

Приборы для самостоятельного измерения внутриглазного давления

Штиуи М., аспирант¹; <https://orcid.org/0009-0005-3960-1676>

Сипливый В.И., к.м.н., доцент¹, эксперт²; <https://orcid.org/0000-0001-8438-1872>

Косова Д.В., младший научный сотрудник³; <https://orcid.org/0000-0002-6397-449X>

Асламазова А.Э., к.м.н., доцент¹. <https://orcid.org/0000-0001-8713-3356>

¹ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Российская Федерация, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2;

²ФГБУ «ВНИИИМТ» Росздравнадзора, 115478, Российская Федерация, Москва, Каширское шоссе, 24, стр. 16;

³ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова», 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11, корп. А, Б.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Штиуи М., Сипливый В.И., Косова Д.В., Асламазова А.Э. Приборы для самостоятельного измерения внутриглазного давления. *Национальный журнал глаукома*. 2025; 24(2):73-83.

Резюме

Целью данной статьи является обзор приборов для самостоятельного измерения внутриглазного давления (ВГД) с подробным разбором методик транспальпебральной тонометрии.

Глаукома — опасное заболевание, которое может привести к слепоте. Регулярное измерение ВГД необходимо для контроля за течением заболевания и эффективностью проводимого лечения. Обычно исследование проводится во время приема, однако, регулярное наблюдение у офтальмолога доступно не всем пациентам с глаукомой. В таких случаях самостоятельное измерение становится жизненно важной альтернативой.

В статье рассматриваются различные устройства, позволяющие пациенту проводить измерения ВГД без

посторонней помощи. Рассмотрены следующие устройства: Self-Tonometer, Proview Phosphene Tonometer, тонометр Ocuton, приборы Tono-pen и AccuPen, приборы на основе отскоковой тонометрии iCare HOME и iCare HOME 2, носимый датчик ВГД в виде контактной линзы Triggerfish, имплантируемые датчики EyeMate IO и SC, а также транспальпебральные тонометры баллистического и динамического типов. Особое внимание уделяется отечественным устройствам для транспальпебральной тонометрии как перспективному методу, доступному для широкого круга пациентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, внутриглазное давление, транспальпебральная тонометрия, самостоятельная тонометрия, Icare, Triggerfish, Eyemate, Diaton

Для контактов:

Сипливый Владимир Иванович, e-mail: siplivy_v@mail.ru

LITERATURE REVIEW

Devices for intraocular pressure self-tonometry

CHTIQUI M., postgraduate student¹; <https://orcid.org/0009-0005-3960-1676>

SIPLIVY V.I., Cand. Sci. (Med.), Associate Professor¹, Expert²; <https://orcid.org/0000-0001-8438-1872>

KOSOVA J.V., junior researcher³; <https://orcid.org/0000-0002-6397-449X>

ASLAMAZOVA A.E., Cand. Sci. (Med.), Associate Professor¹. <https://orcid.org/0000-0001-8713-3356>

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenovskiy University), 8-2 Trubetskaya St., Moscow, Russian Federation, 119991;

²Russian Scientific and Research Institute for Medical Engineering, 24-16 Kashirskoe highway, Moscow, Russian Federation, 115478;

³Krasnov Research Institute of Eye Diseases, 11A Rossolimo St., Moscow, Russian Federation, 119021.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Chtioui M., Siplivy V.I., Kosova J.V., Aslamazova A.E. Devices for intraocular pressure self-tonometry. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2025; 24(2):73-83.

Abstract

This article provides an overview of devices self-measurement of (IOP) measurement devices, with a detailed analysis of transpalpebral tonometry techniques.

Glaucoma is a dangerous condition that can lead to blindness. Regular IOP monitoring is essential for disease management and assessment of treatment efficacy. Although IOP measurements are typically performed during ophthalmology visits, frequent in-office monitoring is not feasible for all glaucoma patients. In such cases, self-measurement becomes a vital alternative.

This review examines various devices that allow patients to measure their IOP without assistance. The following

devices are discussed: Self-Tonometer, Proview Phosphene Tonometer, Ocuton tonometer, Tono-Pen and AccuPen devices, rebound tonometry devices iCare HOME and iCare HOME 2, the Triggerfish wearable IOP sensor (designed as a contact lens), and implantable sensors EyeMate IO and SC, as well as ballistic and dynamic transpalpebral tonometers. The article particularly focuses on Russian transpalpebral tonometry devices as a promising method available to a wide range of patients.

KEYWORDS: glaucoma, intraocular pressure, transpalpebral tonometry, self-tonometry, iCare, Triggerfish, EyeMate, Diaton

Глаукома является одной из ведущих причин необратимой слепоты в мире. Один из основных факторов риска развития и прогрессирования глаукомы — это повышенное внутриглазное давление (ВГД), которое требует регулярного контроля для предотвращения необратимых изменений в зрительном нерве [1–3]. Традиционные методы измерения требуют посещения клиники и проведения процедуры врачом, что может быть затруднено для пациентов, проживающих в отдаленных районах или имеющих ограниченный доступ к медицинской помощи [4–6]. В таких случаях самостоятельная тонометрия в домашних условиях становится жизненно важным инструментом для контроля ВГД. Возможность самостоятельной тонометрии в домашних условиях повышает осознанность пациентом своего заболевания и повышает приверженность пациента лечению, тем самым снижая риск осложнений и улучшая долгосрочные результаты лечения глаукомы [7].

Разработка современных технологий измерения, таких как инструментальная транспальпебральная тонометрия и отскоковая тонометрия, сделала самостоятельное измерение ВГД доступным и удобным для пациентов [8, 9].

Особое внимание в данной работе уделяется транспальпебральной тонометрии, которая является перспективным методом самостоятельного измерения ВГД. В исследовании рассматриваются различные устройства для самостоятельной тонометрии, их эффективность и перспективы применения в клинической практике.

Первые приборы

Вероятно, первой попыткой создания устройства, подходящего для самостоятельной тонометрии, была разработка Collins в 1967 году миниатюрного беспроводного пассивного интраокулярного датчика ВГД, который использовал чувствительный к давлению

конденсатор [14]. Устройство было апробировано на лабораторных животных и показало хорошую биосовместимость. Эта работа легла в основу будущих исследований имплантируемых устройств для измерения ВГД, совмещенных с интраокулярными линзами.

Примерно в это же время в ФРГ Draeger et al. начали вести работу по модификации тонометра Гольдмана для самостоятельного использования. В конечном итоге был разработан электронный автоматический тонометр Ocuton [15–17].

В 1974 году Greene и Gilman предложили использовать для контроля ВГД мягкую контактную линзу со встроенным тензодатчиком, измерявшим деформацию наружного профиля корнеосклерального соединения в зоне лимба, происходящую при изменении ВГД [18]. Из-за особенностей его работы эти линзы требовалось изготавливать индивидуально под каждый глаз, что потребовало бы больших издержек на производстве, однако, оно послужило прообразом современных линз, позволяющим мониторировать ВГД [19].

В 1977 году Соопер и Beale описали склерально-апплицирующее устройство. Носимый датчик помещался в нижний свод конъюнктивы. Устройство было опробовано на кадаверных глазах, а также лабораторных животных, но не дошло до клинических испытаний [20].

Wolbarsht et al. в 1980 г. разрабатывали датчик ВГД, который планировалось имплантировать в эписклеральную пломбу, как при хирургии отслоек сетчатки [21]. Встроенный в нее тензодатчик должен был регистрировать деформацию глаза под действием ВГД. Хотя результаты были обнадеживающими, устройство страдало от проблем с биосовместимостью, а его измерения были неточными, поскольку глаз неравномерно растягивался в ответ на повышение ВГД. Кроме того, имплантация устройства требовала слишком травматичного вмешательства.

