

НОВЫЙ СПОСОБ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ЗАКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ: ОЦЕНКА ГИПОТЕНЗИВНОГО ЭФФЕКТА В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ

Н. И. Курышева — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, Центр офтальмологии ФМБА России, руководитель консультативно-диагностического отдела, профессор, доктор медицинских наук; **Л. В. Лепешкина** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, Центр офтальмологии ФМБА России, врач-офтальмолог консультативно-диагностического отдела; **А. Р. Абдуллова** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, Центр офтальмологии ФМБА России, врач-офтальмолог консультативно-диагностического отдела; **Х. М. Плиева** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, Центр офтальмологии ФМБА России, врач-офтальмолог консультативно-диагностического отдела.

THE NEW METHOD FOR PRIMARY ANGLE-CLOSURE GLAUCOMA TREATMENT: EVALUATION OF HYPOTENSIVE EFFICACY IN THE LONG-TERM PERIOD

N. I. Kuryshева — State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Center of Ophthalmology, Head of Diagnostic Department, Professor, DSc; **L. V. Lepeshkina** — State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Center of Ophthalmology, Ophthalmologist of Diagnostic Department; **A. R. Abdullova** — State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Center of Ophthalmology, Ophthalmologist of Diagnostic Department; **Kh. M. Plieva** — State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Center of Ophthalmology, Ophthalmologist of Diagnostic Department.

Дата поступления — 25.07.19 г.

Дата принятия в печать — 05.12.2019 г.

Курьшева Н. И., Лепешкина Л. В., Абдуллова А. Р., Плиева Х. М. Новый способ лечения первичной закрытоугольной глаукомы: оценка гипотензивного эффекта в отдаленном периоде. Саратовский научно-медицинский журнал 2019; 15 (4): 990–994.

Цель: разработать новый алгоритм лечения больных с первичной закрытоугольной глаукомой (ПЗУГ) на основе двух этапов лечения: периферической лазерной иридотомии (ПЛИТ) и селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ) — и оценить его гипотензивный и функциональный эффект в отдаленном периоде. **Материал и методы.** Оценка гипотензивной эффективности СЛТ (снижение ВГД $\geq 20\%$ от исходного без местных гипотензивных препаратов) выполнена на 70 глазах с начальной стадией ПЗУГ в сроки не ранее месяца после лазерной иридотомии и на 75 глазах с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ). Учитывалось также количество гипотензивных препаратов, необходимых для снижения ВГД $\geq 20\%$ от исходного. Скорость прогрессирования глаукомной оптиконеуропатии (ГОН) оценивали по изменению средней световой чувствительности (MD), толщины слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) и ее ганглиозного комплекса (ГКС). Период наблюдения составил 6 лет. **Результаты.** В отдаленном периоде отмечалось снижение ВГД после СЛТ в обеих группах, однако при ПЗУГ гипотензивный эффект был более выражен и составил 38,5% по сравнению с 28,0% при ПОУГ. Спустя 6 лет при ПЗУГ требовалось достоверно меньшее количество капель, чем при ПОУГ ($p=0,035$). Скорость прогрессирования ГОН не отличалась в обеих группах ($p=0,461$). **Заключение.** Разработанный метод последовательного лазерного лечения ПЗУГ позволяет добиться эффективного снижения ВГД и стабилизации ГОН в отдаленном периоде, не уступая таковому эффекту при ПОУГ.

Ключевые слова: селективная лазерная трабекулопластика, первичная закрытоугольная глаукома, первичная открытоугольная глаукома, прогрессирование глаукомы.

Kuryshева NI, Lepeshkina LV, Abdullova AR, Plieva KhM. The new method for primary angle-closure glaucoma treatment: evolution of hypotensive efficacy in the long-term period. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2019; 15 (4): 990–994.

