

Тонметрическое внутриглазное давление у взрослого населения: популяционное исследование

ЕГОРОВ Е.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии¹;
ПЕТРОВ С.Ю., д.м.н., главный научный сотрудник отдела глаукомы²;
ГОРОДНИЧИЙ В.В., врач-офтальмолог офтальмологического отделения Медицинского центра премоурбидных и неотложных состояний³;
КУРОЕДОВ А.В., д.м.н., начальник отделения³, профессор кафедры офтальмологии¹;
АЛЕКСЕЕВ В.Н., д.м.н., заведующий кафедрой офтальмологии⁴;
АМИРОВ А.Н., к.м.н., доцент кафедры офтальмологии⁵;
БАЛАЛИН С.В., д.м.н., заведующий научным отделом⁶;
БАСИНСКИЙ С.Н., д.м.н., профессор кафедры специализированных хирургических дисциплин⁷, генеральный директор⁸;
БИКБОВ М.М., д.м.н., профессор, член-корр. АН РБ, директор⁹;
БОТАБЕКОВА Т.К., д.м.н., профессор, член-корр. Академии наук Республики Казахстан, председатель совета директоров¹⁰;
БРЕЖНЕВ А.Ю., к.м.н., доцент кафедры офтальмологии¹¹;
ВЕСЕЛОВСКАЯ З.Ф., д.м.н., профессор, член-корр. Национальной академии наук Украины, заведующая кафедрой офтальмологии¹², директор¹³;
ВОЛКОВА Н.В., к.м.н., заведующая научно-образовательным отделом¹⁴, доцент кафедры^{15,16};
ГАЗИЗОВА И.Р., д.м.н., заведующая отделением¹⁷;
ГАЛИМОВА В.У., д.м.н., профессор кафедры офтальмологии¹⁸;
ГУСАРЕВИЧ О.Г., д.м.н., профессор кафедры офтальмологии¹⁹;
ДЖУМОВА М.Ф., к.м.н., доцент кафедры глазных болезней²⁰;
ДОГАДОВА Л.П., к.м.н., профессор кафедры офтальмологии²¹;
ЕГОРОВ В.В., д.м.н., профессор, академик РАЕН, главный консультант²², заведующий кафедрой офтальмологии²³;
ЕРИЧЕВ В.П., д.м.н., профессор, заведующий отделом глаукомы²;
ИВАНОВА Н.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой офтальмологии²⁴;
ИМШЕНЕЦКАЯ Т.А., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой офтальмологии²⁵;
КАМЕНСКИХ Т.Г., д.м.н., доцент, зав. кафедрой глазных болезней²⁶;
КАРЛОВА Е.В., к.м.н., заведующая отделением²⁷;
КУШНИР В.Н., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой глазных болезней и оптометрии²⁸;
ЛЕБЕДЕВ О.И., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии²⁹;
МАРЧЕНКО Л.Н., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой глазных болезней²⁰;
САДЫКОВА Д.Н., советник министра здравоохранения и социальной защиты населения³⁰, врач-офтальмолог детского глазного отделения³¹;
СОБЯНИН Н.А., к.м.н., заведующий офтальмологическим отделением³²;
СТРАХОВ В.В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой глазных болезней³³;
ЧЕРНЫХ В.В., д.м.н., профессор, директор³⁴;
ЭКГАРДТ В.Ф., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой глазных болезней³⁵;
ЮРЬЕВА Т.Н., д.м.н., профессор, заместитель директора по научной работе¹⁴, профессор кафедры офтальмологии^{15,16}.

Для контактов:

Куроедов Александр Владимирович, e-mail: akuroyedov@hotmail.com

- ¹ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ России, лечебный факультет, кафедра офтальмологии им. акад. А.П. Нестерова, 117997, Российская Федерация, Москва, ул. Островитянова, 1;
- ²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней», 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11А, Б;
- ³ФКУ «ЦВКГ им. П.В. Мандрыка» Минобороны России, 107014, Российская Федерация, Москва, ул. Большая Оленья, владение 8 А;
- ⁴ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова», 191015, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41;
- ⁵КГМА — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 420012, Российская Федерация, Республика Татарстан, Казань, ул. Бутлерова, 36;
- ⁶Волгоградский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, 400138, Российская Федерация, Волгоград, ул. им. Землячки, 80;
- ⁷ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева», 302026, Российская Федерация, Орел, ул. Комсомольская, 95;
- ⁸Офтальмологический центр профессора С.Н. Басинского, 302040, Российская Федерация, Орел, ул. Красноармейская, 1;
- ⁹ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ», 450008, Российская Федерация, Уфа, ул. Пушкина, 90;
- ¹⁰Национальный научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова, 050000, Казахстан, Алматы, ул. Желтоксан, 62;
- ¹¹ГОУ ВПО КГМУ, 305041, Российская Федерация, Курск, ул. Садовая, 42а;
- ¹²Киевский медицинский университет, 02099, Украина, Киев, ул. Бориспольская, 2;
- ¹³Киевский городской офтальмологический центр, 02091, Украина, Киев, Харьковское шоссе, 121;
- ¹⁴Иркутский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, 664033, Российская Федерация, Иркутск, ул. Лермонтова, 337;
- ¹⁵Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 664079, Российская Федерация, Иркутск, м/р Юбилейный, 100;
- ¹⁶ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, 664003, Российская Федерация, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1;
- ¹⁷ФГНУ «Институт экспериментальной медицины» РАН, 197376, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, 12;
- ¹⁸ФГБОУ БГМУ, 450008, Российская Федерация, Респ. Башкортостан, Уфа, ул. Ленина, 3;
- ¹⁹ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, 630047, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 130;
- ²⁰ГКБ № 3, Белорусский государственный медицинский университет, 220030, Белоруссия, Минск, ул. Ленина, 30;
- ²¹ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России, 690002, Российская Федерация, Владивосток, пр. Острякова, 2;
- ²²Хабаровский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, 680033, Российская Федерация, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 211;
- ²³КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» Минздрава Хабаровского края, 680009, Российская Федерация, Хабаровск, ул. Краснодарская, 9;
- ²⁴Медицинская академия им. С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», 295051, Российская Федерация, Симферополь, бульвар Ленина, 5/7;
- ²⁵БелМАПО, ГКБ № 10, 220096, Белоруссия, Минск, ул. Уборевича, 73;
- ²⁶ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, кафедра глазных болезней, 410012, Российская Федерация, Саратов, ул. Большая Казачья, 112;
- ²⁷ГБУЗ «Самарская областная клиническая офтальмологическая больница им. Т.И. Ерошевского», 443068, Российская Федерация, Самара, ул. Ново-Садовая, 158;
- ²⁸Государственный университет медицины и фармации им. Н.А. Тестемицану, MD-2004, Молдова, Кишинев, бульвар Штефан чел Маре, 165;
- ²⁹БУЗОО «Клиническая офтальмологическая больница им. В.П. Выходцева», Омская государственная медицинская академия, 644024, Российская Федерация, Омск, ул. Лермонтова, 60;
- ³⁰Министерство здравоохранения и социальной защиты населения Республики Таджикистан, 734025, Республика Таджикистан, Душанбе, ул. Шевченко, 69;
- ³¹Государственное учреждение «Национальный медицинский центр «Шифобахш» Республики Таджикистан», 734064, Республика Таджикистан, Душанбе, ул. И. Сомони, 59;
- ³²ГБУЗ «ГКБ № 2 им Ф.Х. Граля», 614068, Российская Федерация, Пермь, Пермская ул., 230;
- ³³ГБОУ ВПО Ярославский государственный медицинский университет Минздрава России, 150000, Российская Федерация, Ярославль, ул. Революционная, 5;
- ³⁴Новосибирский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, 630071, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Колхидская, 10;
- ³⁵ФГБУ ОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, 454092, Российская Федерация, Челябинск, ул. Воровского, 64.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.
Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Егоров Е.А., Петров С.Ю., Городничий В.В., Куроедов А.В. и др. Тонометрическое внутриглазное давление у взрослого населения: популяционное исследование. *Национальный журнал глаукома*. 2020; 19(2):39-50.

Резюме

ЦЕЛЬ. Исследовать возрастные нормы внутриглазного давления (ВГД) при использовании тонометрии по Маклакову.

МЕТОДЫ. Обследовали лиц европеоидной расы без глаукомы в возрасте 45-75 лет. Исследуемым измеряли ВГД тонометром Маклакова весом 10 грамм в период с 9:00 до 12:00 с последующей оценкой отпечатка по линейке Нестерова - Егорова, измеряли центральную толщину роговицы (ЦТР) и проверяли остроту зрения. Всех исследуемых разделили на три группы по возрасту: группа 1 — 45-55 лет, группа 2 — 56-65 лет, группа 3 — 66-75 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Обследован 791 человек; из 1 499 глаз приняты 1 429 (95,3%). ВГД составило в группе 1 — $16,1 \pm 3,3$ мм рт.ст.; в группе 2 — $16,3 \pm 3,3$ мм рт.ст.; в группе 3 — $16,2 \pm 3,5$ мм рт.ст. ЦТР составило в группе 1 — $545,7 \pm 14,6$ мкм; в группе 2 — $545,3 \pm 15,4$ мкм; в группе 3 — $544,7 \pm 14,6$ мкм. Острота зрения

составила в группе 1 — $0,93 \pm 0,13$; в группе 2 — $0,89 \pm 0,15$; в группе 3 — $0,81 \pm 0,18$.