Первым устройством, имевшим клиническое применение, вероятно, был разработанный Zeimer и др. в период с 1982 по 1987 год прибор Self-Tonometer (Нометонетр) [13]. Аппланация роговицы осуществлялась прозрачной пластинкой. Площадь контакта с роговицей регистрировалась оптически. Было возможно как прямое измерение ВГД после местной капельной анестезии, так и измерение через мягкую контактную линзу без использования анестетика. В процессе измерения пациент опирался бровью (рис. 1) на подставку для головы, одновременно наблюдая за мишенью внутри прибора через наконечник прозрачного зонда. Для правильного позиционирования глаза внутри прибора располагалась видимая пациенту метка. После центрирования нужно было сжать резиновую грушу, пневматически продвигая зонд к глазу. По достижении заданной площади роговичного контакта

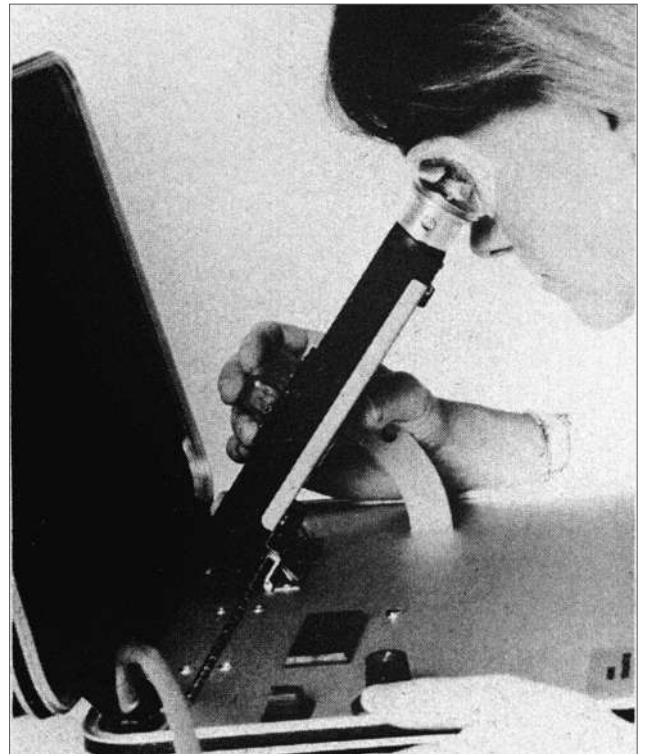


Рис. 1. Процесс самостоятельного измерения ВГД с помощью Self-Tonometer.

Fig. 1. The process of self-measuring IOP using Self-Tonometer.

звучал сигнал, информирующий о необходимости сбросить давление и завершить измерение. Результат отображался на цифровом дисплее прибора.

Хотя прибор не получил широкого клинического применения, он показал хорошую переносимость и возможность контроля пациентами суточных колебаний ВГД, а также послужил прототипом тонометров линейки Ocuton.

Boles Carenini и др. в 1992 году изучали возможность самостоятельной тонометрии с помощью ручного пневмотонометра Pulsat (Keller, UK) на 90 глазах 45 пациентов [22]. Его рабочая часть может удерживается в руке перед глазом до автоматического срабатывания воздушной пушки при достижении правильного положения. В 75% случаев пациенты смогли провести измерение без посторонней помощи. Ошибка измерения по сравнению с тонометром Гольдмана в 73% случаев была в пределах 1 мм рт.ст.

Proview Phosphene Tonometer

Тонометр Proview Phosphene Tonometer (Bausch&Lomb Inc., США) был разработан Fresco в 1997 году [10] и представляет собой пружинное компрессионное устройство, откалиброванное в мм рт.ст. и состоящее из зонда с плоским аппликатором диаметром 3,06 мм, что соответствует

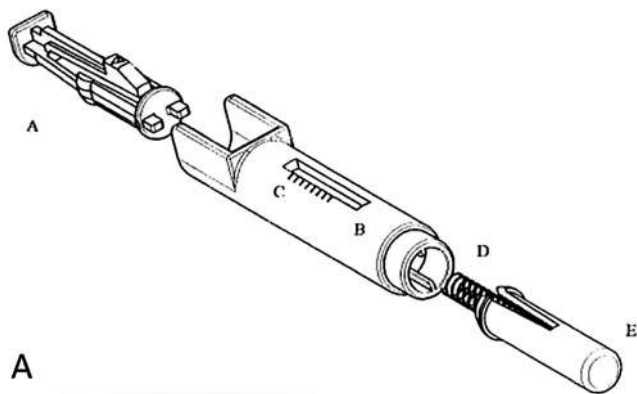


Рис. 2. А — схема устройства Proview Eye Pressure Monitor, Б — процесс измерения ВГД.
 Fig. 2. А — Schematic diagram of the Proview Eye Pressure Monitor, Б — IOP measurement process.

площади контактной площадки тонометра Гольдмана. Процесс измерения заключается в компрессии этим устройством глазного яблока через верхнее веко в медиальной его части до появления механофосфена (рис 2). На градуированной шкале прибора есть фиксированный индикатор, который определяет максимальную силу прижатия прибора и не сдвигается до сброса показаний. Для появления фосфена необходимо несколько деформировать склеру над сетчаткой. Чем выше ВГД, тем большее усилие нужно приложить к склере, чтобы добиться необходимой деформации, поэтому измерение этого усилия позволяет получить данные об уровне ВГД.

К сожалению, в ходе дальнейших исследований, несмотря на хорошую воспроизводимость результатов, прибор показал низкую чувствительность при ВГД выше 22 мм рт.ст. [11, 12].

Ocuton

Тонометр Ocuton (EPSa GmbH, Saalfeld, Германия) — портативное устройство, работающее на принципе аппланационной тонометрии. Его разработка продолжалась несколько десятилетий и базировалась на разработках, реализованных в приборе Self-Tonometer [13, 15, 17, 23, 24]. Устройство может использоваться как офтальмологом, так и пациентом самостоятельно. После местной анестезии роговицы изделие размещается перед глазом с упором на лоб и скуловую дугу (рис. 3). Пациент может самостоятельно центрировать прибор по светящейся фиксационной метке. По достижению правильного положения автоматически выдвигается измерительная призма, апплицирующая вершину роговицы до достижения диаметра пятна контакта, равного 3,06 мм. Диаметр контактной площадки измеряется оптическим методом. По аналогии с тонометрией по Гольдману, ВГД вычисляется по приложенной силе, необходимой для достижения



Рис. 3. Измерение ВГД с помощью прибора Ocuton.
 Fig. 3. Measurement of IOP using the Ocuton device.

указанного диаметра аппланации. После окончания измерений контактная площадка дезинфицируется спиртовой салфеткой и встроенным в прибор источником ультрафиолетового излучения [24].

В начале 2000-х годов было проведено несколько сравнительных исследований этого прибора [24–27]. В большинстве случаев тонометр Ocuton завышал ВГД на 1,7–6,3 мм рт.ст. по сравнению с тонометром Гольдмана. Предполагалось, что причиной расхождений в измерениях мог быть непроизвольный самомассаж глаза при самостоятельной тонометрии. В нескольких публикациях было показана относительная сложность самостоятельного использования прибора. Почти половина испытуемых не смогли самостоятельно выполнить измерения, несмотря на предварительное обучение [26, 27].

