

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПЛАСТИКИ ОРБИТЫ

Матросова Ю.В.¹, Катаев М.Г.², Фабрикантов О.Л.¹

¹ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России, Тамбовский филиал, Тамбов, e-mail: naukatmb@mail.ru;

²ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

Орбитопластика является активно развивающимся направлением реконструктивно-восстановительной офтальмохирургии. Однако многие проблемы, с нею связанные, не теряют своей значимости, а результаты лечения этой патологии далеко не всегда удовлетворительны. В статье приведен обзор отечественных и зарубежных источников литературы по данной тематике. Установлено, что основные направления развития современной орбитопластики – оптимальное дооперационное планирование, хорошая интраоперационная визуализация, выбор оптимального хирургического доступа и индивидуального импланта. Описан путь, по которому развивалось дооперационное планирование: от рентгенографии в двух проекциях и использования стандартных плоских имплантов до CAD/CAM технологий, когда индивидуальный имплант создается из любого аллопластического материала прямым или непрямым способом. В статье описаны гибридные импланты, состоящие из титана и пористого полиэтилена, применяемые с целью профилактики синдрома орбитальной адгезии; новая модель двухчастного титанового импланта для реконструкции орбитальных дефектов больших размеров. Приведены результаты исследования, сравнивающего различные хирургические методы (в том числе интраоперационную навигацию, эндовидеохирургию и использование встроенных маркеров и применение специально разработанного хирургического инструмента – позиционера) на основании соответствия фактического положения импланта планируемому.

Ключевые слова: пластика орбиты, перелом орбиты, имплант для реконструкции стенок орбиты, диплопия, травматическая оптическая нейропатия.

MAIN DIRECTIONS OF THE DEVELOPMENT OF ORBITAL PLASTIC SURGERY

Matrosova Yu.V.¹, Kataev M.G.², Fabrikantov O.L.¹

¹The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch, Tambov, email: naukatmb@mail.ru;

²The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russian Federation

Orbital plastic surgery is an actively developing area of reconstructive ophthalmic surgery. However, many problems associated with it do not lose their significance, and the results of treatment of this pathology are not always satisfactory. The article provides a review of Russian and foreign literature on this topic. It has been established that the main directions of development of modern orbital plastic surgery are optimal preoperative planning, good intraoperative visualization, selection of the optimal surgical approach and individual implant. The path along which preoperative planning developed is described: from radiography in two projections and the use of standard flat implants to CAD/CAM technologies, when an individual implant is created from any alloplastic material in a direct or indirect way. The article describes hybrid implants consisting of titanium and porous polyethylene, used to prevent orbital adhesion syndrome; about a new model of a two-part titanium implant for the reconstruction of large orbital defects. The results of a study comparing various surgical methods (including intraoperative navigation, endovideosurgery and the use of built-in markers and the use of a specially designed surgical instrument – positioner) based on the correspondence of the actual position of the implant to the planned one are presented.

Keywords: orbital plastic surgery, orbital fracture, implant for reconstruction of orbital walls, diplopia, traumatic optic neuropathy.

Орбитопластика является активно развивающимся направлением реконструктивно-восстановительной офтальмохирургии. Однако многие проблемы, с нею связанные, не теряют своей значимости, а результаты лечения этой патологии далеко не всегда удовлетворительны [1]. Наиболее тяжелым осложнением орбитальной хирургии является потеря зрения, которая может возникнуть в результате компрессии глазного яблока во время операции и нарушения

кровообращения в системе глазной артерии либо сдавления зрительного нерва костными отломками или ретробульбарной гематомой [2]. Эстетичность также является важным критерием, так как формирование грубого втянутого рубца (что бывает при инфраорбитальном доступе) часто является косметически неприемлемым и вызывает массу жалоб со стороны пациента [2]. Таким образом, требования к лечению этой патологии включают получение как хорошего функционального результата (здесь большую роль играют материал и форма импланта, позволяющего закрыть костный дефект, адекватная его фиксация, дающая возможность исключить смещение и обеспечивающая стабильное положение), так и косметического [3, 4, 5]. Соблюдение этих условий возможно при тщательном дооперационном планировании, хорошей интраоперационной визуализации и выборе оптимального хирургического доступа. Поэтому именно в этих направлениях развивается современная орбитопластика [6, 7, 8].