Среднее ВГД у мужчин — $16,4 \pm 3,3$ мм рт.ст., у женщин — $16,5 \pm 3,3$ мм рт.ст.

Возраст, острота зрения, ЦТР и ВГД имеют нормальное распределение; ВГД и ЦТР в разных группах достоверно не различаются. Наблюдаемые параметры ни в одном случае значимо не коррелируют друг с другом. Не выявлено разницы в ВГД у мужчин и женщин.

ВЫВОДЫ. В здоровой взрослой популяции ЦТР и ВГД имеют нормальное распределение и не претерпевают значимых изменений с возрастом. ВГД не зависит от пола. Среднее ВГД в исследуемой популяции составляет $16,2 \pm 3,4$ мм рт.ст., средняя ЦТР — $545,3 \pm 15,1$ мкм.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: внутриглазное давление, тонометр Маклакова, норма, распределение, популяция.

ENGLISH

Tonometric intraocular pressure in adult population: a population study

EGOROV E.A., Med.Sc.D., Professor, Head of the Ophthalmology Department¹;

PETROV S.YU., Med.Sc.D., main research associate of Glaucoma Department²;

GORODNICHY V.V., Ophthalmologist of the Ophthalmology Department of the Premorbid and Emergency Medical Center³;

KUROVEDOV A.V., Med.Sc.D., Professor¹, Head of Ophthalmology Department³;

ALEKSEEV V.N., Med.Sc.D., Head of Ophthalmology Department⁴;

AMIROV A.N., Ph.D., Associate Professor of the Ophthalmology Department⁵;

BALALIN S.V., Med.Sc.D., Head of Research Department⁶;

BASINSKIY S.N., Med.Sc.D., Professor of Special Surgical Disciplines Department⁷, CEO⁸;

VIKBOV M.M., Med.Sc.D., Professor, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Director⁹;

ВОТАБЕКОВА Т.К., Med.Sc.D., Professor, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Chairman of the board of directors¹⁰;

BREZHNEV A.YU., Ph.D., Associate Professor of the Ophthalmology Department¹¹;

VESELOVSKAYA Z.F., Med.Sc.D., Professor, Corresponding Member of the Ukraine National Academy of Sciences, Head of the Ophthalmology Department¹², Director¹³;

VOLKOVA N.V., Ph.D., Head of Science and Education Department¹⁴, Associate professor^{15,16};

GAZIZOVA I.R., Med.Sc.D., Head of Ophthalmology Department¹⁷;

GALIMOVA V.U., Med.Sc.D., Professor of Ophthalmology Department¹⁸;

GUSAREVICH O.G., Med.Sc.D., Professor of Ophthalmology Department¹⁹;

JUMOVA M.F., Ph.D., Associate Professor of the Department of Eye Diseases²⁰;

DOGADOVA L.P., Ph.D., Professor of the Ophthalmology Department²¹;

EGOROV V.V., Med.Sc.D., Professor, Academician of Russian Academy of Natural Sciences, Main consultant²², Head of the Ophthalmology Department²³;

ERICHEV V.P., Med.Sc.D., Professor, Head of Glaucoma Department²;

IVANOVA N.V., Med.Sc.D., Professor, Head of the Ophthalmology Department²⁴;

IMSHENETSKAYA T.A., Med.Sc.D., Professor, Head of the Ophthalmology Department²⁵;

KAMENSKIKH T.G., Med.Sc.D., Associate Professor, Head of the Eye Diseases Department²⁶;
KARLOVA E.V., Ph.D., Head of Glaucoma Department²⁷;
KUSHNIR V.N., Med.Sc.D., Professor, Head of the Department of Eye Diseases and Optometry²⁸;
LEBEDEV O.I., Med.Sc.D., Professor, Head of Ophthalmology Department²⁹;
MARCHENKO L.N., Med.Sc.D., Professor, Head of the Eye Diseases Department²⁰;
SADKOVA D.N., Advisor to the Minister of Health and Social Protection of Population³⁰,
ophthalmologist of the Children's Eye Department³¹;
SOBIANIN N.A., Ph.D., Head of the Ophthalmology Department³²;
STRAKHOV V.V., Med.Sc.D., Professor, Head of the Ophthalmology Department³³;
CHERNYKH V.V., Med.Sc.D., Professor, Director³⁴;
EKGARDT V.F., Med.Sc.D., Professor of Eye Diseases Department³⁵;
YURIEVA YU.N., Med.Sc.D., Professor, Deputy Director for Scientific Work¹⁴,
Professor of Ophthalmology Department^{15,16}.

¹Pirogov Russian National Research Medical University, Ophthalmology Department, 1 Ostrovitianov st., Moscow, Russian Federation, 117997;

²Scientific Research Institute of Eye Diseases, 11A Rossolimo st., Moscow, Russian Federation, 119021;

³P.V. Mandryka Central military clinical hospital of the Russian Defense Ministry, 8 A Bol'shaya Olen'ya st., Moscow, Russian Federation, 107014;

⁴I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, 41 Kirochnaya st., Saint-Petersburg, Russian Federation, 191015;

⁵Kazan State Medical Academy, 36 Butlerova st., Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 420012;

⁶The Volgograd branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 80 Zemlyachki st., Volgograd, Russian Federation, 400138;

⁷I.S. Turgenev Orel State University, 95 Komsomolskaya st., Orel, Russian Federation, 3020269;

⁸Professor S.N. Basinskiy Ophthalmological center, 1 Krasnoarmeyskaya st., Orel, Russian Federation, 3020269;

⁹Ufa Eye Research Institute, 90 Pushkin st., Ufa, Russian Federation, 450008;

¹⁰A.N. Syzganov National Scientific Surgical Center, 62 Zheltoksan, Almaty, Kazakhstan, 050000;

¹¹Kursk State Medical University, 42a Sadovaya st., Kursk, Russian Federation, 305041;

¹²Kyiv Medical University, 2 Borispolskaya st., Kiev, Ukraine, 02099;

¹³Kyiv Ophthalmological Center, 121 Kharkovskoe r., Kiev, Ukraine, 02091;

¹⁴Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 337 Lermontova st., Irkutsk, Russian Federation, 664033;

¹⁵Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, 100 Yubileiny, Irkutsk, Russian Federation, 664049;

¹⁶Irkutsk State Medical University, 1 Krasnogo Vosstania st., Irkutsk, Russian Federation, 664003;

¹⁷North-West Federal Medical and Research Center, 12 Academician Pavlov st., Saint-Petersburg, Russian Federation, 197376;

¹⁸Bashkir State Medical University, 3 Lenina st., Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation, 450008;

¹⁹Novosibirsk State Medical University, 130 Nemirovich-Danchenko st., Novosibirsk, Russian Federation, 630047;

²⁰Clinical hospital N 3, Belarusian State Medical University, 30 Lenina st., Minsk, Republic of Belarus, 220030;

²¹Pacific State Medical University, 2 Ostriakova ave., Vladivostok, Russian Federation, 690002;

²²The Khabarovsk branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 211 Tihookeanskaya st., Khabarovsk, Russian Federation, 680033;

²³The Postgraduate Institute for Public Health Workers, 9 Krasnodarskaya st., Khabarovsk, Russian Federation, 680009;

²⁴S.I. Georgievsky Medical Academy of Vernadsky CFU, 5/7 Lenina blvd., Simferopol, Russian Federation, 295051;

²⁵Belorussian Medical Academy of Post-Graduate Education, Clinical hospital N 10, 73 Uborevicha st., Minsk, Republic of Belarus, 220096;

²⁶V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Eye Diseases Department, 112 Bolshaya Kazachya st., Saratov, Russian Federation, 410012;

²⁷Eroshevskiy Eye Hospital, Russian Federation, 158 Novo-Sadovaya st., Samara, 443068;

²⁸Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy, 165 Ștefan cel Mare, Chișinău, Republic of Moldova, MD-2004;

²⁹V.P. Vyhodcev Clinical Eye Hospital, Omsk State Medical Academy, 60 Lermontov st., Omsk, Russian Federation, 644024;

³⁰Ministry of Health and Social Protection of the Population of the Republic of Tajikistan, 69 Shevchenko st., Dushanbe, Republic of Tajikistan, 734000;

³¹State institution National Medical Center «Shifobahsh» of the Republic of Tajikistan, 59 I. Somoni ave., Dushanbe, Republic of Tajikistan, 734064;

³²Clinical hospital N 10, 230 Permskaya st., Perm, Russian Federation, 614068;

³³Yaroslavl State Medical University, 5 Revolucionnaya st., Yaroslavl, Russian Federation, 150000;

³⁴The Novosibirsk branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 10 Kolhidskaya st., Novosibirsk, Russian Federation, 630071;

³⁵The South Ural State Medical University of The Ministry of Health of the Russian Federation, 64 Vorovsky st., Chelyabinsk, Russian Federation, 454092.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Egorov E.A., Petrov S.Yu., Gorodnichy V.V., Kuroyedov A.V. et al. Tonometric intraocular pressure in adult population: a population study. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2020; 19(2):39-50.