Потенциальное преимущество Ocuton состоит в возможности обнаруживать скачки ВГД в повседневной жизни. Это может быть полезно на ранней стадии заболевания, когда необходимо уточнить

целевое значение ВГД или выявить его суточные колебания. Несомненным недостатком прибора является его достаточно большие габариты. Пациенты с ограничением поля зрения и мелкой моторики испытывали трудности с удержанием устройства в нужном положении. К недостаткам также можно отнести необходимость использования местной анестезии, что без медицинского контроля повышает риск инфекционных осложнений.

Топо-реп и AccuPen

Тонометры Топо-реп (Reichert, США) и AccuPen (Keeler, Великобритания) — это портативные аппланационные тоннометры, схожие по принципу действия, способу применения и внешнему виду. Эти устройства удобны для использования как в клинике, так и на выезде, в том числе при консультировании пациентов на дому. Однако имеется лишь ограниченная информация об использовании устройств этого типа для самостоятельной тонометрии. Kurip et al. [28] сообщил об успешном использовании Топо-Реп пациентом 52-летнего возраста в течение 4 лет. Он смог контролировать свое ВГД и поддерживать его между 15 и 18 мм рт.ст. с помощью массажа фильтрационной подушки. К существенным недостаткам тоннометров данного типа можно отнести их относительную дороговизну, наличие расходных материалов и необходимость местной анестезии. Во время проведения измерений необходимо осуществлять очень точные и мелкие движения, что значительно затрудняет самостоятельное использование приборов данного типа.

Отскоковые тоннометры iCare HOME и iCare HOME 2

Разработка тоннометрических приборов отскокового типа началась с работ А. Kontiola в конце 90-х годов XX века [28–30]. Приборы этого типа измеряют ВГД по анализу характеристик отскока легкого зонда от поверхности глазного яблока. При повышении давления скорость отскока увеличивается, что и измеряется прибором. Обычно прибор производит шесть измерений. Программное обеспечение отбрасывает экстремальные результаты и вычисляет значение ВГД, усредняя значения оставшихся четырех.

Клинические сравнения отскоковой тонометрии по сравнению с тоннометром Гольдмана проводились неоднократно. В большинстве случаев была показана хорошая сопоставимость результатов измерений [31–33]. Из-за различий принципов тонометрии наблюдались некоторые различия при больших значениях ВГД и при нестандартно толщине роговицы. Так, Rakrou et al. показали зависимость величины расхождений от толщины роговицы, которая составила примерно 1 мм рт.ст. на

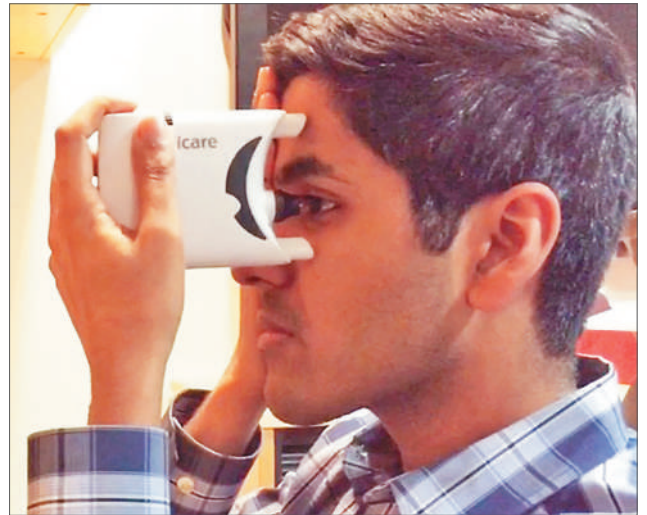


Рис. 4. Правильная установка iCare HOME при проведении измерений.

Fig. 4. Correct positioning of iCare HOME when taking measurements.

каждые 100 мкм толщины. Также была показана хорошая повторяемость результатов измерения ВГД методом отскоковой тонометрии при повторном измерении этим же методом.

К преимуществам отскоковой тонометрии, позволяющим использовать приборы этого типа для самоизмерений, можно отнести компактность прибора, отсутствие необходимости анестезии роговицы и возможность измерения без необходимости снятия пациентом носимых мягких контактных линз [34].

Кроме стандартных модификаций, разработанных для использования медицинским персоналом, были разработаны устройства iCare HOME и iCare HOME2, специально предназначенные для самостоятельного использования пациентом. В iCare HOME используется одноразовый зонд длиной примерно 40 мм, который перемещается от тоннометра к роговице со скоростью 0,25–0,30 метра в секунду. Чем выше ВГД, тем короче период времени, в течение которого зонд касается роговицы, и отскакивает обратно.

Размеры iCare HOME составляют примерно 11×8×3 см, а вес — примерно 150 г. Устройство оснащено регулируемыми опорами для щеки и лба, что позволяет адаптировать устройство к различным анатомическим особенностям лица (рис. 4). Прибор оснащен тремя инфракрасными датчиками, которые могут определить, какой глаз измеряется (правый или левый). Чтобы помочь пользователю узнать, правильно ли установлен прибор, в нем имеется индикатор, который светится зеленым, когда инструмент удерживается правильно, и красным, когда инструмент держится неправильно. Пользователь может либо нажать и удерживать кнопку измерения, чтобы датчик выполнил

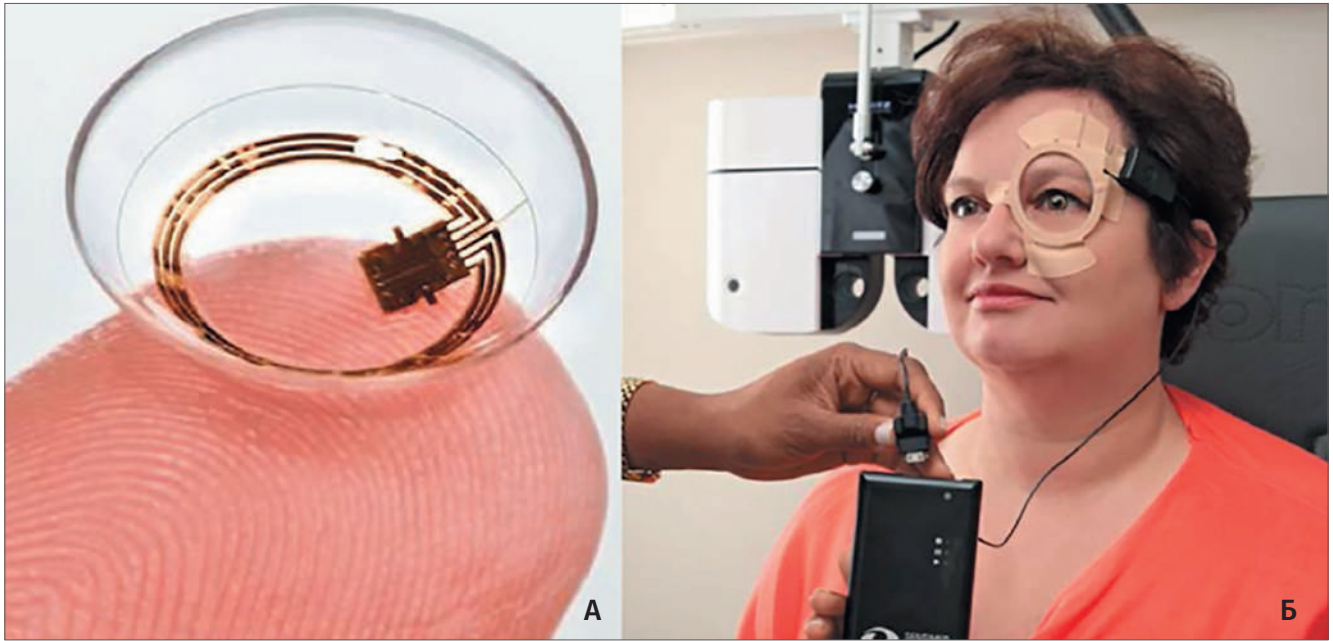


Рис. 5. Triggerfish: А — внешний вид, Б — антенна и носимое записывающее устройство.
 Fig. 5. Triggerfish: А — external appearance, Б — antenna and wearable recording device.