Переломы орбиты – это патология, которая находится на стыке нескольких хирургических специальностей: челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии и офтальмологии. Безусловно, существуют различные подходы к ее лечению. В данном обзоре рассмотрены основные аспекты в рамках их исторического развития.

Варианты хирургических доступов. Орбиту условно подразделяют на переднюю и заднюю части. «Передняя орбитотомия» – это широкий термин, используемый для описания хирургического доступа к передней половине орбиты. По данным литературы, при травме глазницы наиболее часто повреждаются нижняя и медиальная ее стенки [9, 10, 11].

При повреждениях такой локализации чаще всего прибегают к одному из следующих вариантов доступов: транскутанный, трансконъюнктивальный, трансантральный, в том числе и в комбинации. Офтальмохирурги пользуются первыми двумя вариантами. Транскутанный (чрескожный) доступ в зависимости от его расположения может быть верхним, нижним, латеральным и медиальным; поднадкостничным (через глазничный край) или глазничным (через глазничную перегородку). Разрез кожи в проекции орбитального края может быть надбровным, подбровным, этмоидальный разрез по медиальной связке век (по Линчу), разрез вдоль нижнего орбитального края и латеральная кантотомия. Каждый из этих подходов имеет свои плюсы и минусы, и от некоторых отказались из-за плохого косметического результата. Разрез Линча, например, обеспечивает превосходный доступ к медиальному отделу орбиты, но существует риск формирования грубого рубца, так как разрез располагается перпендикулярно линиям натяжения кожи Лангера. Это приводит к выраженной рубцовой деформации внутреннего угла глазной щели и часто требует проведения Z-пластики кожи [2, 12].

При пальпебральном доступе разрез век включает в себя разрезы верхнего века по пальпебральной складке, вертикальный разрез века, субцилиарный и субтарзальный разрезы нижнего века (по Конверсу). Пальпебральный доступ является достаточно удачным в косметическом плане, однако не всегда обеспечивает хорошую визуализацию в крайних медиальном и латеральном отделах верхней стенки орбиты.

Субтарзальный разрез по Конверсу показан возрастным пациентам с морщинистой неэластичной кожей. Преимуществом субтарзального разреза в сравнении с субцилиарным является меньшая вероятность вертикального укорочения и выворота века. Однако рубец после такого вмешательства более заметен и вероятность лимфостаза выше, чем при субцилиарном доступе. Несомненными достоинствами субцилиарного доступа являются обеспечение достаточной визуализации нижней и медиальной стенок глазницы, а также формирование малозаметного рубца [2, 13, 14].

Транскутанный доступ с разрезом по нижнему краю орбиты также обеспечивает хорошую визуализацию нижней стенки. Однако недостатком такого разреза является формирование рубца кожи, не всегда эстетически удовлетворительного. Кроме того, при продлении разреза кнаружи пересекаются крупные лимфатические коллекторы, что приводит к длительному лимфостазу, а при продлении разреза кнутри может нарушаться присасывающая функция слезоотводящих путей, что приводит к стойкому слезотечению в послеоперационном периоде [2].

Трансконъюнктивальный доступ, предложенный J. Bourquet в 1923 г., получил дальнейшее развитие в работах P. Tessier и J.M. Converse (1973). Пресептальный трансконъюнктивальный доступ предпочтительнее ретросептального, так как при его использовании в минимальной степени повреждается соединительнотканная сеть глазницы, обеспечивается хорошая визуализация и отмечается незначительное число осложнений [15]. Основное преимущество трансконъюнктивального подхода (особенно в сочетании с латеральной кантотомией) – не только отсутствие рубцов на коже, но и доступ к подглазничному и латеральному краям орбиты, соответствующим глазничным стенкам, нижней части медиальной стенки орбиты, верхней части передней стенки верхнечелюстной пазухи, подглазничному нерву, внутренней половине скуловой кости. Осложнения встречаются реже, чем при субцилиарном доступе, особенно у молодых пациентов. Недостатки доступа – пересечение ретрактора нижнего века и персистирующий хемоз бульбарной конъюнктивы [2, 16, 17].