Abstract

PURPOSE: To study the distribution of intraocular pressure (IOP) obtained by Maklakov tonometry in different age groups.

METHODS: The study evaluated Caucasians without glaucoma aged 45-75. The participants underwent Maklakov tonometry with a 10 g tonometer at 09:00-12:00 with subsequent imprint evaluation by means of Nesterov-Egorov scale, measurements of central corneal thickness (CCT) and visual acuity. All the participants were divided into 3 groups by age: Group 1 consisted of participants aged 45-55, Group 2 comprised the ones aged 56-65, Group 3 included patients aged 66-75.

RESULTS: In total 791 person were enrolled; 1 429 of 1 499 eyes (95.3%) were accepted into the study. IOP in Group 1 was 16.1±3.3 mmHg in Group 1; 16.3±3.3 in Group 2; 16.2±3.5 mmHg in Group 3. CCT in Group 1 was 545.7±14.6 μm; 545.3±15.4 μm

in Group 2; 544.7±14.6 μm in Group 3. Visual acuity was 0.93±0.13 in Group 1; 0.89±0.15 in Group 2; 0.81±0.18 in Group 3.

Average IOP in men was 16.4±3.3 mmHg, in women 16.5±3.3 mmHg.

Age, vision acuity, CCT and IOP were within the normal distribution; IOP and CCT had no significant differences between the age groups. The measured parameters showed no significant intercorrelation. We found no significant difference between IOP in men and women.

CONCLUSION: In a healthy population CCT and IOP values fall within a normal distribution and do not change significantly with age. IOP does not depend on sex. Average IOP in the studied population is 16.2±3.4 mmHg, average CCT is 545.3±15.1 μm.

KEYWORDS: intraocular pressure, Maklakov tonometry, normal values, distribution, population.

Глаукома является социально значимым заболеванием и одной из ведущих причин слепоты в мире: приблизительное число ослепших от глаукомы к 2020 году составляет 3,2 миллиона человек, общее же количество больных глаукомой к 2040 году может возрасти до 111,8 миллиона [1, 2]. Наряду с катарактой, возрастной макулярной дегенерацией и некорректируемыми нарушениями рефракции глаукома является одной из причин потенциальной неудачи программы Vision 2020, инициированной ВОЗ в 1999 году для элиминирования предотвратимых причин слепоты [3]. Наиболее важным и при этом единственным модифицируемым фактором риска развития глаукомы является внутриглазное давление (ВГД) [4, 5]. Несмотря на отсутствие общепринятого «золотого стандарта» скрининга глаукомы, тонометрия фактически является наиболее распространенным методом исследования при диагностике глаукомы и мониторинге пациентов с ранее установленным диагнозом. Тем не менее индивидуальная норма ВГД крайне вариabельна и зависит не только от индивидуальных

особенностей, но и от принадлежности к определенной расе и даже этнической группе. Предполагается, что индивидуальная норма ВГД обусловлена генетическими факторами на 29-67% [6]. Так, на текущий момент хорошо известно о большем среднем ВГД у африканцев и азиатов, чем у европеоидов [7]; ВГД у населения Японии меньше, чем у населения Китая или Индии [8-10]. При этом, несмотря на участие офтальмологов в медицинских экспедициях и проведение популяционных исследований [11, 12], точное определение нормальных значений ВГД у малых народностей по-прежнему является актуальной проблемой. Задача осложняется частым наличием многих малых этносов на небольшой территории и вариabельностью нормального ВГД в зависимости от типа местности даже в пределах одного региона [13, 14]. Зависимость ВГД от возраста также может зависеть от расовой принадлежности: исследования европейской и американской популяции показали увеличение ВГД с возрастом [15, 16], при этом в азиатской популяции ВГД с возрастом уменьшается [8, 17, 18].

Таблица 1. Показатели ВГД, ЦТР и остроты зрения (общее значение, значения у мужчин и женщин)
 Table 1. IOP, CCT and visual acuity (general data, males and females)

	ВГД, мм рт.ст. IOP, mmHg [Q25%; Q75%]	ЦТР, мкм CCT, μ m [Q25%; Q75%]	Острота зрения Visual acuity [Q25%; Q75%]
Все группы All groups	16,2±3,4 [13,7; 18,4] M: 16,4±3,3 [14,0; 19,0] Ж: 16,5±3,3 [14,5; 19,0]	545,3±15,1 [533,0; 559,0] M: 544,1±14,7 [532,8; 556,3] Ж: 545,7±15,0 [534,0; 559,0]	0,88±0,16 [0,8; 1,0]
Группа 1 (45-55 лет) Group I (age 45-55)	16,1±3,3 [13,7; 18,4] M: 16,1±3,4 [13,7; 18,4] Ж: 16,3±3,1 [14,6; 18,4]	545,7±15,2 [534,0; 559,5] M: 544,8±14,9 [533,0; 559,5] Ж: 546,1±15,1 [534,0; 559,0]	0,93±0,13 [0,9; 1,0]
Группа 2 (56-65 лет) Group II (age 56-65)	16,3±3,3 [13,9; 19,0] M: 16,5±3,0 [14,6; 19,0] Ж: 16,7±3,3 [14,5; 19,0]	545,3±15,4 [532,0; 559,0] M: 544,2±15,5 [531,0; 559,0] Ж: 545,6±15,1 [532,0; 558,2]	0,89±0,15 [0,8; 1,0]
Группа 3 (66-75 лет) Group III (age 66-75)	16,2±3,5 [13,7; 19] M: 16,6±3,8 [14,0; 19,0] Ж: 16,4±3,4 [14,1; 19,0]	544,7±14,6 [534,0; 557,0] M: 543,2±13,4 [533,0; 554,0] Ж: 545,4±14,8 [534,0; 558,0]	0,81±0,18 [0,7; 1,0]

В настоящий момент в России и на постсоветском пространстве наиболее распространенным методом измерения ВГД является тонометр Маклакова массой 10 грамм. Появившись в 1884 году, тонометр Маклакова получил большое распространение в начале XX века вследствие удобства в использовании и большой повторяемости результатов, однако его калибровка и определение тонометрической нормы ВГД долго оставались актуальной проблемой. Вскоре после распространения тонометра выяснилось, что работы по его калибровке выполнены некорректно из-за использования закрытой манометрической системы [19], не отображающей сдвиг в гидродинамике глаза в момент аппланации. Исследования, посвященные калибровке тонометра Маклакова с помощью открытой манометрической системы и созданию новых калибровочных таблиц, были проведены лишь к 1970-м годам [20, 21]; тогда же выяснилось, что закон Имберта - Фика ($P=W/S$, где P — тонометрическое давление, W — вес тонометра, S — площадь отпечатка) крайне упрощенно описывает механизм тонометрии, не учитывая сопротивление фиброзной оболочки глаза и наличие слезной пленки.

Вероятно, факт появления новых калибровочных таблиц, а также прогресс в диагностике глаукомы обусловили уменьшение средних показателей

тонометрии в последующих популяционных исследованиях [22]. Вместе с тем на сегодняшний день все еще имеется большое количество различных моделей измерительных линеек для тонометра Маклакова, что представляет актуальную проблему точности измерений [23]. Большинство этих линеек показывают тонометрическое ВГД (P_t), некоторые, в том числе общепринятая в настоящее время линейка Нестерова - Егорова — истинное ВГД (P_o). Её показатели соответствуют данным IOPg (ВГД, приведенному к результатам тонометрии по Гольдману), полученным при тонометрии с помощью двунаправленной аппланации [24].

В настоящее время, согласно Национальному руководству по глаукоме, существуют три диапазона нормального значения ВГД: «высокая норма» (6,5% популяции) — 17-22 мм рт.ст.; «средняя норма» (72,2% популяции) — 13-16 мм рт.ст.; «низкая норма» (21,3% популяции) — 9-12 мм рт.ст. [5]. Упомянутые выше факторы, а также изменения в концепции лечения глаукомы — появление и распространение понятия о целевом ВГД и выделение подозрения на глаукому в отдельную нозологическую единицу (чаще всего диагностируемую при офтальмогипертензии, не сопровождающейся структурным и функциональным поражением сетчатки) — диктуют необходимость в новом популяционном исследовании ВГД.