Purpose: to work out a new algorithm of primary angle closure glaucoma (PACG) treatment based on the two steps of treatment: peripheral laser iridotomy (PLIT) and selective laser trabeculoplasty (SLT) — and evaluate its hypotensive and functional effect over the long term period. **Material and Methods.** SLT hypotensive efficiency was evaluated on the sample of 70 eyes with the initial PACG after PI performed not earlier than one month before SLT and in 75 eyes with initial POAG. The quantities of hypotensive medication, necessary for decreasing IOP $\geq 20\%$, were also considered. Rate of progression (ROP) was assessed using MD index, RNFL and GCC thickness. The follow-up period was 6 years. **Results.** IOP decreased significantly after SLT in both groups over the long-term period. Hypotensive effect was more pronounced in PACG — 38.5% compared to POAG — 28%. After 6 years, less hypotensive eye drops were required for achieving the hypotensive efficacy in PACG than in POAG ($p=0.035$). There was no significant difference in ROP between PACG and POAG ($p=0.461$). **Conclusion.** The developed method of consequent laser treatment of PACG leads to effective IOP reduction and preserves glaucoma progression that does not differ from POAG.

Key words: selective laser trabeculoplasty, primary angle closure glaucoma, primary open angle glaucoma, glaucoma progression.

Введение. Первичная закрытоугольная глаукома (ПЗУГ) относится к одной из наиболее тяжелых форм глаукомы. Количество больных ПЗУГ в мире составляет 16 млн [1], причем четверть всех больных слепы на один глаз, а 4 миллиона имеют двустороннюю слепоту [2]. Основным методом лечения данной формы глаукомы является лазерная иридотомия (ЛИТ)

[3]. Однако большинство больных после ее проведения нуждаются в назначении местных гипотензивных препаратов. Другим методом лечения ПЗУГ является факэмульсификация катаракты (ФЭК), или удаление прозрачного хрусталика, что впоследствии также требует применения местных гипотензивных капель [4]. Альтернативным методом лечения ПЗУГ с некомпенсированным офтальмотонусом после ЛИТ является селективная лазерная трабекулопластика (СЛТ). В литературе имеется лишь несколько публикаций, в которых показана эффективность данного

Ответственный автор — Курьшева Наталия Ивановна
Тел.: +7 (916) 6642313
E-mail: e-natalia@list.ru

метода лечения ПЗУГ [5] и рекомендовано ее проведение в качестве алгоритма лечения [6].

В настоящее время СЛТ является наиболее распространенным методом лазерного лечения первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) [7]. Сравнительная эффективность СЛТ при ПЗУГ и ПОУГ в отдаленные сроки не исследовалась. В литературе также отсутствуют наблюдения об отдаленной эффективности СЛТ при ПЗУГ после ранее выполненной лазерной иридотомии.

Цель: разработать новый алгоритм лечения больных с первичной закрытоугольной глаукомой на основе двух этапов лечения: периферической лазерной иридотомии и селективной лазерной трабекулопластики — и оценить его гипотензивный и функциональный эффект в отдаленном периоде.

Материал и методы. СЛТ выполнена на 70 глазах с начальной ПЗУГ и на 75 глазах с начальной ПОУГ. Критерии исключения: развитая и далеко зашедшая стадия глаукомы, закрытие угла передней камеры (УПК) $\leq 180^\circ$, недостаточно прозрачные оптические среды глаза, отсутствие устойчивой фиксации, наличие псевдоэкссфолиативного синдрома (ПЭС), дистрофические заболевания роговицы. В целях стандартизации исключали пациентов с площадью диска зрительного нерва (ДЗН) менее 1,5 и более 2,5 мм² (по данным оптической когерентной томографии — ОКТ). Стадию глаукомы определяли по изменениям центрального поля зрения согласно классификации Mills [8]. Клиническое исследование проведено в соответствии с этическими принципами, заложенными Хельсинкской декларацией и отраженными в Правилах качественной клинической практики (GCP) и нормативных требованиях.

Объем предоперационного обследования включал авторефрактометрию, визометрию, гониоскопию, ОКТ (протокол GCC, ONH), ОКТ переднего отрезка глаза с определением размеров УПК (Optovue Rtvue 100, CA), пахиметрию (SP-100 Tomey, Германия), биометрию (Lenstar LS 900, Haag-Streit Diagnostics, Швейцария), периметрию (Humphrey, Carl-Zeiss Meditec, Dublin, CA) SITA Standard 24–2, биомикроскопию, тонометрию (ORA, Reichert, USA).

Исследования выполнены в сроки: до СЛТ, 6 месяцев после СЛТ и ежегодно в период до 6 лет.