шесть измерений подряд, либо кратковременно нажать кнопку измерения шесть раз, чтобы выполнить шесть измерений по одному. После успешного выполнения шести измерений на задней панели загорится светодиодный индикатор [36].

Прибор не отображает показания ВГД на дисплее сразу после измерения. Вместо этого устройство необходимо подключить к компьютеру. С помощью программного обеспечения можно получить доступ ко всем записанным данным ВГД с указанием точного времени и даты каждого измерения, качества измерения и того, было ли измерение выполнено на правом или левом глазу. Обычно это делается в глазной клинике, где медицинский работник может просмотреть результаты и обсудить их с пациентом. Такой режим доступа к данным ВГД реализован для уменьшения вероятности самолечения и ненужного беспокойства пациента. Выявление артефактов, выбросов и измерений низкого качества должно оцениваться и интерпретироваться медицинским работником. Однако утверждается, что предоставление пациентам возможности просматривать данные своего ВГД может помочь им получить более качественные измерения.

Перед началом самостоятельного использования устройства пациент проходит обучение. Сертификат на самостоятельное использование выдается пациенту только в случае выполнения трех условий корректности самоизмерений:

1. Первые из трех показаний iCare HOME, снятых пациентом, и результат тонометрии в клинике отличаются не более чем на 5 мм рт.ст.

2. Размах трех показаний, снятых пациентом, не превышает 7 мм рт.ст.

3. Медицинский работник подтверждает правильность удержания прибора пациентом во время измерения.

Во время обучения в клинике также уточняются конкретные размеры опор для щеки и лба, которыми пациент будет в дальнейшем пользоваться.

Самостоятельная тонометрия в домашних условиях с использованием приборов этого типа все чаще становится стандартной практикой суточной тонометрии в случаях, когда наблюдается периметрическое прогрессирование глаукомы, несмотря на приемлемые значения ВГД, полученные в условиях медицинского учреждения [35].

Контактная линза Triggerfish

Triggerfish (Sensimed SA, Швейцария) представляет собой одноразовую мягкую контактную линзу, которая поставляется в трех размерах в зависимости от базовой кривизны: крутая (8,4 мм), средняя (8,7 мм) и плоская (9,00 мм). Используя встроенные тензодатчики и микрочип, линза определяет изменения формы роговицы и склеры при изменении ВГД. По беспроводной сети данные передаются в носимое пациентом портативное записывающее устройство, откуда по необходимости через Bluetooth переписываются на компьютер врача. Линза предназначена для непрерывного ношения в течение 24 часов с целью измерения колебаний ВГД в амбулаторных условиях [37].

За сутки датчик производит 86 400 измерения, которые из-за особенностей техники измерения фиксируются в милливольтовых эквивалентах вместо мм рт.ст. Прямое преобразование в мм рт.ст. считается невозможным из-за вязкоупругих свойств глаза и связанной с этим нелинейной зависимости деформации датчика от ВГД.

Исследования устройства показывают приемлемую для клинического применения воспроизводимость измерений [38, 39], однако, для считывания данных с устройства необходимо приклеивать к лицу достаточно большую антенну (рис. 5), что вкпе с его одноразовостью значительно сужает диапазон регулярного использования устройства для самоизмерений.

EyeMate IO и SC

EyeMate IO (Implandata Ophthalmic Products, Германия) (рис. 6) — это постоянный имплантируемый датчик ВГД, который имплантируется в цилиарную борозду во время факоэмульсификации катаракты [40–42]. EyeMate SC — модификация датчика производства той же фирмы, предназначенная для имплантации во время антиглаукомной операции в супрахориоидальное пространство [43]. Измерение давления производится с помощью чувствительных к давлению и температуре конденсаторов, прикрепленных к золотой антенне. Показания передаются через внешнее портативное устройство по беспроводной связи. Это позволяет измерять ВГД по требованию в амбулаторных условиях. Первое долгосрочное исследование пациентов, которым имплантировали EyeMate (ARGOS-1), не выявило каких-либо серьезных побочных эффектов после имплантации, хотя у всех шести пациентов в этом исследовании была отмечена различная деформация зрачков и изменение полей зрения [40, 41].

Транспальпебральные тонометры

Пальпаторная оценка внутриглазного давления через веко — вероятно, первый известный способ оценки офтальмотонуса. При помощи пальпации глаза опытный офтальмолог может приблизительно определить уровень ВГД, однако, это субъективный метод, зависящий от чувствительности пальцев и опыта врача. Несмотря на его простоту, пациент вряд ли сможет таким способом самостоятельно оценить уровень своего ВГД с приемлемой точностью. По предложению акад. А.П. Нестерова на технической базе Государственного Рязанского приборного завода был создан первый серийный транспальпебральный тонометр [44]. Приборы этого вида можно разделить по методу проведения измерений ВГД.

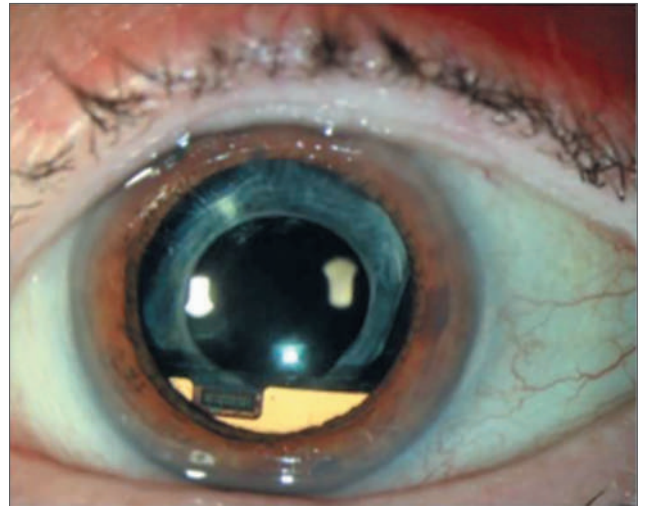


Рис. 6. EyeMate IO в глазу.

Fig. 6. EyeMate IO in the eye.

В устройствах баллистического типа (ТГДц-01, Diaton, ТГДц-03, ИГД-02) регистрируется параметр движения штока, свободно падающего на веко, упруго взаимодействующего с глазом и отскакивающего от него. Величина ВГД рассчитывается в основном по амплитудным параметрам движения штока. Для уменьшения потерь энергии при отскоке при взаимодействии с мягкими тканями века, перед измерением кожа век натягивается пальцем измеряющего и дополнительно фиксируется «рожками» контактной части прибора.

В устройствах динамического типа (ИГД-03, Тонотест, ТВГД-02) шток перед началом измерений прижимается к глазу через веко, после чего с помощью магнитодинамической системы шток приводится в движение с частотой около 150 герц. Массивный шток и упругое глазное яблоко формируют механический колебательный контур, собственная частота колебаний которого зависит преимущественно от упругости глаза, а значит, от ВГД. Индуцированный толчок в этой системе возбуждает в контуре колебания, частоту которых и фиксирует прибор, рассчитывая на её основании величину ВГД [45].