Перелом латеральной стенки встречается реже, чем нижней и медиальной. Он возникает при тяжелых черепно-мозговых травмах и сопряжен с более высоким риском

развития травматической оптической нейропатии (ТОН) и необратимого снижения остроты зрения, чем при переломах другой локализации [18, 19].

Доступ к латеральному и заднему отделам орбиты технически сложен. Для облегчения доступа используется латеральная орбитотомия: выполняются латеральная кантотомия или расширенный разрез кожи по складке века. Если этого недостаточно, могут быть использованы нейрохирургические доступы [20]. Сложность доступа к задней части орбиты обусловлена удаленностью заднего края перелома и связана с пролабированием орбитального жира и анатомическим наклоном плоскости задней стенки орбиты. Визуализация в этой области существенно затруднена.

Бикоронарный разрез (по Зютеру) широко применяется в нейрохирургической практике и челюстно-лицевой хирургии и обеспечивает широкий доступ к скуловой дуге, а также к медиальному, верхнему и латеральному отделам орбиты. Он предполагает рассечение кожи, мягких тканей, надкостницы по линии, проведенной от козелка одного уха, поднимаясь по височной области, пересекая теменную область, далее аналогично до козелка другого уха. Недостатком такого доступа является высокая травматичность за счет большой протяженности разреза и обширной диссекции тканей, что приводит к формированию заметного рубца, нарушению чувствительности в области лба [20].

Визуализация. Бесспорно, улучшение визуализации при работе в столь ограниченном пространстве, как орбита, существенно облегчает работу хирурга, минимизирует операционные риски и сокращает время вмешательства [21, 22].

В последние десятилетия эндоскопическая орбитальная хирургия шагнула далеко вперед и стала широко использоваться офтальмологами совместно с оториноларингологами для удаления опухолей орбиты, в том числе при такой сложной локализации, как область ее верхушки и внутри мышечного конуса [23]. Также она широко применяется и при лечении переломов орбиты. Выполнение пластики с использованием эндоскопии, в отличие от вмешательства, выполняемого чрескожным доступом, возможно в ранние сроки после травмы на фоне сохраняющегося отека век. Эндовидеохирургия обеспечивает хорошую освещенность и одновременную визуализацию перелома всеми участниками операции, помогает оценить полноту высвобождения ущемленных орбитальных тканей и положение заднего края имплантата, позволяет проследить ход подглазничного нерва во избежание его повреждения [2].

Для лечения орбитальных переломов описаны эндоназальный и трансантральный эндоскопические подходы. Эндоназальный доступ обычно используется при восстановлении переломов медиальной стенки, хотя также сообщалось о его применении при восстановлении переломов дна орбиты. Он может быть использован в сочетании с трансконъюнктивальным

доступом. Трансантральная эндоскопическая техника используется для реконструкции дна глазницы [2].

Эндоскопия также хорошо себя зарекомендовала при лечении переломов орбиты на уровне задних ее отделов, при вторичной пластике остаточного энтофтальма или переломах медиальной стенки орбиты. Она позволяет визуализировать края перелома, труднодоступные другими способами.

Недостатком эндоскопических методов является обязательная временная антральная поддержка костных отломков путем размещения баллонного катетера в верхнечелюстной пазухе для облегчения репозиции перелома [2]. Необходимость удаления баллона через 2 недели чревата риском повторного пролапса нижней стенки глазницы.