У больных ПЗУГ первым этапом проводилась периферическая лазерная иридотомия (ПЛИТ). СЛТ осуществлялась не ранее чем через месяц после ЛИТ при условии открытия угла передней камеры не менее чем на 180° , а также отсутствия гониосинехий, что подтверждалось данными гониоскопии угла передней камеры.

СЛТ осуществляли по стандартной методике: 50–80 лазерных аппликаций выполняли на протяженности $180\text{--}360^\circ$ на ND: YAG лазере Laserex Solo (Ellex

Medical Lasers Limited, Adelaide, Австралия), уровень энергии импульса варьировался от 0,6 до 1,0 мДж в зависимости от степени пигментации трабекул. Предоперационная подготовка включала однократную инстилляцию фотила (по показаниям). В качестве капельной анестезии использовался 0,5%-й раствор проксиметакаина. Воспалительная реакция после СЛТ оценивалась в баллах: нет воспаления — 0, снижена реакция зрачка на свет — 1, смешанная инъекция — 2, преципитаты и феномен Тиндаля во влаге передней камеры — 3. С целью профилактики возможного реактивного воспаления всем больным тотчас после СЛТ, а также в ряде случаев (по показаниям) в первые сутки после СЛТ и в течение первых трех суток назначали 0,1%-й индоколпир, с целью профилактики реактивной гипертензии назначали ингибиторы карбоангидразы однократно в день операции. Под гипотензивным эффектом («успехом») СЛТ понимали снижение ВГД $\geq 20\%$ от исходного при условии отсутствия дополнительного гипотензивного лечения, к которым в данном исследовании не относили факоэмульсификацию катаракты.

Скорость прогрессирования (ROP, дБ/год) оценивалась по данным GPA (Glaucoma Progression Analysis) методом стандартной автоматизированной периметрии (САП) [9]. Для каждого исследуемого глаза применялся линейный регрессионный анализ индекса MD, исходя из которого скорость прогрессирования ГОН — это наклон, выраженный в дБ/год. САП осуществлялась каждые 6 месяцев. В те же сроки проводили ОКТ и оценивали в динамике изменения толщины слоя перипапиллярных нервных волокон и толщины комплекса ганглиозных клеток в год (RNFL change, GCC change) [10].

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием стандартного пакета программ статистического анализа SPSS 16.0 for Windows. Для оценки характера распределения в совокупности по выборочным данным использовали тесты Лиллиефорса и Колмогорова — Смирнова. Сравнения двух групп из совокупностей с нормальным распределением проводили с помощью *t*-критерия Стьюдента для двух зависимых или двух независимых выборок. *U*-критерий Манна — Уитни использовался для выявления различия в ВГД, количестве местных гипотензивных препаратов, прогрессировании глаукомы в год между группами пациентов. Критический уровень статистической значимости $p \leq 0,05$.

Результаты. Группы больных были однородны, за исключением ПЗО ($p < 0,001$), глубины передней камеры ($p = 0,001$) и размеров УПК в верхней половине ($p = 0,003$) (табл. 1).

Таблица 1

Клиническая характеристика исследуемых групп, М±m

Параметры	ПОУГ	ПЗУГ после ПЛИТ	p
Возраст (лет)	70±8,2	69±6,3	0,265
Длительность до СЛТ (годы)	3,8±1,7	3,6±1,6	0,634
Период наблюдения (годы)	7,3±1,9	7,9±1,9	0,195
ЦТР, мкр	548±36,8	556±38,3	0,268
ПЗО, мм	24,1 ±1,4	22,0 ±0,7	0,001
Глубина п/к, мм	3,3 ±0,3	2,5 ±0,4	0,001

Параметры	ПОУГ	ПЗУГ после ПЛИТ	p
Размер хрусталика, мм	4,8±0,4	4,8±0,3	0,252
СНВС, мкм	97,8±13,0	95,9±12,5	0,430
ГКС, мкм	90,3±7,6	90,1±9,2	0,563
ВГД исходное, мм рт. ст.	23,2±2,9	23,1±3,5	0,095
MD исходное, дБ	-2,1±2,1	-1,8±2,6	0,092
PSD исходное, дБ	2,9±2,2	2,3±1,9	0,517
Размеры УПК верх (°)	29,3±5,1	13,7±4,9	0,003
Размеры УПК низ (°)	2,8±8,0	22,3±5,2	0,120
Средняя энергия (мДж)	0,9±0,1	0,8±0,1	0,162
Гипотензивный режим до СЛТ (среднее количество капель)	1,3±0,5	1,2±0,6	0,385