Таблица 2. Популяционные исследования ВГД с помощью тонометра Маклакова (частично цитируется по Егорову Е.А. с соавт. [22])

Table 2. Population studies of IOP measured by Maklakov tonometer (partly cited from Egorov E.A. et al. [22])

Автор и год публикации <i>Author and year of publication</i>	Результат: среднее значение и доверительный интервал, мм рт.ст. <i>Result: mean value and confidence interval, mmHg</i>	Количество измерений <i>Number of measurements</i>
Маклаков А.Н., 1983 [36] (диаметр аппланации 6,1 мм, расчет по таблицам эластотонометра Филатова - Кальфа) <i>Maklakov A.N., 1983 (applanation diameter 6.1 mm, calculations with Filatov - Kalf elastotonometer tables)</i>	27,4	2 271
Мельник Л.С., 1961 [37] <i>Melnik L.S., 1961</i>	23,8 [17,9-29,6]	3 386
Нестеров А.П., Черкунов Б.Ф., 1963 [38] <i>Nesterov A.P., Cherkunov B.F., 1963</i>	23,7 [18,3-29,5]	427
Белоруссов В.К., 1964 [39] <i>Belorussov V.K., 1964</i>	23,5 [18,2-28,7]	2 400
Панина Н.Б., 1971 [40] <i>Panina N.B., 1971</i>	20 [18-23]	9 406
Алексеев В.Н., 2001 [41] <i>Alekseev V.N., 2001</i>	19,9 [17,01-24,06]	4 902

Материалы и методы

Исследование было проведено в ряде клинических центров России, Беларуси, Украины, Молдовы, Таджикистана и Казахстана в 2016-2017 гг. В исследовании участвовали лица, соответствующие критериям включения и исключения.

Критерии включения:

- здоровые лица (без глаукомы) обоих полов в возрасте 45-75 лет;
- клиническая рефракция $\pm 3,0$ диоптрии и астигматизм $\pm 1,5$ диоптрии;
- центральная толщина роговицы (ЦТР) в пределах 520-570 мкм;
- острота зрения с коррекцией $\geq 0,5$;
- европеоидная раса.

Критерии исключения:

- аметропия и/или астигматизм со значением выше указанного в критериях включения;
- ЦТР за пределами 520-570 мкм;
- наличие офтальмопатологии (глаукома, патология роговицы, сетчатки, сосудистой оболочки, зрелая катаракта);
- кераторефракционная хирургия в анамнезе;
- наличие в анамнезе офтальмохирургического вмешательства (в т.ч. интравитреального введения ингибиторов VEGF), травмы органа зрения, перенесенного увеита;
- наличие декомпенсированной соматической патологии; пациенты с общими (системными) заболеваниями, требующими гормональной терапии.

Всем пациентам проводили тонометрию тонометром Маклакова грузом 10,0 г в период с 09:00 до 12:00. Процедуру проводили по стандартной методике: под местной анестезией тонометр опускали на роговицу на 1 секунду. Измерение проводили дважды для каждого глаза. Отпечаток оценивали с помощью линейки Нестерова - Егорова для получения данных истинного ВГД (P_0).

Также всем пациентам проводили визометрию и измерение ЦТР.

Всех исследуемых разделили на три группы по возрасту. В группу 1 включили лиц в возрасте 45-55 лет; в группу 2 — в возрасте 56-65 лет; в группу 3 — в возрасте 66-75 лет.

Статистическую обработку полученных данных проводили в программе Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Приводимые параметры, имеющие нормальное распределение, представлены в формате: $M \pm m$, где M — среднее значение, m — стандартное отклонение, также для ряда данных представлены верхний и нижний квартили.

Параметры, имеющие распределение отличное от нормального, представлены в формате: $Me [Q25\%; Q75\%]$, где Me — медиана, $Q25\%$ и $Q75\%$ — квартили, все полученные данные имеют нормальное распределение.

Распределение количественных параметров — W-критерий Шапиро - Уилка.

При нормальном распределении параметров для сравнения двух независимых групп или повторных внутригрупповых изменений применяли t-критерий Стьюдента. При отличном от нормального

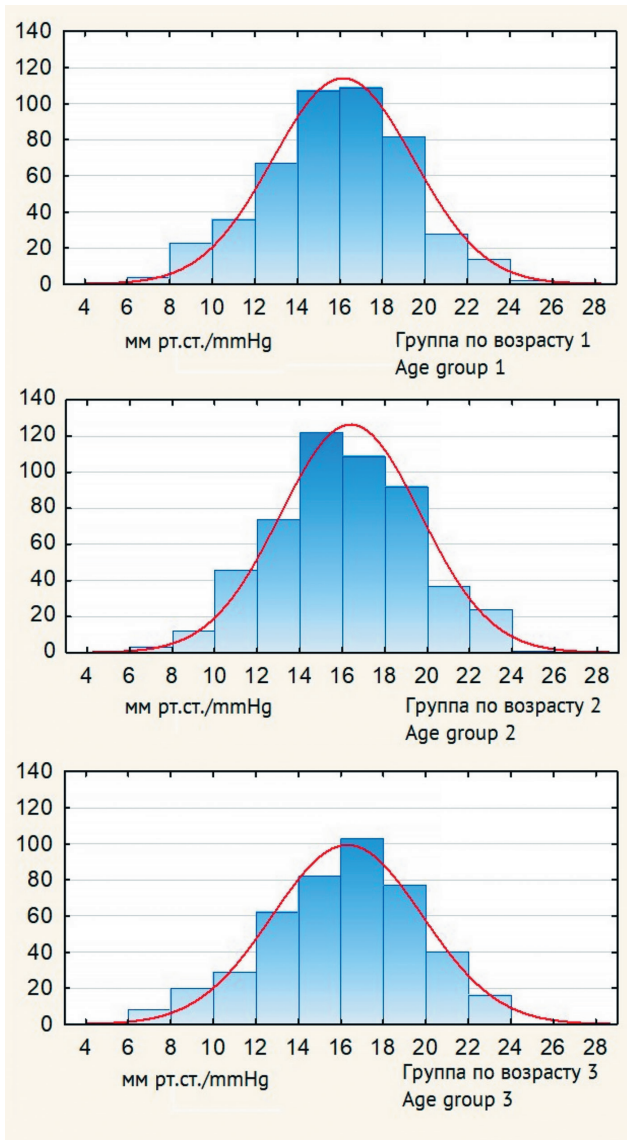


Рис. 1. Распределение значений ВГД в исследуемой популяции, разделенной на группы по возрасту
Fig. 1. IOP distribution in the studied population, divided by age groups

распределения параметров для попарного сравнения двух независимых выборок применяли Z-аппроксимацию U-критерия Манна - Уитни, для повторных внутригрупповых сравнений — Z-аппроксимацию T-критерия Вилкоксона.

Для проверки равенства медиан нескольких выборок применяли H-критерий Краскела - Уоллеса. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принят равным $<0,05$.

Результаты и обсуждение

Обследован 791 человек; из 1 499 глаз приняты 1 429 (95,0%). Из исследования были исключены 70 случаев: 42 из-за несоответствия установленным критериям ЦТР, 27 — в силу возраста, 1 — из-за рефракционной ошибки за пределами допустимой.

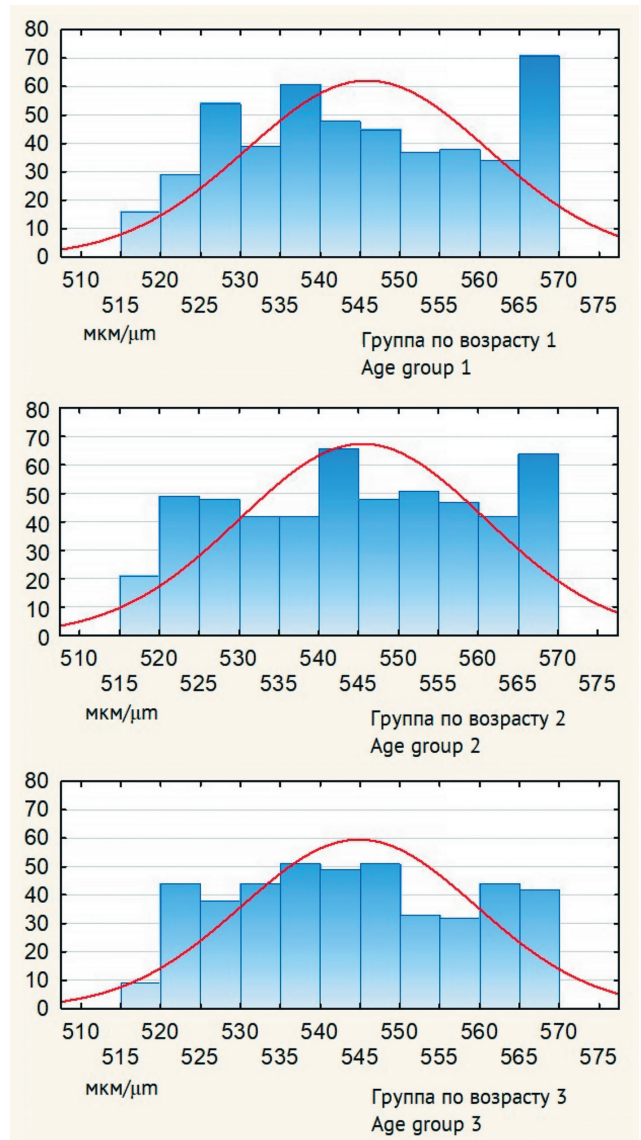


Рис. 2. Распределение значений ЦТР в исследуемой популяции, разделенной на группы по возрасту
Fig. 2. CCT distribution in the studied population, divided by age groups

Женских глаз — 955, мужских — 474; левых — 698, правых — 731.