В этом отношении интересно исследование, в котором использовались баллоны для верхнечелюстной пазухи как способ исключить необходимость орбитального имплантата. Баллон, наполненный физиологическим раствором, держали в верхнечелюстной пазухе в течение 4 недель, а затем извлекали через небольшой сублабиальный разрез под местной анестезией. За это время успевала сформироваться фиброзная мембрана в месте перелома. Преимуществами этой методики авторы считают отсутствие необходимости в орбитальном имплантате, хорошую подвижность глазного яблока, уменьшение диплопии и устранение энтофтальма. Возможные осложнения включают недостаточное давление в месте перелома (учитывая, что баллон давит на всю верхнечелюстную пазуху), утечку содержимого баллона, чрезмерное надувание, приводящее к сдавлению орбиты, и необходимость удаления баллона после операции через дополнительный разрез [24].

При всех неоспоримых плюсах и высоких возможностях эндоскопические методы требуют дорогостоящего оборудования, специального оснащения, знаний и навыков эндовидеохирургии. Эта методика может применяться лишь опытным хирургом, хорошо знакомым с анатомией глазницы и владеющим традиционными методами орбитальной реконструктивной хирургии.

Совершенствование компьютерных цифровых технологий произвело революцию в пластической орбитальной хирургии. Благодаря этому реконструктивная офтальмопластика совершила скачок от планирования вмешательства на основании обзорной рентгенографии в двух проекциях до CAD/CAM технологий, когда индивидуальный имплант создается из любого аллопластического материала прямым (без получения промежуточной модели его шаблона) или непрямым (с использованием стереолитографической модели черепа пациента с областью костного дефекта) способом. Орбитальная реконструкция позволяет хирургу оценить костную анатомию и важные нервно-сосудистые структуры внутри орбиты, а также эффективно и предсказуемо планировать размещение орбитальных имплантатов [20].

Большое количество существующих хирургических доступов и высокое развитие технологий предоперационного планирования открывают новые возможности развития реконструктивно-восстановительной офтальмохирургии [25]. Очевидно, что при столь широком выборе вариантов вмешательства необходимо руководствоваться объективными критериями для выбора того или иного доступа. Наиболее важным из таких критериев является адекватность реконструкции костного дефекта, а именно соответствие запланированного и фактического расположения импланта. Опубликовано исследование, в котором сравнивали результаты следующих хирургических вмешательств, выполненных на кадаверном материале.

1. Пластика нижней стенки орбиты трансконъюнктивальным доступом.
2. Реконструкция с помощью трансинусоидальной эндоскопии.
3. Реконструкция с виртуальным хирургическим планированием.
4. Реконструкция с интраоперационной визуализацией.
5. Реконструкция с навигационной визуализацией.
6. Реконструкция с интраоперационными маркерами навигации.
7. Реконструкция с интраоперационной навигацией в режиме реального времени.

Исследование показало, что пластика орбиты трансконъюнктивальным доступом дает минимальный контроль позиционирования импланта.

Во второй группе позиционирование импланта проводилось с двух направлений: визуально со стороны операционной раны и дополнительно из верхнечелюстной пазухи с помощью эндоскопа. По полученным результатам эта методика достоверно не отличается от первой и не имеет преимуществ.

В третьей группе хирург заранее планировал положение импланта с помощью компьютерных 3D-программ и инструментов виртуального планирования, потом оценивал соответствие положения импланта виртуальному плану. Результаты этой методики превосходили реконструкцию, выполненную на основании результатов компьютерной томографии.

В четвертой группе интраоперационная визуализация проводилась методом компьютерной томографии, выполненной непосредственно после установки импланта по обычным протоколам. Преимуществом является возможность коррекции положения импланта с повторным проведением сканирования до тех пор, пока будет получено нужное положение. Однако вмешательство было весьма продолжительным.

При реконструкции с интраоперационным визуальным контролем с помощью навигации положение импланта проверялось путем перемещения навигационного указателя вдоль импланта; делали серию сканирований, методом наложения изображений определяли

соответствие положения заданному. Получена высокая точность соответствия положения импланта рассчитанному положению. Однако операция с исследованием также занимала довольно продолжительное время.