Примечание: ПОУГ — первичная открытоугольная глаукома; ПЗУГ — первичная закрытоугольная глаукома; СЛТ — селективная лазерная трабекулопластика; ПЛИТ — периферическая лазерная иридотомия; УПК — угол передней камеры (α°); ПЗО — передне-задняя ось глаза; ЦТР — центральная толщина роговицы; MD (mean deviation) — периметрический индекс; характеризующий среднее отклонение светочувствительности сетчатки; PSD (pattern standard deviation) — стандартное отклонение светочувствительности сетчатки; СНВС — толщина слоя перипапиллярных нервных волокон; ГКС — толщина комплекса ганглиозных клеток сетчатки; ВГД — внутриглазное давление; p — значимость различий между группами по Манну — Уитни.

Таблица 2

Динамика офтальмотонуса после СЛТ при ПОУГ и при ПЗУГ после ПЛИТ, М±m

ИОРсс, мм рт. ст.	Группы обследуемых				
	ПОУГ	P	ПЗУГ после ПЛИТ	P	P*
Исходное	23,2±2,9	-	23,1±3,5	-	0,095
1 сутки	14,8± 3,9	0,001	15,8±2,98	0,001	0,234
1 неделя	18,2±3,3	0,001	18,1±3,2	0,001	0,622
1 месяц	18,3±2,8	0,001	20,5±3,6	0,001	0,187
6 месяцев	19,0±3,5	0,001	18,8±3,0	0,001	0,140
1 год	18,6±2,5	0,001	18,6±3,0	0,001	0,095
2 года	18,8±2,5	0,001	17,5±3,0	0,001	0,236
3 года	18,8±2,0	0,001	19,3±2,8	0,001	0,621
4 года	18,9±1,5	0,001	20,4±3,1	0,001	0,282
5 лет	18,6±2,3	0,001	17,6±2,5	0,002	0,394
6 лет	18,6±3,5	0,001	18,8±3,6	0,001	0,133

Примечание: ИОРсс — роговично-компенсированное ВГД; p — показатель значимости различия офтальмотонуса; СЛТ — селективная лазерная трабекулопластика; ПОУГ — первичная открытоугольная глаукома; ПЗУГ — первичная закрытоугольная глаукома; ПЛИТ — периферическая лазерная иридотомия по сравнению с исходными данными внутри группы; p* — показатель значимости различия клинических показателей между группами.

В обеих группах больных СЛТ прошла без осложнений. Всем пациентам в первые часы после СЛТ назначались инстилляции дорзоламида (однократно). Частота слабовыраженной и умеренной воспалительной реакции была примерно одинаковой в первые сутки после СЛТ в обеих группах. Выраженной реакции не было отмечено ни в одном случае.

В течение всего периода наблюдения фиксировалось статистически значимое снижение ВГД по сравнению с исходным как в группе ПОУГ, так и в группе ПЗУГ, при этом группы достоверно не отличались между собой (табл. 2). Однако было замечено отличие между количеством назначаемых после СЛТ местных гипотензивных препаратов, которое становилось статистически значимым в сроки 2 года и 6 лет после СЛТ (табл. 3).

В ходе динамического наблюдения не замечено значимых различий в скорости прогрессирования глаукомной оптиконеуропатии между группами боль-

ных, что видно из анализа морфофункциональных показателей. Скорость прогрессирования, оцененная по данным периметрии (ROP), свидетельствовала о медленном течении заболевания после СЛТ в обеих группах (табл. 4).

Частота повторных СЛТ при ПОУГ была сопоставима с таковой при ПЗУГ после ПЛИТ. Количество антиглаукомных операций после СЛТ было равным в обеих группах. Однако в группе с ПЗУГ в два раза чаще, чем при ПОУГ, выполнялась факоемульсификация катаракты в сроки от 2 до 6 лет: в 12 и 6 глазах соответственно.