В группу 1 (возраст обследуемых 45-55 лет) попали 472 глаза, в группу 2 (возраст 56-65 лет) — 520 глаз, в группу 3 (возраст 66-75 лет) — 437 глаз.

Все полученные результаты имеют нормальное распределение.

Результаты исследования ВГД, ЦТР и остроты зрения представлены в *табл. 1*. Статистически значимых различий в значениях ЦТР и ВГД между возрастными группами не выявлено (*рис. 1, 2*); также не выявлено разницы в ВГД у мужчин и женщин.

Ни в одной группе не выявлено клинически важных зависимостей между исследуемыми параметрами. В группе 1 наблюдаются слабые корреляции

Таблица 3. Крупнейшие популяционные исследования ВГД за период 1997-2019 гг.

Table 3. Largest IOP population studies, published in 1997-2019 years

Первый автор, год First author, year	Результат, мм рт.ст./мкм Result, mmHg/ μ m	Количество случаев Cases amount	Исследуемая популяция, зависимость от ЦТР, возраста и пола Studied population, dependency on CCT, age and sex
Leske M.C., 1997 [31]	18,7 \pm 5,2 (африканцы/Africans) 18,2 \pm 3,8 (метисы/Mestizo) 16,5 \pm 3,0 (белые/Caucasians)	4 601	Популяция Барбадоса. ВГД больше у африканцев, больше у женщин, растет с возрастом <i>Barbados population. IOP higher in Africans, in women, increases with age</i>
Klein B.E., 2002 [15]	15,5 (м) 15,3 (ж)	4 926	Штат Висконсин, США. ВГД увеличивается с возрастом <i>Wisconsin, USA. IOP increases with age</i>
Hashemi H., 2005 [27]	14,5 \pm 2,6	4 565	Население Тегерана. ВГД увеличивается с возрастом <i>Tehran population. IOP increases with age</i>
Lin H., 2005 [18]	12,9 \pm 3,1	1 292	Тайваньская популяция. ВГД уменьшается с возрастом. Больше ВГД у женщин <i>Taiwan population. IOP increases with age, higher in women</i>
Fukuoka S., 2008 [8]	14,1 \pm 2,3	7 313	Японская популяция. ВГД увеличивается с возрастом. Зависимость ВГД от ЦТР <i>Japan population. IOP increases with age. IOP depends on CCT</i>
Memarzadeh F., 2008 [42]	14,5 \pm 3,2	5 958	Латиноамериканская популяция. ВГД увеличивается с возрастом. Зависимость ВГД от ЦТР <i>Latin-American population. IOP increases with age IOP depends on CCT</i>
Landers J., 2011 [43]	12,8 \pm 3,2 512 \pm 36	1 884	Популяция центральной Австралии. Зависимость ВГД от ЦТР. ВГД уменьшается с возрастом <i>Central Australia population. IOP depends on CCT IOP decreases with age</i>
Lee M.K., 2012 [17]	14,4 (Корея/Korea) 14,1 (Монголия/ Mongolia)	3 196	Южнокорейская и монгольская популяция. ВГД уменьшается с возрастом <i>South Korea and Mongolia population. IOP decreases with age</i>
Suh W., 2012	14,45 \pm 2,67 (город/ urban population) 13,53 \pm 2,76 (сельская местность/ rural population)	3 191	Южнокорейская популяция. Зависимость ВГД от ЦТР. Больше ВГД у женщин. ВГД уменьшается с возрастом <i>South Korea population. IOP depends on CCT. IOP higher in women. IOP decreases with age</i>
Hoehn R., 2013 [26]	14,0 \pm 2,6	4 335	Западногерманская популяция. Больше ВГД у мужчин <i>West German population. IOP higher in men</i>
Kim M.J., 2014 [29]	14,19 \pm 2,78 (м) 13,79 \pm 2,70 (ж)	13 431	Южнокорейская популяция. Больше ВГД у мужчин <i>South Korea population. IOP higher in men</i>
Hashemi H., 2015 [28]	12,87 \pm 2,27	5 190	Североиранская популяция. Зависимость ВГД от ЦТР. Больше ВГД у женщин <i>Northern Iran population. IOP depends on CCT. IOP higher in women</i>
Chan M.P., 2016 [25]	15,95 [15,92-15,97]	110 573	Население Великобритании. Больше ВГД у мужчин. ВГД увеличивается с возрастом <i>UK population. IOP higher in men. IOP increases with age</i>
Han X., 2016 [44]	15,4 \pm 2,3	3 372	Южнокитайская популяция. ВГД уменьшается с возрастом <i>South China population. IOP decreases with age</i>
Khawaja A.P., 2016 [30]	13,6-16,0	46 081	Европейская популяция (метаанализ 13 работ). Больше ВГД у мужчин <i>European population (meta-analysis of 13 studies). IOP higher in men</i>
Pakravan M., 2017 [33]	14,2 \pm 2,5 543 \pm 37	2 098	Иранская популяция. Зависимость ВГД от ЦТР. ВГД увеличивается с возрастом <i>Iran population. IOP depends on CCT. IOP increases with age</i>
Cui Y., 2019 [45]	15,58 \pm 3,27	2 112	Южнокитайская популяция. Зависимость ВГД от ЦТР. Больше ВГД у женщин <i>South China population. IOP depends on CCT. IOP higher in women</i>
Бикбов М.М., 2019 [14]	13,6 \pm 3,8 542 \pm 34	5 899	Население Башкортостана. Больше ВГД у женщин <i>Bashkortostan population. IOP higher in women</i>

между ВГД и ЦТР (коэфф. 0,15) и между ВГД и возрастом (коэфф. -0,12). В группе 3 также наблюдается слабая (коэфф. -0,14) корреляция между возрастом и ЦТР.

В нашем исследовании не было обнаружено взаимосвязи между ВГД, ЦТР и возрастом. Среднее ВГД составило $16,2 \pm 3,4$ мм рт.ст., средняя ЦТР — $545,3 \pm 15,1$ мкм. Результаты нашего исследования демонстрируют меньшие значения ВГД, чем проведенные ранее популяционные исследования с использованием тонометра Маклакова (табл. 2). Вероятнее всего, это связано с использованием нами истинного ВГД (P_0), а не тонометрического ВГД (P_t), широко применяемого в практике ранее, а также прогрессом в ранней диагностике глаукомы, из-за чего в ранние исследования могли быть включены пациенты с начальной стадией заболевания. Наши результаты находятся на границе «средней» и «высокой» нормы, описанной в Национальном руководстве по глаукоме [5].

Полученные нами данные ВГД несколько превышают результаты других популяционных исследований, проведенных в США и Европе (табл. 3) [15, 25, 26]. Также среднее ВГД, по нашим данным, почти на 3 мм рт.ст. превышает значение, полученное в исследовании, проведенном на территории Башкортостана М.М. Бикбовым с соавт. [14], возможно, это обусловлено применением пневмотонометрии в другом исследовании. Также наши результаты превышают значения ВГД, полученные в исследованиях в Юго-Восточной Азии и в Иране [8, 18, 27-29]. По данным метаанализа 13 популяционных исследований (всего 46 081 случай), посвященных распределению ВГД среди здоровых лиц в Европе, ВГД варьирует от 13,6 до 16,0 мм рт.ст. [30]. Среди крупных исследований большее, чем в нашей работе, среднее ВГД выявлено только у африканцев в исследовании The Barbados Eye Study [31].

В нашей работе не выявлено корреляции ВГД с возрастом, полом и ЦТР. На сегодняшний день существуют противоречивые данные об этих взаимосвязях: в ряде крупных популяционных исследований она подтверждается, в ряде других — нет

(табл. 3). В литературе описана как положительная, так и отрицательная корреляция ВГД с возрастом. Предполагается, что снижение ВГД с возрастом в исследованиях, проведенных в азиатских регионах, может быть связано с распространенным низким индексом массы тела и снижением артериального давления с возрастом; это же может обуславливать распространенность нормотензивной глаукомы в азиатских странах [14]. Описана также нелинейная зависимость ВГД от возраста, с ростом ВГД до 60 лет и плавным снижением после [30, 32].