Такие приборы показали достаточную достоверность проводимых измерений при сравнении с офтальмотонометрами других типов [44–47, 55], однако, отмечается наличие расхождений результатов измерений с классическими аппланационными приборами, что, вероятно, связано с влиянием состояния века на результаты измерений [48–51].

Для измерения ВГД пациент должен лежать или сидеть с запрокинутой назад головой (рис. 7). Взгляд фиксируется на большом пальце поднятой руки пациента так, чтобы угол линии взора составлял примерно 45 градусов. Верхнее веко расправляется пальцем свободной руки так, чтобы верхний



Рис. 7. Измерение ВГД прибором ТГДц-01 Diaton.

Fig. 7. Measurement of IOP using the ТГДц-01 Diaton device.

его край совпадал с верхним краем роговицы. Для приведения в рабочее положение прибор баллистического типа нужно перевернуть, чтобы вернуть шток в верхнее положение, и только после этого установить его на верхнее веко на расстоянии 3 мм от лимба. Прибор же динамического типа можно сразу приложить к веку. Измерения осуществляются только при строго вертикальном положении устройства, что подтверждается звуковым сигналом. Такой процесс измерения является относительно простым.

Егоров Е.А., Романова Т.Б. и др. [52] в рамках сравнения ИГД-03 с тонометром Маклакова пришли

Литература

1. Брежнев А.Ю., Егоров Е.А., Еричев В.П. и др. «Ландшафт» глаукомы в России, странах СНГ и Восточной Европы: что поменялось за 15 лет? *РМЖ Клиническая офтальмология* 2023; 23(2):73-79. <https://doi.org/10.32364/2311-7729-2023-23-2-73-79>.
2. Vaajanen A., Purolo P., Ojamo M. et al. Changes in incidence and severity of visual impairment due to glaucoma during 40 years — a register-based study in Finland. *Acta Ophthalmol* 2022; 100(5): 534-540. <https://doi.org/10.1111/aos.15030>.
3. Куроедов А.В., Мовсисян А.Б., Егоров Е.А. и др. Профиль пациентов с первичной открытоугольной глаукомой в Российской Федерации (предварительные результаты многоцентрового популяционного исследования). Часть 1. *Национальный журнал глаукома* 2021; 20(1):3-15. <https://doi.org/10.25700/NJG.2021.01.01>.
4. Kóthy P, Nagymihály A, Holló G. The evaluation of tonometry and self-tonometry with Ocuton tonometers. *Med Sci Monit* 2003; 9(1):P11-4.
5. Dabasia PL, Lawrenson JG. Evaluation of a new rebound tonometer for self-measurement of intraocular pressure. *Br J Ophthalmol* 2016; 100(8):1139-1143. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2015-307674>.

к выводу, что этот прибор, в том числе, можно рекомендовать больным глаукомой для контроля ВГД в домашних условиях.

Филиппова О.М., Бессмертный А.М. и др. [53, 54] изучали применение тонометра ТВГД-02 для мониторинга ВГД в домашних условиях. В исследование входило 42 человека, разбившихся на 30 пар. В одних случаях измерение проводилось напарником, в других — напарник лишь помогал самостоятельному проведению измерений. Исследуемые самостоятельно, без помощи медицинского персонала, учились пользоваться прибором. Для каждого из участников исследования продолжительность испытаний составляла 7 дней. Исследователи отмечают, что все испытуемые успешно справились с проведением измерений, причем отмечалось повышение точности в процессе обучения. В итоге точность измерений оказалась сопоставимой с аналогичными измерениями, проведенными медицинским персоналом.

Заключение

Современные методы самостоятельного измерения ВГД предлагают широкий выбор решений для пациентов с глаукомой, позволяя им самостоятельно контролировать уровень ВГД вне клиники. В частности, приборы для транспальпебральной тонометрии демонстрируют высокую точность и удобство использования, что делает их эффективным инструментом для мониторинга, проведения суточной тонометрии и повышения комплаентности пациентов. Российские приборы для транспальпебрального измерения ВГД с точки зрения самостоятельного применения не уступают зарубежным аналогам и при необходимости могут послужить их заменой.

References

1. Brezhnev A.Yu., Egorov E.A., Eriчев V.P. et al. Glaucoma "landscape" in Russia, CIS and Eastern European countries: what has changed over 15 years? *RMJ Clinical Ophthalmology* 2023;23(2):73-79. <https://doi.org/10.32364/2311-7729-2023-23-2-73-79>.
2. Vaajanen A., Purolo P., Ojamo M. et al. Changes in incidence and severity of visual impairment due to glaucoma during 40 years — a register-based study in Finland. *Acta Ophthalmol* 2022; 100(5): 534-540. <https://doi.org/10.1111/aos.15030>.
3. Kuroyedov A.V., Movsisyan A.B., Egorov E.A. et al. The profile of patients with primaryopen-angle glaucoma in the Russian Federation (preliminary results of a multicenter population-based study). Part 1. *National Journal glaucoma* 2021; 20(1):3-15. <https://doi.org/10.25700/NJG.2021.01.01>.
4. Kóthy P, Nagymihály A, Holló G. The evaluation of tonometry and self-tonometry with Ocuton tonometers. *Med Sci Monit* 2003; 9(1):P11-4.
5. Dabasia PL, Lawrenson JG. Evaluation of a new rebound tonometer for self-measurement of intraocular pressure. *Br J Ophthalmol* 2016; 100(8):1139-1143. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2015-307674>.