Обсуждение. Результаты настоящего исследования показали эффективность и безопасность СЛТ в лечении ПЗУГ после ЛИТ. Уже на протяжении многих лет СЛТ успешно применяется в лечении ПОУГ, но она представляет собой относительно новый подход в лечении ПЗУГ. Это обусловлено существовавшим ранее мнением о недоступности структуры

Таблица 3

Динамика гипотензивного режима (среднее количество капель) до и после СЛТ, М±m

Режим	ПОУГ	P	ПЗУГ после ПЛИТ	P	P*
До СЛТ	1,3±0,5	-	1,2±0,6	-	0,376
6 месяцев	0,3±0,4	0,001	0,1±0,4	0,001	0,419
1 год	0,4±0,5	0,001	0,3±0,3	0,001	0,092
2 года	0,7±0,6	0,001	0,4±0,6	0,001	0,043
3 года	0,5±0,5	0,001	0,5±0,6	0,001	0,064
4 года	0,7±0,5	0,001	0,6±0,6	0,001	0,298
5 лет	0,9±0,6	0,003	0,6±0,8	0,001	0,114
6 лет	1,1±0,7	0,006	0,7±0,9	0,002	0,045

Примечание: p — показатель значимости различий клинических показателей внутри группы по сравнению с исходными данными; p* — значимость различий между группами; СЛТ — селективная лазерная трабекулопластика; ПОУГ — первичная открытоугольная глаукома; ПЗУГ — первичная закрытоугольная глаукома; ПЛИТ — периферическая лазерная иридотомия.

Таблица 4

Динамика морфофункциональных параметров у больных с ПОУГ и ПЗУГ в отдаленном периоде после СЛТ, М±m

Параметры	ПОУГ	P	ПЗУГ после ПЛИТ	P	P*
MD исходное, дБ	-2,1±2,1	-	-1,8±2,6	-	0,092
MD отдаленное, дБ	-3,0±4,4	0,625	-1,9±2,31	0,272	0,341
PSD исходное, дБ	2,9±2,2	-	2,3±1,9	-	0,517
PSD отдаленное, дБ	2,9±2,4	0,226	2,2±2,24	0,168	0,181
ROP (1 год), дБ	-0,1±0,4	-	-0,1±0,3	-	0,451
СНВС исходн., мкм	97,8±13,1	-	95,9±12,5	-	0,430
СНВС (6 лет), мкм	94,1±14,1	0,328	95,8±13,0	0,442	0,540
СНВС (1 год), мкм	-0,6±1,5	-	-0,5±1,8	-	0,371
ГКС исходн., мкм	90,3±7,6	-	90,1±9,2	-	0,563
ГКС (6 лет), мкм	87,8±8,0	0,203	89,5±9,1	0,726	0,472
ГКС (1 год), мкм	-0,7±1,9	-	-0,6±2,4	-	0,291

Примечание: ПОУГ — первичная открытоугольная глаукома; ПЗУГ — первичная закрытоугольная глаукома; ПЛИТ — периферическая лазерная иридотомия; MD (mean deviation) — периметрический индекс, характеризующий среднее отклонение светочувствительности сетчатки, и PSD (pattern standard deviation) — стандартное отклонение; ROP (rate of progression) — скорость прогрессирования ГОН; СНВС — толщина слоя перипапиллярных нервных волокон; ГКС — толщина комплекса ганглиозных клеток сетчатки; p — показатель значимости различий клинических показателей внутри группы по сравнению с исходными данными; p* — значимость различий между группами.

УПК для проведения трабекулопластики при ПЗУГ. В 2012 г. Shiota et al. [11] провели сравнительный анализ структур УПК у пациентов с хронической ЗУГ и ПОУГ методом сканирующей электронной биомикроскопии. Результаты показали схожие гистологические изменения трабекулярной сети в обеих группах, что позволило рассматривать возможность проведения СЛТ при ПЗУГ при условии предварительно выполненной периферической лазерной иридотомии с той же степенью безопасности, как и при ПОУГ.

Из наиболее частых побочных реакций СЛТ при обеих формах глаукомы считают легкую ирритацию в первые сутки, реактивный подъем ВГД, роговичный синдром, кровотечение и транзиторные изменения эндотелия роговицы [12]. В литературе описываются случаи таких тяжелых осложнений в послеоперационном периоде, как хейз и отек роговицы после СЛТ [13]. В настоящем исследовании у всех пациентов СЛТ прошла без осложнений.

