение методов искусственного интеллекта при глаукоме. Часть 1: Нейросети и глубокое обучение в скрининге и диагностике глаукомы. *Вестник офтальмологии*. 2024;140(3):82–87. Kurysheva NI, Pomerantsev AL, Rodionova OE, Sharova GA. Application of artificial intelligence in glaucoma. Part 1: Neural networks and deep learning in glaucoma screening and diagnosis. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2024;140(3):82–87 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414003182.
- Курышева НИ, Родионова ОЕ, Померанцев АЛ, Шарова ГА. Применение методов искусственного интеллекта при глаукоме. Часть 2: Нейросети и машинное обучение в мониторинге и лечении глаукомы. *Вестник офтальмологии*. 2024;140(4):80–85. <https://doi.org/10.17116/oftalma202414004180> Kurysheva NI, Rodionova OE, Pomerantsev AL, Sharova GA. Application of artificial intelligence in glaucoma. Part 2: Neural networks and machine learning in the monitoring and treatment of glaucoma. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2024;140(4):80–85. <https://doi.org/10.17116/oftalma202414004180> (In Russ.).
- Курышева НИ, Померанцев АЛ, Родионова ОЕ, Шарова ГА. Применение методов искусственного интеллекта в диагностике и лечении заболевания первичного закрытия угла. *Вестник офтальмологии*. 2024;140(5):130–136. <https://doi.org/10.17116/oftalma2024140051130> Kurysheva NI, Pomerantsev AL, Rodionova OE, Sharova GA. Application of artificial intelligence methods in the diagnosis and treatment of primary angle closure disease. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2024;140(5):130–136. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/oftalma2024140051130>
- Курышева НИ, Шарова ГА. Анатомо-топографические особенности переднего и заднего сегментов глаза при ранних стадиях заболевания первичного закрытия угла. *Национальный журнал Глаукома*. 2023;22(1):42–53. Kurysheva NI, Sharova GA. Anatomical and topographical characteristics of the eye in the early stages of primary angle closure disease. *National Journal glaucoma*. 2023;22(1):42–53 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-1-42-53.
- Самохвалов НВ, Сорокин ЕЛ, Марченко АН, Пашенцев ЯЕ. Анатомо-морфометрические особенности структур переднего сегмента глаза при гиперметропии и риск развития первичной закрытоугольной глаукомы. *Вестник офтальмологии*. 2022;138(5):22–28. Samokhvalov NV, Sorokin EL, Marchenko AN, Pashentsev YE. Anatomical and morphometric features of anterior eye segment structures in hyperopia and the risk of developing primary angle-closure glaucoma. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2022;138(5):22–28 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213805122.
- Курышева НИ, Шарова ГА, Беликова ЕИ. Исследование роли хориоидеи и хрусталика в развитии первичного закрытия угла передней камеры. *Национальный журнал Глаукома*. 2022;21(1):3–13. Kurysheva NI, Sharova GA, Belikova EI. Studying the role of the choroid and lens in the development of primary anterior chamber angle closure. *National Journal glaucoma*. 2022;21(1):3–13 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-1-3-13.
- Ding X, Huang L, Peng C, Xu L, Liu Y, Yang Y, Wang N, Gu M, Sun C, Wu Y, Guo W. Evaluation of Schlemm's canal with swept-source optical coherence tomography in primary angle-closure disease. *BMC Ophthalmol*. 2023 Jun 7;23(1):256. doi: 10.1186/s12886-023-03001-4. Erratum in: *BMC Ophthalmol*. 2023 Jul 10;23(1):308. doi: 10.1186/s12886-023-03062-5.
- Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM. The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol*. 1993;111(6):831–836. doi: 10.1001/archophth.1993.01090060119035.
- Курышева НИ, Шарова ГА. Роль оптической когерентной томографии в диагностике заболеваний закрытого угла передней камеры. Часть 1: Визуализация переднего сегмента глаза. *Офтальмология*. 2021;18(2):208–215. Kurysheva NI, Sharova GA. The Role of Optical Coherence Tomography in the Diagnosis of Angle Closed Diseases of the Anterior Chamber. Part 1: Visualization of the Anterior Segment of the Eye. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(2):208–215 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2021-2-208-215.