6. Cvenkel B, Atanasovska Velkovska M. Self-monitoring of intraocular pressure using Icare HOME tonometry in clinical practice. *Clin Ophthalmol* 2019; 13:841-847. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S198846>.
7. Астахов С.Ю., Фарикова Э.Э., Конопляник К.А. Роль самостоятельной тонометрии в улучшении диагностики и лечения больных открытоугольной глаукомой. *Офтальмологические ведомости* 2019; 12(2):41-46. <https://doi.org/10.17816/OV12241-46>
8. Ittoop SM, SooHoo JR, Seibold LK, Mansouri K, Kahook MY. Systematic Review of Current Devices for 24-h Intraocular Pressure Monitoring. *Adv Ther* 2016; 33(10):1679-1690. <https://doi.org/10.1007/s12325-016-0388-4>. Epub 2016 Aug 16.
9. Koutsonas A, Walter P, Plange N. Self-tonometry with a Telemetric Intraocular Pressure Sensor in Patients With Glaucoma. *Klin Monbl Augenheilkd* 2016; 233(6):743-748. <https://doi.org/10.1055/s-0041-106191>
10. Fresco BB. A new tonometer--the pressure phosphene tonometer: clinical comparison with Goldman tonometry. *Ophthalmology* 1998; 105(11):2123-2126. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(98\)91137-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(98)91137-x).
11. Li J. Clinical Comparison of the Proview Eye Pressure Monitor With the Goldmann Applanation Tonometer and the TonoPen. *Archives of Ophthalmology* 2004; 122(8):1117. <https://doi.org/10.1001/archophth.122.8.1117>
12. Alvarez T. The Proview Phosphene Tonometer fails to measure ocular pressure accurately in clinical practice. *Ophthalmology* 2004; 111(6):1077-1085. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.09.036>
13. Zeimer RC, Wilensky JT, Gieser DK, et al. Application of a Self-Tonometer to Home Tonometry. *Arch Ophthalmol* 1986; 104(1):49-53. <https://doi.org/10.1001/archophth.1986.01050130063035>
14. Collins CC. Miniature passive pressure transensor for implanting in the eye. *IEEE Trans Biomed Eng* 1967; 14(2):74-83. <https://doi.org/10.1109/tbme.1967.4502474>
15. Draeger J. Principle and clinical application of a portable applanation tonometer. *Invest Ophthalmol* 1967; 6(2):132-134
16. Draeger J, Groenhoff S, Hock B, Klemm M. Optimierung des automatischen Selbsttonometers durch ein akustisches Kontrollsignal und eine veränderte Fixieroptik. *Ophthalmologe* 1993; 90(1):54-57.
17. Draeger J, Schwartz R, Groenhoff S, Stern C. Self-tonometry under microgravity conditions. *Clin Investig* 1993; 71(9):700-703. <https://doi.org/10.1007/BF00209723>
18. Greene ME, Gilman BG. Intraocular pressure measurement with instrumented contact lenses. *Invest Ophthalmol* 1974; 13(4):299-302.
19. Kim J, Park J, Park YG, Cha E, Ku M, An HS, Lee KP, Huh MI, Kim J, Kim TS, Kim DW, Kim HK, Park JU. A soft and transparent contact lens for the wireless quantitative monitoring of intraocular pressure. *Nat Biomed Eng* 2021; 5(7):772-782. <https://doi.org/10.1038/s41551-021-00719-8>
20. Cooper RL, Beale D. Radio telemetry of intraocular pressure in vitro. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1977; 16(2):168-171.
21. Wolbarsht ML, Wortman J, Schwartz B, Cook D. A scleral buckle pressure gauge for continuous monitoring of intraocular pressure. *Int Ophthalmol* 1980; 3(1):11-17. <https://doi.org/10.1007/BF00136208>.
22. Boles Carenini B, Brogliatti B, Tonetto C, Renis E. The Pulsair-Keeler non-contact tonometer in self-tonometry: preliminary results. *Int Ophthalmol*. 1992; 16(4-5):295-297. <https://doi.org/10.1007/BF00917979>.
23. Bolla N, Savio E, Bellone A, Palanza L, Favero C, Brogliatti B. The Draeger autotonometer: its advantages and limits. *Acta Ophthalmol Scand Suppl* 1998; 227:21-22. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.1998.tb00868.x>
24. Liang, S. Y.-W., Lee, G. A., & Shields, D. Self-tonometry in Glaucoma Management — Past, Present and Future. *Survey of Ophthalmology* 2009; 54(4):450-462. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2009.04.006>
25. Theisen R, Scherer V, Ruprecht KW. L'autocontrôle de la tension oculaire. *J Fr Ophtalmol* 2001; 24(4):378-381.
6. Cvenkel B, Atanasovska Velkovska M. Self-monitoring of intraocular pressure using Icare HOME tonometry in clinical practice. *Clin Ophthalmol* 2019; 13:841-847. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S198846>.
7. Astakhov S.Y., Farikova E.E., Konoplyanik K.A. The role of independent tonometry in improving the diagnosis and treatment of patients with open-angle glaucoma. *Oftalmologičeskie vedomosti* 2019; 12(2): 41-46. <https://doi.org/10.17816/OV12241-46>
8. Ittoop SM, SooHoo JR, Seibold LK, Mansouri K, Kahook MY. Systematic Review of Current Devices for 24-h Intraocular Pressure Monitoring. *Adv Ther* 2016; 33(10):1679-1690. <https://doi.org/10.1007/s12325-016-0388-4>. Epub 2016 Aug 16.
9. Koutsonas A, Walter P, Plange N. Self-tonometry with a Telemetric Intraocular Pressure Sensor in Patients With Glaucoma. *Klin Monbl Augenheilkd* 2016; 233(6):743-748. <https://doi.org/10.1055/s-0041-106191>
10. Fresco BB. A new tonometer--the pressure phosphene tonometer: clinical comparison with Goldman tonometry. *Ophthalmology* 1998; 105(11):2123-2126. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(98\)91137-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(98)91137-x).
11. Li J. Clinical Comparison of the Proview Eye Pressure Monitor With the Goldmann Applanation Tonometer and the TonoPen. *Archives of Ophthalmology* 2004; 122(8):1117. <https://doi.org/10.1001/archophth.122.8.1117>
12. Alvarez T. The Proview Phosphene Tonometer fails to measure ocular pressure accurately in clinical practice. *Ophthalmology* 2004; 111(6):1077-1085. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.09.036>
13. Zeimer RC, Wilensky JT, Gieser DK, et al. Application of a Self-Tonometer to Home Tonometry. *Arch Ophthalmol* 1986; 104(1):49-53. <https://doi.org/10.1001/archophth.1986.01050130063035>
14. Collins CC. Miniature passive pressure transensor for implanting in the eye. *IEEE Trans Biomed Eng* 1967; 14(2):74-83. <https://doi.org/10.1109/tbme.1967.4502474>
15. Draeger J. Principle and clinical application of a portable applanation tonometer. *Invest Ophthalmol* 1967; 6(2):132-134
16. Draeger J, Groenhoff S, Hock B, Klemm M. Optimierung des automatischen Selbsttonometers durch ein akustisches Kontrollsignal und eine veränderte Fixieroptik. *Ophthalmologe* 1993; 90(1):54-57.
17. Draeger J, Schwartz R, Groenhoff S, Stern C. Self-tonometry under microgravity conditions. *Clin Investig* 1993; 71(9):700-703. <https://doi.org/10.1007/BF00209723>
18. Greene ME, Gilman BG. Intraocular pressure measurement with instrumented contact lenses. *Invest Ophthalmol* 1974; 13(4):299-302.
19. Kim J, Park J, Park YG, Cha E, Ku M, An HS, Lee KP, Huh MI, Kim J, Kim TS, Kim DW, Kim HK, Park JU. A soft and transparent contact lens for the wireless quantitative monitoring of intraocular pressure. *Nat Biomed Eng* 2021; 5(7):772-782. <https://doi.org/10.1038/s41551-021-00719-8>
20. Cooper RL, Beale D. Radio telemetry of intraocular pressure in vitro. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1977; 16(2):168-171.
21. Wolbarsht ML, Wortman J, Schwartz B, Cook D. A scleral buckle pressure gauge for continuous monitoring of intraocular pressure. *Int Ophthalmol* 1980; 3(1):11-17. <https://doi.org/10.1007/BF00136208>.
22. Boles Carenini B, Brogliatti B, Tonetto C, Renis E. The Pulsair-Keeler non-contact tonometer in self-tonometry: preliminary results. *Int Ophthalmol*. 1992; 16(4-5):295-297. <https://doi.org/10.1007/BF00917979>.
23. Bolla N, Savio E, Bellone A, Palanza L, Favero C, Brogliatti B. The Draeger autotonometer: its advantages and limits. *Acta Ophthalmol Scand Suppl* 1998; 227:21-22. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.1998.tb00868.x>
24. Liang, S. Y.-W., Lee, G. A., & Shields, D. Self-tonometry in Glaucoma Management — Past, Present and Future. *Survey of Ophthalmology* 2009; 54(4):450-462. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2009.04.006>
25. Theisen R, Scherer V, Ruprecht KW. L'autocontrôle de la tension oculaire. *J Fr Ophtalmol* 2001; 24(4):378-381.