В нашем исследовании средняя ЦТР составила $545,3 \pm 15,1$ мкм. Наши результаты соотносятся с результатами М. Pakravan et al. (население Ирана, 543 ± 37 мкм [33]) и М.М. Бикбова с соавт. (население Башкортостана, 542 ± 34 мкм [14]) и отличаются от работ, проведенных в азиатских регионах (V. Nangia et al., население Индии, 514 ± 33 мкм [34]; H. Zhang, население Китая, $556,2 \pm 33,1$ мкм [35]). В нашем исследовании, как и в подавляющем большинстве других работ, не выявлено зависимости ЦТР от возраста. Однако по данным T. Wong et al. начиная с 40 лет ЦТР линейно уменьшается [32].

Возможным недостатком нашей работы является разнородная популяция, не позволяющая провести подробный анализ в зависимости от этноса и типа местности. Мы не выявили зависимости ВГД от ЦТР, пола и возраста, однако, учитывая разнородные результаты большого количества других работ, определение этой зависимости остается актуальной проблемой. Наши результаты могут учитываться в дальнейшем при расчете референтных значений для тонометрии с помощью тонометра Маклакова.

Заключение

В исследуемой популяции средняя ЦТР составляет $545,3 \pm 15,1$ мкм, среднее ВГД при измерении тонометром Маклакова весом 10 г составляет $16,2 \pm 3,4$ мм рт.ст. В исследуемой популяции не выявлено зависимости ВГД от пола, возраста и ЦТР. Как ЦТР, так и ВГД значительно не изменяются с возрастом и имеют нормальное распределение.

References

1. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., Quigley H.A., Aung T., Cheng C.Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014; 121(11):2081-2090. doi:10.1016/j.ophtha.2014.05.013
2. Flaxman S.R., Bourne R.R.A., Resnikoff S., Ackland P., Braithwaite T., Cicinelli M.V., Das A., Jonas J.B., Keeffe J., Kempen J.H., Leasher J., Limburg H., Naidoo K., Pesudovs K., Silvester A., Stevens G.A., Tahhan N., Wong T.Y., Taylor H.R., Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease S. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990-2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017; 5(12):e1221-e1234. doi:10.1016/S2214-109X(17)30393-5
3. Sabanayagam C., Cheng C.Y. Global causes of vision loss in 2015: are we on track to achieve the Vision 2020 target? *Lancet Glob Health*. 2017; 5(12):e1164-e1165. doi:10.1016/S2214-109X(17)30412-6
4. Terminology and guidelines for glaucoma: European glaucoma society. 4th edition. Savona, Italy; 2014.
1. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., Quigley H.A., Aung T., Cheng C.Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014; 121(11):2081-2090. doi:10.1016/j.ophtha.2014.05.013
2. Flaxman S.R., Bourne R.R.A., Resnikoff S., Ackland P., Braithwaite T., Cicinelli M.V., Das A., Jonas J.B., Keeffe J., Kempen J.H., Leasher J., Limburg H., Naidoo K., Pesudovs K., Silvester A., Stevens G.A., Tahhan N., Wong T.Y., Taylor H.R., Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease S. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990-2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017; 5(12):e1221-e1234. doi:10.1016/S2214-109X(17)30393-5
3. Sabanayagam C., Cheng C.Y. Global causes of vision loss in 2015: are we on track to achieve the Vision 2020 target? *Lancet Glob Health*. 2017; 5(12):e1164-e1165. doi:10.1016/S2214-109X(17)30412-6
4. Terminology and guidelines for glaucoma: European glaucoma society. 4th edition. Savona, Italy; 2014.

5. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей, 3-е издание. Под ред. Е.А. Егоров, Ю.С. Астахова, В.П. Еричева. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2015. 456 с.
6. Choquet H., Thai K.K., Yin J., Hoffmann T.J., Kvale M.N., Banda Y., Schaefer C., Risch N., Nair K.S., Melles R., Jorgenson E. A large multi-ethnic genome-wide association study identifies novel genetic loci for intraocular pressure. *Nat Commun.* 2017; 8(1):2108. doi:10.1038/s41467-017-01913-6
7. David R., Zangwill L., Stone D., Yassur Y. Epidemiology of intraocular pressure in a population screened for glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 1987; 71(10):766-771. doi:10.1136/bjo.71.10.766
8. Fukuoka S., Aihara M., Iwase A., Araie M. Intraocular pressure in an ophthalmologically normal Japanese population. *Acta Ophthalmol.* 2008; 86(4):434-439. doi:10.1111/j.1600-0420.2007.01068.x
9. Vijaya L., George R., Arvind H., Ve Ramesh S., Baskaran M., Raju P., Asokan R., Velumuri L. Central corneal thickness in adult South Indians: the Chennai Glaucoma Study. *Ophthalmology.* 2010; 117(4):700-704. doi:10.1016/j.ophtha.2009.09.025
10. Xu L., Li J., Zheng Y., Cui T., Zhu J., Ma K., Yang H., Ma B., Jonas J.B. Intraocular pressure in Northern China in an urban and rural population: the Beijing eye study. *Am J Ophthalmol.* 2005; 140(5):913-915. doi:10.1016/j.ajo.2005.04.050
11. Онищенко А.Л., Колбаско А.В., Ширина М.А. Внутриглазное давление у тубаларов - коренного населения Республики Алтай. *Глаукома.* 2011; 4:49-51.
12. Baboolal S.O., Smit D.P. South African Eye Study (SAES): ethnic differences in central corneal thickness and intraocular pressure. *Eye (Lond).* 2018; 32(4):749-756. doi:10.1038/eye.2017.291
13. Шараф В.М., Сипливый В.И. Причины поздней диагностики и эпидемиологические особенности глаукомы в Северо-восточном регионе Аравийского полуострова. *Национальный журнал глаукома.* 2015; 14(4):44-50.
14. Bikbov M.M., Kazakbaeva G.M., Zainullin R.M., Salavatova V.F., Gilmanshin T.R., Yakupova D.F., Uziyanbaeva Y.V., Arslangareeva I.I., Panda-Jonas S., Mukhamadieva S.R., Khikmatullin R.I., Aminev S.K., Nuriev I.F., Zaynetdinov A.F., Jonas J.B. Intraocular pressure and its associations in a Russian population: The Ural Eye and Medical Study. *Am J Ophthalmol.* 2019; 204:130-139. doi:10.1016/j.ajo.2019.02.030
15. Klein B.E., Klein R., Linton K.L. Intraocular pressure in an American community. The Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1992; 33(7):2224-2228.
16. Wu S.Y., Leske M.C. Associations with intraocular pressure in the Barbados Eye Study. *Arch Ophthalmol.* 1997; 115(12):1572-1576. doi:10.1001/archophth.1997.01100160742012
17. Lee M.K., Cho S.I., Kim H., Song Y.M., Lee K., Kim J.I., Kim D.M., Chung T.Y., Kim Y.S., Seo J.S., Ham D.L., Sung J. Epidemiologic characteristics of intraocular pressure in the Korean and Mongolian populations: the Healthy Twin and the GENDISCAN study. *Ophthalmology.* 2012; 119(3):450-457. doi:10.1016/j.ophtha.2011.09.016
18. Lin H.Y., Hsu W.M., Chou P., Liu C.J., Chou J.C., Tsai S.Y., Cheng C.Y. Intraocular pressure measured with a noncontact tonometer in an elderly Chinese population: the Shihpai Eye Study. *Arch Ophthalmol.* 2005; 123(3):381-386. doi:10.1001/archophth.123.3.381
19. Кальфа С.Ю. К вопросу о теории тонометрии сплюсывания. *Русский офтальмологический журнал.* 1927; 6(10):1132-1141.
20. Нестеров А.П., Вургафт М.Б. Калибровочные таблицы для эластонометра Филатова - Кальфа. *Вестник офтальмологии.* 1972; 88(2):20-25.
21. Вургафт М.В. О калибровке тонометров Маклакова разного веса. *Офтальмологический журнал.* 1965(6):443-448.
22. Егоров Е.А., Еричев В.П., Куроедов А.В., Петров С.Ю., Антонов А.А. Показатели офтальмотонометрии в здоровой популяции. *Национальный журнал глаукома.* 2018; 17(2):91-98.
23. Вурдафт А.Е. О точности измерительных линеек Б.Л. Поляка. *Национальный журнал глаукома.* 2017; 16(4):11-22.
24. Мачехин В.А., Львов В.А. К вопросу о сопоставимости результатов исследования истинного внутриглазного давления по данным пневмотонометра Reichert 7CR и аппланационной тонометрии по Маклакову. *Вестник ТГУ.* 2015; 20(4):776-780.
25. Chan M.P., Grossi C.M., Khawaja A.P., Yip J.L., Khaw K.T., Patel P.J., Khaw P.T., Morgan J.E., Vernon S.A., Foster P.J., UK Biobank Eye and Vision Consortium. Associations with Intraocular Pressure in a Large Cohort: Results from the UK Biobank. *Ophthalmology.* 2016; 123(4):771-782. doi:10.1016/j.ophtha.2015.11.031
26. Hoehn R., Mirshahi A., Hoffmann E.M., Kottler U.B., Wild P.S., Laubert-Reh D., Pfeiffer N. Distribution of intraocular pressure and its association with ocular features and cardiovascular risk factors: the Gutenberg Health Study. *Ophthalmology.* 2013; 120(5):961-968. doi:10.1016/j.ophtha.2012.10.031
5. Nacional'noe rukovodstvo po glaukome [National guidelines for glaucoma], 3rd ed. Ed. by E.A. Egorov, Yu.S. Astakhov, V.P. Eriчев. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2015. 456 p. (In Russ.).
6. Choquet H., Thai K.K., Yin J., Hoffmann T.J., Kvale M.N., Banda Y., Schaefer C., Risch N., Nair K.S., Melles R., Jorgenson E. A large multi-ethnic genome-wide association study identifies novel genetic loci for intraocular pressure. *Nat Commun.* 2017; 8(1):2108. doi:10.1038/s41467-017-01913-6
7. David R., Zangwill L., Stone D., Yassur Y. Epidemiology of intraocular pressure in a population screened for glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 1987; 71(10):766-771. doi:10.1136/bjo.71.10.766
8. Fukuoka S., Aihara M., Iwase A., Araie M. Intraocular pressure in an ophthalmologically normal Japanese population. *Acta Ophthalmol.* 2008; 86(4):434-439. doi:10.1111/j.1600-0420.2007.01068.x
9. Vijaya L., George R., Arvind H., Ve Ramesh S., Baskaran M., Raju P., Asokan R., Velumuri L. Central corneal thickness in adult South Indians: the Chennai Glaucoma Study. *Ophthalmology.* 2010; 117(4):700-704. doi:10.1016/j.ophtha.2009.09.025
10. Xu L., Li J., Zheng Y., Cui T., Zhu J., Ma K., Yang H., Ma B., Jonas J.B. Intraocular pressure in Northern China in an urban and rural population: the Beijing eye study. *Am J Ophthalmol.* 2005; 140(5):913-915. doi:10.1016/j.ajo.2005.04.050
11. Onishchenko A.L., Kolbasko A.V., Shiota M.A. Intraocular pressure in Tubalarov the indigenous population of the Altai Republic. *Glaucoma.* 2011; 4:49-51. (In Russ.).
12. Baboolal S.O., Smit D.P. South African Eye Study (SAES): ethnic differences in central corneal thickness and intraocular pressure. *Eye (Lond).* 2018; 32(4):749-756. doi:10.1038/eye.2017.291
13. Charaf W.M., Siplivy V.I. The reasons for late diagnosis and epidemiological features of glaucoma in the North-eastern region of the Arabian Peninsula. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma.* 2015; 14(4):44-50. (In Russ.).
14. Bikbov M.M., Kazakbaeva G.M., Zainullin R.M., Salavatova V.F., Gilmanshin T.R., Yakupova D.F., Uziyanbaeva Y.V., Arslangareeva I.I., Panda-Jonas S., Mukhamadieva S.R., Khikmatullin R.I., Aminev S.K., Nuriev I.F., Zaynetdinov A.F., Jonas J.B. Intraocular pressure and its associations in a Russian population: The Ural Eye and Medical Study. *Am J Ophthalmol.* 2019; 204:130-139. doi:10.1016/j.ajo.2019.02.030
15. Klein B.E., Klein R., Linton K.L. Intraocular pressure in an American community. The Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1992; 33(7):2224-2228.
16. Wu S.Y., Leske M.C. Associations with intraocular pressure in the Barbados Eye Study. *Arch Ophthalmol.* 1997; 115(12):1572-1576. doi:10.1001/archophth.1997.01100160742012
17. Lee M.K., Cho S.I., Kim H., Song Y.M., Lee K., Kim J.I., Kim D.M., Chung T.Y., Kim Y.S., Seo J.S., Ham D.L., Sung J. Epidemiologic characteristics of intraocular pressure in the Korean and Mongolian populations: the Healthy Twin and the GENDISCAN study. *Ophthalmology.* 2012; 119(3):450-457. doi:10.1016/j.ophtha.2011.09.016
18. Lin H.Y., Hsu W.M., Chou P., Liu C.J., Chou J.C., Tsai S.Y., Cheng C.Y. Intraocular pressure measured with a noncontact tonometer in an elderly Chinese population: the Shihpai Eye Study. *Arch Ophthalmol.* 2005; 123(3):381-386. doi:10.1001/archophth.123.3.381
19. Kalfa S.Yu. On the question of theory of tonometry with applanation tonometers. *Russian Ophthalmological Journal.* 1927; 6(10):1132-1141. (In Russ.).
20. Nesterov A.P., Vurgaft M.B. Calibration tables for the Filatov - Kalf elastotonometer. *Vestn oftalmol.* 1972; 88(2):20-25. (In Russ.).
21. Vurgaft M.V. On the a calibration of Maklakov tonometers of different weight. *Ophthalmology journal (USSR).* 1965(6):443-448. (In Russ.).
22. Egorov E.A., Eriчев V.P., Kuroedov A.V., Petrov S.Yu., Antonov A.A. Tonometric intraocular pressure reference values in healthy population. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma.* 2018; 17(2):91-98. (In Russ.).
23. Vurdaft A.E. On the precision of Polyak measuring scales in Maklakov tonometry. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma.* 2017;16(4):11-22. (In Russ.).
24. Machehin V.A., Lvov V.A. Regarding the comparability of the investigation outcomes of the true intraocular pressure according to the pneu-tonometer Reichert 7cr data and applanation tonometry by Maklakov. *Vestnik TGU.* 2015; 20(4):776-780. (In Russ.).
25. Chan M.P., Grossi C.M., Khawaja A.P., Yip J.L., Khaw K.T., Patel P.J., Khaw P.T., Morgan J.E., Vernon S.A., Foster P.J., UK Biobank Eye and Vision Consortium. Associations with Intraocular Pressure in a Large Cohort: Results from the UK Biobank. *Ophthalmology.* 2016; 123(4):771-782. doi:10.1016/j.ophtha.2015.11.031
26. Hoehn R., Mirshahi A., Hoffmann E.M., Kottler U.B., Wild P.S., Laubert-Reh D., Pfeiffer N. Distribution of intraocular pressure and its association with ocular features and cardiovascular risk factors: the Gutenberg Health Study. *Ophthalmology.* 2013; 120(5):961-968. doi:10.1016/j.ophtha.2012.10.031