По данным литературы, при ПОУГ СЛТ позволяет снизить ВГД на 30% от исходного уровня, что сравнимо по своему эффекту с применением аналогов простагландинов (АП) [7]. Относительно ПЗУГ на этот

счет в литературе имеются лишь единичные наблюдения [14, 15]. Так, в одном из них эффективность СЛТ сравнивалась с таковой при лечении АП. Снижение ВГД относительно исходного отмечалось в 60% после СЛТ и в 84% при лечении АП. Через 6 месяцев ВГД уменьшилось в среднем на 4,0 мм рт. ст. в группе СЛТ против 4,2 мм рт. ст. в группе АП (p=0,78), что составило 16,9 и 18,5% соответственно (p=0,52). Авторы пришли к заключению, что гипотензивный эффект СЛТ при ПЗУГ после ранее выполненной иридотомии сопоставим с таковым при лечении АП.

В исследовании Ali Aljasim et al. (2016) проведен сравнительный анализ безопасности и эффективности СЛТ при первичном закрытом УПК (ПЗУ)/ПЗУГ и ПОУГ в период с 2011 по 2013 г. Показатель успеха достижения клинически значимого снижения ВГД (на 20% и более от исходного уровня) составил 84,7% в группе ПЗУ/ПЗУГ и 79,6% в группе ПОУГ (p=0,47). Согласно данным Ho et al. (2009), проведение СЛТ обеспечивает снижение ВГД на 20% без усиления местного гипотензивного режима в течение полугода после операции почти у половины больных с ПЗУ [16].

В отличие от описанных работ, мы впервые провели анализ эффективности СЛТ при ПЗУГ после ПЛИТ в отдаленном периоде и установили, что он не только сопоставим с таковым при ПОУГ, но даже превосходит его: гипотензивная эффективность СЛТ при ПЗУГ после ПЛИТ при отмене местных антиглаукомных капель спустя 6 лет была выше таковой при ПОУГ. В тех же случаях, когда капли все-таки приходилось назначать, нормализация ВГД при ПЗУГ достигалась их меньшим количеством.

Оценка скорости прогрессирования ГОН показала приблизительно одинаковые результаты при ПЗУГ после ПЛИТ и ПОУГ, которые свидетельствуют о стабилизации морфофункциональных нарушений в обеих группах.

Заключение. Разработанный метод последовательного лазерного лечения ПЗУГ позволяет добиться эффективного снижения ВГД и стабилизации ГОН в отдаленном периоде, не уступая таковому эффекту при ПОУГ.

Конфликт интересов. Исследование проведено в рамках научно-исследовательской работы кафедры и не имеет коммерческой или иной заинтересованности физических или юридических лиц.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования, получение и обработка данных, анализ и интерпретация результатов, написание статьи — Н.И. Курышева, Л.В. Лепешкина, А.Р. Абдуллова, Х.М. Плиева; утверждение рукописи для публикации — Н.И. Курышева.

References (Литература)

1. Quigley HA, Broman AT. The number of persons with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol* 2006; 90 (3): 262–6.
2. Quigley HA. Angle-Closure Glaucoma Simpler Answers to Complex Mechanism: LXVI Edward Jackson Memorial Lecture. *Am J Ophthalmol* 2009; 148 (5): 657–69.
3. Ritch R. The treatment of chronic angle-closure glaucoma. *Ann Ophthalmol* 1981; 13 (1): 21–3.
4. Marchenko AN, Sorokin EL, Danilov OV. Morphometric types of the lens and their significance in the formation of primary angle-closure glaucoma. In: *Modern technologies of cataract and refractive surgery*. Moscow, 2008; p. 189–93. Russian (Марченко А. Н., Сорокин Е. Л., Данилов О. В. Морфометрические типы хрусталика и их значение в формировании первичной закрытоугольной глаукомы. В кн.: *Современные технологии*

катарактальной и рефракционной хирургии: сб. науч. статей. М., 2008; с. 189–93).

5. Ho CL, Lai JS, Aquino MV, et al. Selective laser trabeculoplasty for primary angle closure with persistently elevated intraocular pressure after iridotomy. *J Glaucoma* 2009; 18 (7): 563–6.