26. Vogt R, Duncker GI. Anwendbarkeit der Selbsttonometrie unter ambulanten Bedingungen zur Gewinnung von Tagesprofilen des intraokularen Druckes. *Klin Monbl Augenheilkd* 2005; 222(10):814-821. <https://doi.org/10.1055/s-2005-858211>
27. Theofylaktopoulos I, Diestelhorst M, Krieglstein GK. Self-tonometry with the Ocuton S versus Goldmann tonometry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1999; 237(9):720-724. <https://doi.org/10.1007/s004170050302>
28. Kupin TH, Shin DH, Juzych MS, Olivier MM, Kim C. Use of a Tonopen for long-term home tonometry. *Am J Ophthalmol*. 1993; 116(5):643-644. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)73210-6](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)73210-6)
29. Kontiola A. A new electromechanical method for measuring intraocular pressure. *Doc Ophthalmol* 1996-1997; 93(3):265-276. <https://doi.org/10.1007/BF02569066>
30. Kontiola AI. A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure. *Acta Ophthalmol Scand* 2000; 78(2):142-145. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0420.2000.078002142.x>
31. Kontiola A, Puska P. Measuring intraocular pressure with the Pulsair 3000 and Rebound tonometers in elderly patients without an anesthetic. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004; 242(1):3-7. <https://doi.org/10.1007/s00417-003-0671-3>
32. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Castillo A, Garcia-Sanchez J. Reproducibility and clinical evaluation of rebound tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005; 46(12):4578-4580. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-0586>
33. Pakrou N, Gray T, Mills R, Landers J, Craig J. Clinical comparison of the Icare tonometer and Goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma* 2008; 17(1):43-47. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318133fb32>
34. Krolo I, Mihaljevic B, Kasumovic A, Bagatin F, Ravlic MM, Herman JS. Rebound Tonometry over Soft Contact Lenses. *Acta Inform Med* 2020; 28(3):185-189. <https://doi.org/10.5455/aim.2020.28.185-189>
35. Quérat L, Chen E. Impact of self-tonometry on glaucoma treatment decision. *Acta Ophthalmol* 2023; 101(2):e246-e251. <https://doi.org/10.1111/aos.15256>
36. Liu J, De Francesco T, Schlenker M, Ahmed II. Icare Home Tonometer: A Review of Characteristics and Clinical Utility. *Clin Ophthalmol* 2020; 14:4031-4045. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S284844>
37. Chen X, Wu X, Lin X, Wang J, Xu W. Outcome, influence factor and development of CLS measurement in continuous IOP monitoring: A narrative review. *Cont Lens Anterior Eye* 2021; 44(4):101376. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.10.006>
38. Dunbar GE, Shen BY, Aref AA. The Sensimed Triggerfish contact lens sensor: efficacy, safety, and patient perspectives. *Clin Ophthalmol* 2017; 11:875-882. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S109708>
39. Hollo G, Kothly P, Vargha P. Evaluation of continuous 24-hour intraocular pressure monitoring for assessment of prostaglandin-induced pressure reduction in glaucoma. *J Glaucoma* 2014; 23(1):e6-12. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31829e5635>
40. Koutsonas A, Walter P, Roessler G, et al. Implantation of a novel telemetric intraocular pressure sensor in patients with glaucoma (ARGOS study): 1-year results. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015; 56:1063-1069. <https://doi.org/10.1167/iovs.14-14925>
41. Koutsonas A, Walter P, Roessler G, Plange N. Long-term follow-up after implantation of a telemetric intraocular pressure sensor in patients with glaucoma: a safety report. *Clin Exp Ophthalmol* 2018; 46(5):473-479. <https://doi.org/10.1111/ceo.13100>
42. Choritz L, Mansouri K, van den Bosch J, Weigel M, Dick HB, Wagner M, Thieme H; ARGOS study group. Telemetric Measurement of Intraocular Pressure via an Implantable Pressure Sensor-12-Month Results from the ARGOS-02 Trial. *Am J Ophthalmol* 2020; 209:187-196. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2019.09.011>
43. Szurman P, Mansouri K, Dick HB, Mermoud A, Hoffmann EM, Mackert M, Weinreb RN, Rao HL, Seuthe AM; EYEMATE-SC study group. Safety and performance of a suprachoroidal sensor for telemetric measurement of intraocular pressure in the EYEMATE-SC trial. *Br J Ophthalmol* 2023; 107(4):518-524. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2021-320023>
26. Vogt R, Duncker GI. Anwendbarkeit der Selbsttonometrie unter ambulanten Bedingungen zur Gewinnung von Tagesprofilen des intraokularen Druckes. *Klin Monbl Augenheilkd* 2005; 222(10):814-821. <https://doi.org/10.1055/s-2005-858211>
27. Theofylaktopoulos I, Diestelhorst M, Krieglstein GK. Self-tonometry with the Ocuton S versus Goldmann tonometry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1999; 237(9):720-724. <https://doi.org/10.1007/s004170050302>
28. Kupin TH, Shin DH, Juzych MS, Olivier MM, Kim C. Use of a Tonopen for long-term home tonometry. *Am J Ophthalmol*. 1993; 116(5):643-644. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)73210-6](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)73210-6)
29. Kontiola A. A new electromechanical method for measuring intraocular pressure. *Doc Ophthalmol* 1996-1997; 93(3):265-276. <https://doi.org/10.1007/BF02569066>
30. Kontiola AI. A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure. *Acta Ophthalmol Scand* 2000; 78(2):142-145. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0420.2000.078002142.x>
31. Kontiola A, Puska P. Measuring intraocular pressure with the Pulsair 3000 and Rebound tonometers in elderly patients without an anesthetic. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2004; 242(1):3-7. <https://doi.org/10.1007/s00417-003-0671-3>
32. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Castillo A, Garcia-Sanchez J. Reproducibility and clinical evaluation of rebound tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005; 46(12):4578-4580. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-0586>
33. Pakrou N, Gray T, Mills R, Landers J, Craig J. Clinical comparison of the Icare tonometer and Goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma* 2008; 17(1):43-47. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318133fb32>
34. Krolo I, Mihaljevic B, Kasumovic A, Bagatin F, Ravlic MM, Herman JS. Rebound Tonometry over Soft Contact Lenses. *Acta Inform Med* 2020; 28(3):185-189. <https://doi.org/10.5455/aim.2020.28.185-189>
35. Quérat L, Chen E. Impact of self-tonometry on glaucoma treatment decision. *Acta Ophthalmol* 2023; 101(2):e246-e251. <https://doi.org/10.1111/aos.15256>
36. Liu J, De Francesco T, Schlenker M, Ahmed II. Icare Home Tonometer: A Review of Characteristics and Clinical Utility. *Clin Ophthalmol* 2020; 14:4031-4045. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S284844>
37. Chen X, Wu X, Lin X, Wang J, Xu W. Outcome, influence factor and development of CLS measurement in continuous IOP monitoring: A narrative review. *Cont Lens Anterior Eye* 2021; 44(4):101376. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.10.006>
38. Dunbar GE, Shen BY, Aref AA. The Sensimed Triggerfish contact lens sensor: efficacy, safety, and patient perspectives. *Clin Ophthalmol* 2017; 11:875-882. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S109708>
39. Hollo G, Kothly P, Vargha P. Evaluation of continuous 24-hour intraocular pressure monitoring for assessment of prostaglandin-induced pressure reduction in glaucoma. *J Glaucoma* 2014; 23(1):e6-12. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31829e5635>
40. Koutsonas A, Walter P, Roessler G, et al. Implantation of a novel telemetric intraocular pressure sensor in patients with glaucoma (ARGOS study): 1-year results. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015; 56:1063-1069. <https://doi.org/10.1167/iovs.14-14925>
41. Koutsonas A, Walter P, Roessler G, Plange N. Long-term follow-up after implantation of a telemetric intraocular pressure sensor in patients with glaucoma: a safety report. *Clin Exp Ophthalmol* 2018; 46(5):473-479. <https://doi.org/10.1111/ceo.13100>
42. Choritz L, Mansouri K, van den Bosch J, Weigel M, Dick HB, Wagner M, Thieme H; ARGOS study group. Telemetric Measurement of Intraocular Pressure via an Implantable Pressure Sensor-12-Month Results from the ARGOS-02 Trial. *Am J Ophthalmol* 2020; 209:187-196. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2019.09.011>
43. Szurman P, Mansouri K, Dick HB, Mermoud A, Hoffmann EM, Mackert M, Weinreb RN, Rao HL, Seuthe AM; EYEMATE-SC study group. Safety and performance of a suprachoroidal sensor for telemetric measurement of intraocular pressure in the EYEMATE-SC trial. *Br J Ophthalmol* 2023; 107(4):518-524. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2021-320023>