В этом плане более удобным вариантом стала интраоперационная навигация на основе маркеров, встроенных в конструкцию импланта. Такая конструкция позволила получить информацию о направлении смещения и дать этому количественную оценку – определить величину смещения. Навигацию на основе маркеров авторы посчитали более информативной по сравнению с визуальной [26, 27].

Реконструкция с интраоперационной навигацией в реальном времени проводилась с помощью специально разработанного инструмента (титановый орбитальный позиционер), который прикреплялся к предварительно сформированному орбитальному имплантату и был сопряжен с навигационной системой. Камера инфракрасного излучения излучает сигнал, который отражается от специальных отражающих сфер-маркеров, установленных на хирургическом инструментарии. На камере размещены регистрирующие датчики, собирающие сигнал в трех плоскостях в онлайн-режиме. По расположению точек-сфер, от которых отражается сигнал, система и определяет местоположение и угол наклона инструмента [28].

Это позволило рассчитать положение имплантата на основе положения инструмента во время позиционирования имплантата. Предоставлялась обратная связь в режиме реального времени о текущем положении имплантата по сравнению с запланированным положением, как визуально, так и количественно. Это существенно сокращает время проведения операции. В настоящее время интраоперационная навигация вошла в нейрохирургическую практику и стала неотъемлемой частью компьютерной реконструкции челюстно-лицевой области. Крупные многопрофильные клиники и научно-исследовательские институты, оснащенные современным дорогостоящим оборудованием, могут располагать инфракрасными навигационными системами. Однако широкого применения эта технология не имеет ввиду своей труднодоступности.

Материал и форма импланта. Выбор материала и совершенствование формы импланта также важны для повышения эффективности лечения этой категории пациентов. Применяющийся ранее аутологичный костный трансплантат в настоящее время представляет, главным образом, исторический интерес. В течение последних десятилетий используются аллопластические материалы, которые эволюционировали от углерода и силикона с последующим переходом к тефлону и титану [20].

В настоящее время наиболее актуальным материалом для изготовления орбитальных имплантов является титан. Он хорошо изучен, рентгеноконтрастен, биосовместим и легко

стерилизуется. Однако применение титановых имплантов сопряжено с риском развития синдрома орбитальной адгезии, который считается редким, но его истинная частота неизвестна. Есть мнение, что гибридные титановые импланты (применяются за рубежом), имеющие покрытие из пористого полиэтилена, снижают риск развития синдрома орбитальной адгезии. Они сочетают преимущества титановых имплантатов, обеспечивая жесткую поддержку с возможностью костной фиксации, и обеспечивают врастание фиброваскулярной ткани в слизистую оболочку придаточных пазух носа за счет пористого слоя [29]. Для облегчения установки имплантата используют интраоперационную модификацию. Исторически сложилось так, что гибридные имплантаты изготавливались в виде плоских пластин, что требовало особых манипуляций во время операции для получения необходимой формы и размера. Это значительно удлиняло время операции, а также приводило к ошибкам, в результате которых костный дефект перекрывался неполностью или контур импланта не соответствовал индивидуальным особенностям пациента. Следующим этапом развития этого направления стала возможность предоперационного моделирования с использованием шаблона перелома, напечатанного на 3D-принтере [29].

В США применялись титановые имплантаты предварительно заданного размера и формы, предназначенные для восстановления дна и медиальной стенки усредненной орбиты. Они были смоделированы на основании исследования 300 глазниц людей разных возрастов (от 11 до 95 лет), преимущественно европеоидов. Эти импланты доступны в двух размерах и воссоздают нормальную анатомическую конфигурацию дна орбиты за счет определенного угла наклона [30].

Исследование на кадаверных орбитах показало преимущество с точки зрения точности анатомической реконструкции предварительно смоделированных имплантатов по сравнению с имплантатами, требующими интраоперационного моделирования. Это позволяет сократить время операции и снизить число манипуляций и риск ошибок, с ними связанный. В конечном итоге это снижает вероятность необходимости дополнительных хирургических вмешательств [31, 32].