6. Kozlov VI, Proshina OI, Sokolovskaya TV, Kozlova TV. Method of treatment of angle-closure glaucoma: RF patent 2106128. Statement 01.11.1994; published 10.03.1998. *Bulletin of ophthalmology* 1998; (4): 6–10. Russian (Способ лечения закрытоугольной глаукомы: патент РФ 2106128/В.И. Козлов, О.И. Прошина, Т.В. Соколовская, Т.В. Козлова. Заявитель и патентообладатель ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России; заявл. 01.11.1994; опубл. 10.03.1998. *Вестник офтальмологии* 1998; (4): 6–10).

7. Nagar M, Ogunyomade A, O'Brart DP, et al. A randomised, prospective study comparing selective laser trabeculoplasty with latanoprost for the control of intraocular pressure in ocular hypertension and open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2005; 89: 1413–7.

8. Mills RP, Budenz DL, Lee PP, et al. Categorizing the stage of glaucoma from pre-diagnosis to end-stage disease. *Am J Ophthalmol* 2006; 141 (1): 24–30.

9. Chauhan BC, Malik R, Shuba LM, et al. Rates of glaucomatous visual field change in a large clinical population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014; 55 (5): 2885–92.

10. Sung KR, Sun JH, Na JH, et al. Progression detection capability of macular thickness in advanced glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2012; 119: 308–13.

11. Sihota R, Goyal A, Kaur J, et al. Scanning electron-microscopy of the trabecular meshwork: understanding the pathogenesis of primary angle closure glaucoma. *Indian J Ophthalmol* 2012; 60 (3): 183–8.

12. Kuryshva NI, Ryzhkov PK, Topolnik EV, Kapkova SG. Condition of corneal endothelium after selective laser trabeculoplasty. *Glaucoma* 2012; (2): 36–41. Russian (Курышева Н.И., Рыжков П.К., Топольник Е.В., Капкива С.Г. Состояние эндотелия роговицы после селективной лазерной трабекулопластики. *Глаукома* 2012; (2): 36–41).

13. Regina M, Bunya VY, Orlin SE, Ansari H. Corneal edema and haze after selective laser trabeculoplasty. *Journal of Glaucoma* 2011; 20 (5): 327–9.

14. Narayanaswamy A, Christopher K, Istiantoro DV, et al. Efficacy of Selective Laser Trabeculoplasty in Primary Angle-closure Glaucoma. *JAMA Ophthalmol* 2015; 133: 206–12.

15. Katz LJ, Steinmann WC, Kabir A, Molineaux J, et al. Selective laser trabeculoplasty versus medical therapy as initial treatment of glaucoma: a prospective, randomized trial/SLT/Med Study Group. *J Glaucoma* 2012; 21 (7): 460–8.

16. Ali Aljasim L, Owaidhah O, Edward DP. Selective Laser Trabeculoplasty in Primary Angle-closure Glaucoma after Laser Peripheral Iridotomy: A Case-control Study. *J Glaucoma* 2016; 25 (3): e253–8. DOI: 1097/IJG. 0000000000000282.

УДК 57.084.1+537.868

Оригинальная статья

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ БИОЭФФЕКТОВ ТОКА МИКРОПОЛЯРИЗАЦИИ КАК СЛЕДСТВИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОДНИКОВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ГОЛОВЫ КРОЛИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ НЕТЕПЛОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

С.Н. Лукьянова — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, главный научный сотрудник отдела неионизирующих излучений, доктор биологических наук; **Т.В. Фомина** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, младший научный сотрудник отдела неионизирующих излучений; **И.А. Веселовский** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, младший научный сотрудник отдела неионизирующих излучений.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE BIOEFFECTS OF MICROPOLARIZATION CURRENT AS A RESULT OF THE USE OF METALLIC CONDUCTORS IN IRRADIATING A RABBIT'S HEAD WITH ELECTROMAGNETIC FIELD OF NON-THERMAL INTENSITY

S.N. Lukyanova — State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Chief Scientific Researcher of Department of Non-ionizing Radiation, DSc; **T.V. Fomina** — State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Junior researcher of Laboratory of Non-ionizing