44. Нестеров А.П., Илларионова А.Р., Обруч Б.В. Новый транспальпебральный тонометр ТГДЦ-01 diaton. *Вестник офтальмологии* 2007; 123(1):42-44.
45. Дыкин В.И., Иванищев К.В., Корнев Н.П. и др. Тонометр внутриглазного давления динамического типа. *Медицинская техника* 2013; 279(3):18-20.
46. Аветисов С.Э., Еричев В.П., Антонов А.А. Диагностические возможности транспальпебральной тонометрии индикатором ИГД-03. *Национальный журнал глаукома* 2016; 15(3):17-23.
47. Аветисов С.Э., Еричев В.П., Антонов А.А. Сравнительное исследование транспальпебрального метода, апланационной тонометрии и двунаправленной пневмоапланации роговицы. *Современные технологии в офтальмологии* 2014; 3:119-121.
48. Wisse RP, Peeters N, Imhof SM, van der Lelij A. Comparison of Diaton transpalpebral tonometer with applanation tonometry in keratoconus. *Int J Ophthalmol* 2016; 9(3):395-358. <https://doi.org/10.18240/ijo.2016.03.12>.
49. Alzuhairy S. Transpalpebral intraocular pressure measurement by Diaton compared to Goldman applanation tonometer in myopic eyes before and after transepithelial photorefractive keratectomy in Saudi Arabia. *Int J Ophthalmol* 2023; 16(3):375-381. <https://doi.org/10.18240/ijo.2023.03.07>.
50. Risma JM, Tehrani S, Wang K, Fingert JH, Alward WL, Kwon YH. The Utility of Diaton Tonometer Measurements in Patients With Ocular Hypertension, Glaucoma, and Glaucoma Tube Shunts: A Preliminary Study for its Potential Use in Keratoprosthesis Patients. *J Glaucoma* 2016; 25(8):643-647. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000394>.
51. Li Y, Shi J, Duan X, Fan F. Transpalpebral measurement of intraocular pressure using the Diaton tonometer versus standard Goldmann applanation tonometry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010; 248(12):1765-1770. <https://doi.org/10.1007/s00417-009-1243-y>.
52. Егоров Е.А., Романова Т.Б., Кац Д.В. и др. Транспальпебральная тонометрия — перспективный метод контроля внутриглазного РМЖ Клиническая офтальмология 2016; 16(2):75-78.
53. Филиппова О.М., Бессмертный А.М., Кузин М.Н., Петров С.Ю. Перспективы применения тонометра ТВГД-02 для ассистированного мониторинга внутриглазного давления в домашней практике. *Российский офтальмологический журнал* 2021; 14(2):27-35. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-2-27-35>.
54. Филиппова О.М., Бессмертный А.М., Кузин М.Н., Петров С.Ю. Перспективы мониторинга внутриглазного давления с помощью транспальпебральной тонометрии. *Медицина* 2022; 10(2):10-24. <https://doi.org/10.29234/2308-9113-2022-10-2-10-24>.
55. Berg C, Doniger SJ, Zaia B, Williams SR. Change in intraocular pressure during point-of-care ultrasound. *West J Emerg Med* 2015; 16(2):263-268. <https://doi.org/10.5811/westjem.2015.1.24150>.
44. Nesterov A. P., Illarionova A.R., Obruch B.V. New transpalpebral tonometer TGDC-01 diaton. *Vestnik oftal'mologii* 2007; 123(1):42-44.
45. Dykin V. I., Ivanishchev K. V., Kornev N. P. et al. Dynamic type intraocular pressure tonometer. *Meditsinskaya Tekhnika* 2013; 279(3):18-20.
46. Avetisov, S.E., Erichev V.P., Antonov A.A. Diagnostic capabilities of transpalpebral tonometry with the IGD-03 indicator. *National journal glaucoma* 2016; 15(3):17-23.
47. Avetisov, S.E., Erichev V.P., Antonov A.A. Comparative study of transpalpebral method, applanation tonometry and bidirectional corneal pneumoapplanation. *Modern technologies in ophthalmology* 2014; 3:119-121.
48. Wisse RP, Peeters N, Imhof SM, van der Lelij A. Comparison of Diaton transpalpebral tonometer with applanation tonometry in keratoconus. *Int J Ophthalmol* 2016; 9(3):395-358. <https://doi.org/10.18240/ijo.2016.03.12>.
49. Alzuhairy S. Transpalpebral intraocular pressure measurement by Diaton compared to Goldman applanation tonometer in myopic eyes before and after transepithelial photorefractive keratectomy in Saudi Arabia. *Int J Ophthalmol* 2023; 16(3):375-381. <https://doi.org/10.18240/ijo.2023.03.07>.
50. Risma JM, Tehrani S, Wang K, Fingert JH, Alward WL, Kwon YH. The Utility of Diaton Tonometer Measurements in Patients With Ocular Hypertension, Glaucoma, and Glaucoma Tube Shunts: A Preliminary Study for its Potential Use in Keratoprosthesis Patients. *J Glaucoma* 2016; 25(8):643-647. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000394>.
51. Li Y, Shi J, Duan X, Fan F. Transpalpebral measurement of intraocular pressure using the Diaton tonometer versus standard Goldmann applanation tonometry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010; 248(12):1765-1770. <https://doi.org/10.1007/s00417-009-1243-y>.
52. Egorov E.A., Romanova T.B., Kats D.V. et al. Transpalpebral tonometry — a promising method for monitoring intraocular pressure. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2016; 16(2):75-78.
53. Filippova O.M., Bessmertny A.M., Kuzin M.N., Petrov S.Yu. Prospects for the use of the TVGD-02 tonometer for assisted monitoring of intraocular pressure in home practice. *Russian Ophthalmological Journal* 2021; 14(2):27-35. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-2-27-35>.
54. Filippova O.M., Bessmertny A.M., Kuzin M.N., Petrov S.Yu. Prospects for monitoring intraocular pressure using transpalpebral tonometry. *Medicine* 2022; 10(2):10-24. <https://doi.org/10.29234/2308-9113-2022-10-2-10-24>.
55. Berg C, Doniger SJ, Zaia B, Williams SR. Change in intraocular pressure during point-of-care ultrasound. *West J Emerg Med* 2015; 16(2):263-268. <https://doi.org/10.5811/westjem.2015.1.24150>.