Однако импланты, создаваемые на основе нормативного анатомического моделирования, не являются универсальными, идеально подходящими для всех пациентов. Известно, что форма и размеры орбиты широко варьируют. Ширина входа в орбиту колеблется от 31,5 до 40 мм, в средней ее части поперечник орбиты увеличивается до 45 мм, а у вершины не превышает 10 мм. При широком входе орбита имеет небольшую глубину, при узком входе (менее 33 мм) она становится более глубокой. Безусловно, оптимальным является индивидуальное планирование размеров и формы импланта.

С появлением возможности индивидуального изготовления импланта по стереолитографической модели черепа пациента началась новая веха реконструктивно-пластической офтальмохирургии. Однако это не помогало решить проблемы, возникающие при реконструкции обширных дефектов кости и требующие введения имплантов больших размеров. Объем полости орбиты составляет 23–26 см³, из них 80% заняты нервно-мышечным аппаратом, сосудами, орбитальной клетчаткой, меньшую часть занимает глазное яблоко. В случаях реконструкции дефектов кости большой площади задача хирурга усложняется. Часто величина импланта превышает размер входа в орбиту, что сопровождается большей хирургической травмой, риском интраоперационных осложнений и увеличением времени операции. Эту проблему пытались решить с помощью обрезки и уменьшения размера импланта, что технически облегчает операцию, однако может ухудшить конечный результат за счет неполного перекрытия дефекта. Кроме того, в литературе описаны случаи индуцированной послеоперационной диплопии в результате ятрогенного разрыва нижней косой мышцы. Поэтому авторы в ряде случаев предпочли намеренное пересечение нижней косой мышцы для облегчения заведения импланта с последующим ее ушиванием [29]. По мнению авторов, ни тот, ни другой вариант не являются оптимальными.

Для решения этой задачи был предложен составной орбитальный имплант, предназначенный для реконструкции больших дефектов стенок орбиты, изготовленный по стереолитографической модели. Особенностью является то, что он состоит из двух частей, которые поочередно заводятся в рану, затем скрепляются между собой специальной защелкой, входящей в конструкцию, и фиксируются микровинтами к кости. Главное преимущество – это возможность проведения операции через небольшой разрез кожи без излишней операционной травмы [33].

Заключение. Конечная цель разработки новых вариантов доступов и создания моделей имплантов – улучшить результаты лечения, максимально полно восстановить анатомию и функции, минимизировать вероятность осложнений, уменьшить травматичность операции и ускорить реабилитацию пациента. Большое значение имеют развитие компьютерных цифровых технологий и наличие специализированного оборудования, однако квалификация и опыт хирурга продолжают оставаться значимым фактором успеха реконструкции орбиты.