27. Hashemi H., Kashi A.H., Fotouhi A., Mohammad K. Distribution of intraocular pressure in healthy Iranian individuals: the Tehran Eye Study. *Br J Ophthalmol.* 2005; 89(6):652-657. doi:10.1136/bjo.2004.058057
28. Hashemi H., Khabazkhoob M., Emamian M.H., Shariati M., Yekta A., Fotouhi A. Distribution of intraocular pressure and its determinants in an Iranian adult population. *Int J Ophthalmol.* 2016; 9(8):1207-1214. doi:10.18240/ijo.2016.08.19
29. Kim M.J., Park K.H., Kim C.Y., Jeoung J.W., Kim S.H. The distribution of intraocular pressure and associated systemic factors in a Korean population: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Acta Ophthalmol.* 2014; 92(7):e507-513. doi:10.1111/aos.12327
30. Khawaja A.P., Springelkamp H., Creuzot-Garcher C., Delcourt C., Hofman A., Hohn R., Iglesias A.I., Wolfs R.C., Korobelnik J.F., Silva R., Topouzis F., Williams K.M., Bron A.M., Buitendijk G.H., Cacho M.D., Cougnard-Gregoire A., Dartigues J.F., Hammond C.J., Pfeiffer N., Salonikiou A., van Duijn C.M., Vingerling J.R., Luben R.N., Mirshahi A., Lamparter J., Klaver C.C., Jansoni N.M., Foster P.J., European Eye Epidemiology C. Associations with intraocular pressure across Europe: The European Eye Epidemiology (E(3)) Consortium. *Eur J Epidemiol.* 2016; 31(11):1101-1111. doi:10.1007/s10654-016-0191-1
31. Leske M.C., Connell A.M., Wu S.Y., Hyman L., Schachat A.P. Distribution of intraocular pressure. The Barbados Eye Study. *Arch Ophthalmol.* 1997; 115(8):1051-1057. doi:10.1001/archophth.1997.01100160221012
32. Wong T.T., Wong T.Y., Foster P.J., Crowston J.G., Fong C.W., Aung T., SiMES Study Group. The relationship of intraocular pressure with age, systolic blood pressure, and central corneal thickness in an asian population. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009; 50(9):4097-4102. doi:10.1167/iovs.08-2822
33. Pakravan M., Javadi M.A., Yazdani S., Ghahari E., Behrooz Z., Soleimanizad R., Moghimi S., Nilforoushan N., Zarei R., Eslami Y., Ghasami M., Ziaei H., Katibeh M., Tabesh H., Yaseri M. Distribution of intraocular pressure, central corneal thickness and vertical cup-to-disc ratio in a healthy Iranian population: the Yazd Eye Study. *Acta Ophthalmol.* 2017; 95(2):e144-e151. doi:10.1111/aos.13231
34. Nangia V., Jonas J.B., Sinha A., Matin A., Kulkarni M. Central corneal thickness and its association with ocular and general parameters in Indians: the Central India Eye and Medical Study. *Ophthalmology.* 2010; 117(4):705-710. doi:10.1016/j.ophtha.2009.09.003
35. Zhang H., Xu L., Chen C., Jonas J.B. Central corneal thickness in adult Chinese. Association with ocular and general parameters. The Beijing Eye Study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008; 246(4):587-592. doi:10.1007/s00417-007-0760-9
36. Маклаков А.Н. Еще по поводу офтальмотонометрии. *Хирургическая летопись.* 1893;4:1-11.
37. Мельник Л.С. О нормах эластотонометрических кривых. *Офтальмологический журнал.* 1961; 16(4):221.
38. Нестеров А.П., Черкунов Б.Ф. Эластотонометрические исследования нормальных глаз. Сб. науч. тр. Кафедра глазных болезней Куйбышевского медицинского института. Куйбышев; 1963: 97-99.
39. Белоруссов В.К. О нормах эластотонометрических кривых у лиц разных возрастных категорий. *Офтальмологический журнал.* 1964; 19(5):326-331.
40. Панина Н.Б. О нормах внутриглазного давления. *Глаукома и другие заболевания глаз.* 1971: 7-12.
41. Алексеев В.Н., Егоров Е.А., Мартынова Е.Б. О распределении уровней внутриглазного давления в нормальной популяции. *РМЖ Клиническая офтальмология.* 2001; 2(2):38-40.
42. Memarzadeh F., Ying-Lai M., Azen S.P., Varma R., Los Angeles Latino Eye Study G. Associations with intraocular pressure in Latinos: the Los Angeles Latino Eye Study. *Am J Ophthalmol.* 2008; 146(1):69-76. doi:10.1016/j.ajo.2008.03.015
43. Landers J., Henderson T., Craig J. Distribution and associations of intraocular pressure in indigenous Australians within central Australia: the Central Australian Ocular Health Study. *Clin Exp Ophthalmol.* 2011; 39(7):607-613. doi:10.1111/j.1442-9071.2011.02507.x
44. Han X., Niu Y., Guo X., Hu Y., Yan W., He M. Age-Related Changes of Intraocular Pressure in Elderly People in Southern China: Lingtong Eye Cohort Study. *PLoS One.* 2016; 11(3):e0151766. doi:10.1371/journal.pone.0151766
45. Cui Y., Yang X., Zhang G., Guo H., Zhang M., Zhang L., Zeng J., Liu Q., Zhang L., Meng Q. Intraocular Pressure in General and Diabetic Populations From Southern China: the Dongguan Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2019; 60(2):761-769. doi:10.1167/iovs.18-25247
27. Hashemi H., Kashi A.H., Fotouhi A., Mohammad K. Distribution of intraocular pressure in healthy Iranian individuals: the Tehran Eye Study. *Br J Ophthalmol.* 2005; 89(6):652-657. doi:10.1136/bjo.2004.058057
28. Hashemi H., Khabazkhoob M., Emamian M.H., Shariati M., Yekta A., Fotouhi A. Distribution of intraocular pressure and its determinants in an Iranian adult population. *Int J Ophthalmol.* 2016; 9(8):1207-1214. doi:10.18240/ijo.2016.08.19
29. Kim M.J., Park K.H., Kim C.Y., Jeoung J.W., Kim S.H. The distribution of intraocular pressure and associated systemic factors in a Korean population: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Acta Ophthalmol.* 2014; 92(7):e507-513. doi:10.1111/aos.12327
30. Khawaja A.P., Springelkamp H., Creuzot-Garcher C., Delcourt C., Hofman A., Hohn R., Iglesias A.I., Wolfs R.C., Korobelnik J.F., Silva R., Topouzis F., Williams K.M., Bron A.M., Buitendijk G.H., Cacho M.D., Cougnard-Gregoire A., Dartigues J.F., Hammond C.J., Pfeiffer N., Salonikiou A., van Duijn C.M., Vingerling J.R., Luben R.N., Mirshahi A., Lamparter J., Klaver C.C., Jansoni N.M., Foster P.J., European Eye Epidemiology C. Associations with intraocular pressure across Europe: The European Eye Epidemiology (E(3)) Consortium. *Eur J Epidemiol.* 2016; 31(11):1101-1111. doi:10.1007/s10654-016-0191-1
31. Leske M.C., Connell A.M., Wu S.Y., Hyman L., Schachat A.P. Distribution of intraocular pressure. The Barbados Eye Study. *Arch Ophthalmol.* 1997; 115(8):1051-1057. doi:10.1001/archophth.1997.01100160221012
32. Wong T.T., Wong T.Y., Foster P.J., Crowston J.G., Fong C.W., Aung T., SiMES Study Group. The relationship of intraocular pressure with age, systolic blood pressure, and central corneal thickness in an asian population. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009; 50(9):4097-4102. doi:10.1167/iovs.08-2822
33. Pakravan M., Javadi M.A., Yazdani S., Ghahari E., Behrooz Z., Soleimanizad R., Moghimi S., Nilforoushan N., Zarei R., Eslami Y., Ghasami M., Ziaei H., Katibeh M., Tabesh H., Yaseri M. Distribution of intraocular pressure, central corneal thickness and vertical cup-to-disc ratio in a healthy Iranian population: the Yazd Eye Study. *Acta Ophthalmol.* 2017; 95(2):e144-e151. doi:10.1111/aos.13231
34. Nangia V., Jonas J.B., Sinha A., Matin A., Kulkarni M. Central corneal thickness and its association with ocular and general parameters in Indians: the Central India Eye and Medical Study. *Ophthalmology.* 2010; 117(4):705-710. doi:10.1016/j.ophtha.2009.09.003
35. Zhang H., Xu L., Chen C., Jonas J.B. Central corneal thickness in adult Chinese. Association with ocular and general parameters. The Beijing Eye Study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008; 246(4):587-592. doi:10.1007/s00417-007-0760-9
36. Maklakov A.N. More of ophthalmotonometry. *Khirurgicheskaya letopis'.* 1893; 4:1-11. (In Russ.).
37. Melnik L.S. On the norms of the elastotonometry curves. *Journal of Ophthalmology (USSR).* 1961; 16(4):221. (In Russ.).
38. Nesterov A.P., Cherkunov B.F. Elastotonometric examinations of the normal eyes. Collection of scientific articles of Kuybyshev Medical Institute. Kuybyshev; 1963: 97-99. (In Russ.).
39. Belorussov V.K. On the normal elastotonometric curves of people of different age categories. *Journal of Ophthalmology (Ukraine).* 1964; 19(5):326-331. (In Russ.).
40. Panina N.B. On the normal intraocular pressure. *Glaucoma and other eye diseases.* 1971: 7-12. (In Russ.).
41. Alekseev V.N., Egorov E.A., Martynova E.B. On the intraocular pressure levels distribution in the normal population. *RMJ Clinical Ophthalmology.* 2001; 2(2):38-40. (In Russ.).
42. Memarzadeh F., Ying-Lai M., Azen S.P., Varma R., Los Angeles Latino Eye Study G. Associations with intraocular pressure in Latinos: the Los Angeles Latino Eye Study. *Am J Ophthalmol.* 2008; 146(1):69-76. doi:10.1016/j.ajo.2008.03.015
43. Landers J., Henderson T., Craig J. Distribution and associations of intraocular pressure in indigenous Australians within central Australia: the Central Australian Ocular Health Study. *Clin Exp Ophthalmol.* 2011; 39(7):607-613. doi:10.1111/j.1442-9071.2011.02507.x
44. Han X., Niu Y., Guo X., Hu Y., Yan W., He M. Age-Related Changes of Intraocular Pressure in Elderly People in Southern China: Lingtong Eye Cohort Study. *PLoS One.* 2016; 11(3):e0151766. doi:10.1371/journal.pone.0151766
45. Cui Y., Yang X., Zhang G., Guo H., Zhang M., Zhang L., Zeng J., Liu Q., Zhang L., Meng Q. Intraocular Pressure in General and Diabetic Populations From Southern China: the Dongguan Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2019; 60(2):761-769. doi:10.1167/iovs.18-25247