- Triolo G, Barboni P, Savini G. The Use of Anterior-Segment Optical-Coherence Tomography for the Assessment of the Iridocorneal Angle and Its Alterations: Update and Current Evidence. *J Clin Med*. 2021;10(2):231. doi: 10.3390/jcm10020231.
- Wong TY, Foster PJ, Ng TP, Tielisch JM, Johnson GJ, Seah SK. Variations in ocular biometry in an adult Chinese population in Singapore: the Tanjong Pagar Survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001;42(1):73–80.
- Lan J, Sun D, Alabdulrasool K, Ebrahim Yusuf H, Zhang L. Evaluation of the Narrow Anterior Chamber Angle by Anterior Segment Optical Coherence Tomography. *Ophthalmic Res*. 2017;57(2):87–91. doi: 10.1159/000448523.
- Salimi A, Fanous A, Watt H, Abu-Nada M, Wang A, Harasymowicz P. Prevalence of zonulopathy in primary angle closure disease. *Clin Exp Ophthalmol*. 2021;49(9):1018–1026. doi: 10.1111/ceo.13983.
- Royston KY, Tan, Gim Yew Ng, Tun Aung Tin, Fabian Albert Braeu, Monisha Esther Nongpiur, Tin Aung, Michael J A Girard; Iris Morphological and Biomechanical Factors Influencing Angle Closure During Pupil Dilation. *Invest. Ophthalmol Vis. Sci*. 2023;64(8):68.
- Wang X, Chen X, Tang Y, Wang J, Chen Y, Sun X. Morphologic Features of Crystalline Lens in Patients with Primary Angle Closure Disease Observed by CASIA 2 Optical Coherence Tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2020;61(5):40. doi: 10.1167/iovs.61.5.40.
- Kwak J, Shon K, Lee Y, Sung KR. Progressive Changes in the Anterior Segment and Their Impact on the Anterior Chamber Angle in Primary Angle Closure Disease. *Am J Ophthalmol*. 2024;257:57–65. doi: 10.1016/j.ajo.2023.08.016.
- Gupta B, Angmo D, Yadav S, Dada T, Gupta V, Sihota R. Quantification of Iridotrabecular Contact in Primary Angle-Closure Disease. *J Glaucoma*. 2020;29(8):681–688. doi: 10.1097/IJG.0000000000001572.
- Porporato N, Chong R, Xu BY. Angle closure extent, anterior segment dimensions and intraocular pressure. *Br J Ophthalmol*. 2023;107(7):927–934. doi: 10.1136/bjophthalmol-2021-320453.
- Wang YE, Li Y, Wang D, He M, Lin S. Comparison of factors associated with occludable angle between american Caucasians and ethnic Chinese. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(12):7717–7723. doi: 10.1167/iovs.13-12850.
- Guo PY, Zhang X, Li F. Diagnostic criteria of anterior segment swept-source optical coherence tomography to detect gonioscopic angle closure. *Br J Ophthalmol*. Published online April 9, 2024. doi: 10.1136/bjo-2023-323860.
- Porporato N, Baskaran M, Perera S. Evaluation of meridional scans for angle closure assessment with anterior segment swept-source optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol*. 2021;105(1):131–134. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-315461.

Н.И. Курышева, Г.А. Шарова, В.Н. Трубилин

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Курешева Наталья Ивановна
доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой глазных болезней,
руководитель консультативно-диагностического отдела
<https://orcid.org/0000-0002-2265-6671>

Шарова Галина Аркадьевна
кандидат медицинских наук, ассистент кафедры глазных болезней,
заведующая диагностическим офтальмологическим отделением
<https://orcid.org/0000-0002-7163-4858>

Трубилин Владимир Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии,
руководитель Центра
<https://orcid.org/0000-0001-9123-909X>

ABOUT THE AUTHORS

Kurysheva Natalia I.
MD, Professor, Head of the Ophthalmology Department,
head of the Consultative and Diagnostic Department
<https://orcid.org/0000-0002-2265-6671>

Sharova Galina A.
PhD, Assistant Professor at the Ophthalmology Department,
head of the Diagnostic Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0002-7163-4858>

Trubilin Vladimir N.
MD, Professor, Head of the Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0001-9123-909X>