Список литературы

1. Матросова Ю.В., Катаев М.Г., Фабрикантов О.Л. Комплексный подход к лечению пациентов с травматическим косоглазием. *Современные проблемы науки и образования*. 2023. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=32977> (дата обращения: 09.01.2024).
2. Николаенко В.П., Астахов Ю.С. Орбитальные переломы: руководство для врачей. СПб.: Эко-Вектор, 2012. 436 с.
3. Матросова Ю.В., Катаев М.Г. Методы исследования диплопии. Обзор литературы // *Современные проблемы науки и образования*. 2022. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31484> (дата обращения: 09.01.2024).
4. Матросова Ю.В., Катаев М.Г., Фабрикантов О.Л. Диплография - новый метод исследования бинокулярной диплопии // *Отражение*. 2022. №1(13). С. 69-72.
5. Матросова Ю.В., Катаев М.Г., Фабрикантов О.Л. Диплография – новый метод исследования диплопии // *Современные проблемы науки и образования*. 2022. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31827> (дата обращения: 09.01.2024).
6. Орипов О.И., Билалов Э.Н., Боймуродов Ш.А. Современные аспекты хирургического лечения переломов стенок орбиты // *Офтальмологический журнал*. 2020. Т. 495. № 4. С. 77-82.
7. Хомутичкина Н.Е., Дурново Е.А., Мишина Н.В., Высельцева Ю.В. Ближайшие и отдаленные результаты лечения пациентов с переломами нижней стенки орбиты // *Стоматология*. 2018. Т. 97. № 5. С. 54-58.
8. Колола М.С., Колола И.С. Переломы нижней стенки орбиты у детей // *Инновации в медицине и фармации – 2018: сборник материалов научно-практической конференции студентов и молодых ученых*. Минск: Белорусский государственный медицинский университет, 2018. С. 132-135.
9. Малиновская Н.А. Хирургическое лечение переломов дна и внутренней стенки глазницы с выпадением и ущемлением мягких тканей в зоне перелома у детей: дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2014. 149 с.
10. Казинская Н.В., Дергачева Н.Н., Бузовкина Е.А., Сморгачева А.С., Аиткулова Л.И., Гараев С.Р., Аллавердян В.И., Шараева Я.В. Сравнительный анализ клинических проявлений и методов диагностики перелома нижней стенки орбиты у детей и взрослых // *Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области*. 2019. Т. 2. № 3 (26). С. 25-28.
11. Матросова Ю.В., Катаев М.Г., Фабрикантов О.Л. Травматическое косоглазие: вариативность механизмов возникновения и сложность оценки страбизмологического статуса // *Современные проблемы науки и образования*. 2022. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=32024> (дата обращения: 09.01.2024).

12. Campbell A.A., Grob S.R., Yoon M.K. Novel Surgical Approaches to the Orbit. Middle East African Journal of Ophthalmology. 2015. Vol. 22. no. 4. P. 435-441. DOI: 10.4103/0974-9233.164613.
13. Hsu CH, Lin IC, Shen YD, Hsu WM. Brief Communication Ophthalmic plastic and orbital surgery in Taiwan. Journal of the Chinese Medical Association. 2014. Vol. 77. no. 6. P. 333-336. DOI: 10.1016/j.jcma.2013.05.014
14. Gvenetadze Z., Lagvilava G., Toradze G., Devidze I, Gvenetadze G. Tactics of surgical treatment at traumatic injuries of maxillo-zygomatic-orbital complex and the lower edge of the orbit. Georgian Med News. 2014. Vol. 231. P. 7-11.
15. Koornneef L. Anatomy and function of orbital septa. Plastic reconstructive surgery of the head and neck. 1981. Vol 11. P. 130-138.
16. Шомуродов К.Э., Курьязова З.Х., Исомов М.М., Мукимов И.И., Файзиев Б.Р. Совершенствование хирургического лечения переломов нижней стенки орбиты // Stomatologiya. 2017. № 2. С. 78-80.
17. Белоусова Н.Ю., Хомутинникова Н.Е., Полтанова Т.И., Сыроватская А.А. Опыт лечения пациентов с переломами скулоорбитального комплекса и нижней стенки орбиты // Точка зрения. Восток - Запад. 2019. № 3. С. 39-41.
18. Sakong Y., Chung K.J., Kim Y.H. The Incidence of Traumatic Optic Neuropathy Associated With Subtypes of Orbital Wall Fracture // J Craniofac Surg. 2022. Vol. 33. no. 1. P. 93-96. DOI: 10.1097/SCS.00000000000008007.
19. Ong H.S., Qatarneh D., Ford R.L., Lingam R.K., Lee V. Classification of orbital fractures using the AO/ASIF system in a population surveillance cohort of traumatic optic neuropathy // Orbit. 2014. Vol. 33, no. 4. P. 256-62. DOI: 10.3109/01676830.2014.900087.
20. Еолчиан С.А. Хирургическое лечение кранио-орбито-фациальной травмы: дис. ... докт. мед. наук. Москва, 2017. 308 с.
21. Нероев В.В., Быков В.П., Катаев М.Г., Кваша О.И., Аль-Даравиш Д.А.Ю. Пулевая травма глазного яблока и орбиты: характер повреждений в зависимости от вида ранящего оружия // Медицина катастроф. 2015. Т. 89. № 1. С. 40-42.
22. Нероев В.В., Быков В.П., Катаев М.Г., Кваша О.И., Луговкина К.В., Аль-Даравиш Д.А.Ю. Некоторые аспекты клиники и лечения современных пулевых ранений органа зрения // Медицина катастроф. 2014. Т. 88. № 4. С. 33-35.
23. Susarla S.M., Duncan K., Mahoney N.R., Merbs S.L., Grant M.P. Virtual Surgical Planning for Orbital Reconstruction // Middle East African Journal of Ophthalmology. 2015. Vol. 22. no. 4. P. 442-446. DOI: 10.4103/0974-9233.164626.

24. Park I.H., Lee H.M., Yanagi K. Endoscopic transantral and transnasal repair of orbital floor fracture with the ballooning technique, and classification and characterization of orbital floor fractures // *Am J Rhinol Allergy*. 2015. Vol. 29. no. 6. P. 445-448. DOI: 10.2500/ajra.2015.29.4222.
25. Seen S., Young S., Lang S.S., Lim T.C., Amrith S., Sundar G. Orbital Implants in Orbital Fracture Reconstruction: A Ten-Year Series // *Craniofacial Trauma Reconstr*. 2021. Vol. 14. no. 1. P. 56-63. DOI: 10.1177/1943387520939032.
26. Schreurs R., Dubois L., Klop C., Beenen L.F.M., Habets P.E.M.H., Maal T.J.J., Becking A.G. Surgical instrument to improve implant positioning in orbital reconstruction: a feasibility study // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021. Vol. 59. no. 7. P. 826–830. DOI: 10.1016/j.bjoms.2021.02.023.
27. Schreurs R., Becking A.G., Jansen J., Dubois L. Advanced Concepts of Orbital Reconstruction A Unique Attempt to Scientifically Evaluate Individual Techniques in Reconstruction of Large Orbital Defects // *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2021. Vol. 29. no. 1. P. 151-162. DOI: 10.1016/j.cxom.2020.10.003.
28. Schreurs R., Dubois L., Klop C., Beenen L.F.M., Habets P.E.M.H., Maal T.J.J., Becking A.G. Surgical instrument to improve implant positioning in orbital reconstruction: a feasibility study // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021. Vol. 59. P. 826–830. DOI: 10.1016/j.bjoms.2021.02.023.
29. Blessing N.W., Rong A.J., Tse B.C., Erickson B.P., Lee B.W., Johnson T.E. Orbital bony reconstruction with pre-sized and pre-contoured porous polyethylene - titanium implants // *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2021. Vol. 37. no. 3. P. 284-289. DOI: 10.1097/IOP.0000000000001829.
30. Chen A.J., Chung N.N., Liu C.Y., MacIntosh P.W., Korn B.S., Kikkawa O.D. Precision in Oculofacial Surgery: Made-To-Specification Cast-Molded Implants in Orbital Reconstruction // *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 2020. Vol. 36. no. 3. P. 268-271. DOI: 10.1097/IOP.0000000000001529.
31. Bittermann G., Metzger M.C., Schlager S., Lagrèze W.A., Gross N., Cornelius C.P., Schmelzeisen R. Orbital reconstruction: prefabricated implants, data transfer, and revision surgery // *Facial Plast Surg*. 2014. Vol. 30. no. 5. P. 554-60. DOI: 10.1055/s-0034-1395211.
32. Seen S., Young S.M., Teo S.J., Lang S.S., Amrith S., Lim T.C., Sundar G. Permanent Versus Bioresorbable Implants in Orbital Floor Blowout Fractures // *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2018. Vol. 34. no. 6. P. 536-543. DOI: 10.1097/IOP.0000000000001077.
33. Матросова Ю.В., Катаев М.Г., Фабрикантов О.Л. Составной имплант для реконструкции стенок орбиты // *Современные проблемы науки и образования*. 2023. № 4. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=32821> (дата обращения: 09.01.2024).

