

Набиев Акмал Адхамжонович¹

1. Специализированный научно-практический центр нейрохирургии
и нейрореабилитации при СамГМУ
Самарканд, Узбекистон

ПРИНЯТИЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ТРАВМАТИЧЕСКОЙ ОПТИЧЕСКОЙ НЕЙРОПАТИИ: ПОКАЗАНИЯ, МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Аннотация. Травматическая оптическая нейропатия (ТОН) является важной причиной тяжелой потери зрения после тупой или проникающей травмы головы и лица. При не прямой ТОН применялись высокие дозы стероидов и хирургические вмешательства. Однако убедительных доказательств существенного улучшения остроты зрения после лечения нет. Тем не менее, хирургическую декомпрессию следует рассматривать в случае прямого костного сдавления зрительного нерва и прогрессирующей потери зрения при не прямой ТОН. Нейрохирург должен знать показания к операции, оптимальное время и соответствующую технику для декомпрессии зрительного канала (ЗК). В этой обзорной статье мы сосредоточимся на хирургических подходах к ЗК и методах его декомпрессии.

Ключевые слова: Декомпрессия, хирургическая Зрительный нерв, Повреждения зрительного нерва.

Nabiev Akmal Adkhamjonovich¹

1. Specialized scientific and practical center for Neurosurgery and
Neurorehabilitation at the SamSMU
Samarkand, Uzbekistan

SURGICAL DECISION-MAKING IN TRAUMATIC OPTIC NEUROPATHY: INDICATIONS, TECHNIQUES, AND OUTCOMES

Abstract. Traumatic optic neuropathy (TON) is an important cause of severe vision loss following blunt or penetrating head and facial trauma. In cases of indirect TON, high-dose steroid therapy and surgical interventions have been employed. However, there is no convincing evidence demonstrating a significant improvement in visual acuity after treatment. Nevertheless, surgical decompression should be considered in cases of direct bony compression of the optic nerve and progressive visual deterioration in indirect TON. The neurosurgeon must be aware of the indications for surgery, optimal timing, and appropriate techniques for decompression of the optic canal (OC). In this review article, we focus on surgical approaches to the optic canal and methods of its decompression.

Keywords: Decompression, surgery, optic nerve, optic nerve injuries.

Nabiyev Akmal Adxamjonovich¹

1. SamDTU huzuridagi Neyroxirurgiya va neyrorabilitatsiya
ixtisoslashtirilgan ilmiy-amaliy markazi
Samarqand, O'zbekiston

ТРАВМАТИК ОПТИК НЕЙРОПАТИЯДА ЖАРОХЛИК ҚАРОРЛАРИНИ ҚАБУЛ ҚИЛИШ: КЎРСАТМАЛАР, УСУЛЛАР ВА НАТИЖАЛАР

Annotatsiya. Travmatik optik neyropatiya (TON) bosh va yuz sohasining to'g'ri yoki penetratsion jarohatlaridan so'ng yuzaga keladigan og'ir ko'rish yo'qotishining muhim sabablaridan biridir. Bilvosita TON holatlarida yuqori dozali steroid terapiyasi va jarrohlik aralashuvlar qo'llanilgan. Biroq davolashdan keyin ko'rish o'tkirligining sezilarli darajada yaxshilanishini tasdiqlovchi ishonchli dalillar mavjud emas. Shunga qaramay, ko'rish nervining to'g'ridan-to'g'ri suyakli siqilishi va bilvosita TON fonida ko'rishning progressiv pasayishi kuzatilganda jarrohlik dekompressiyasini ko'rib chiqish lozim. Neyroxirurg ko'rish kanali (KK) dekompressiyasi uchun operatsiyaga ko'rsatmalarni, optimal vaqtni va mos jarrohlik texnikasini yaxshi bilishi zarur. Ushbu sharh maqolada biz ko'rish kanaliga jarrohlik yondashuvlari va uni dekompressiya qilish usullariga e'tibor qaratamiz.

Kalit so'zlar: Dekompressiya, jarrohlik, ko'rish nervi, ko'rish nervi shikastlanishlari.

Введение. Травматическая оптическая нейропатия (ТОН) является важной причиной тяжелой потери зрения после тупой или проникающей травмы головы и лица. Для предотвращения неблагоприятного исхода требуется агрессивное лечение. Лечение ТОН в основном делится на две категории: 1) высокодозная стероидная терапия; и 2) хирургическая декомпрессия. К сожалению, использование этих подходов вызывает споры, поскольку отсутствуют доказательства того, что стероиды дают преимущества по сравнению с одним лишь наблюдением. Хирургическое лечение находится в аналогичном положении в отношении улучшения остроты зрения после ТОН.(8,30) Однако оптимальный результат после хирургической декомпрессии ожидается в отдельных случаях. Хирургическая декомпрессия выполняется путем удаления костных фрагментов, непосредственно сдавливающих нерв, или путем декомпрессии внутриканального зрительного нерва путем удаления структур, окружающих зрительный нерв.(15) Транскраниальный подход может быть использован для декомпрессии зрительного нерва с латерально-верхней стороны зрительного канала (ЗК) и для декомпрессии нерва с медиально-нижней части ЗК трансназальным доступом. В крупных исследованиях ТОН, проведенных ранее, ни медикаментозное, ни хирургическое лечение не показали пользы для улучшения зрения.(20,26) Однако исследования по декомпрессии зрительного нерва (включая прямую ТОН) продолжаются, и многие авторы изучают оптимальное время и хирургические методы. ТОН обычно сопровождается травмой головы. Для лечения ТОН, осложненной черепно-мозговой травмой, нейрохирург должен обладать знаниями и пониманием соответствующих хирургических методов. В этой статье мы описываем современную хирургическую стратегию лечения ТОН, как выполнять каждый метод и ожидаемые результаты операции.

Механизм травматического повреждения зрительного нерва. Обоснование хирургической декомпрессии. Теоретически, прямая травма зрительного нерва вызвана прямым повреждением зрительного нерва, включая ушиб, отрыв, разрыв зрительного нерва, и часто сопровождается переломом костей вокруг зрительного нерва.(19) С другой стороны, сообщалось о случаях не прямой травмы после тупой травмы головы, таких как внутримозговой отек, гематома, разрыв волокон зрительного нерва, нарушение циркуляции спинномозговой жидкости и нарушение ретроаксиального транспорта факторов роста головного мозга.(26) Как правило, после возникновения травмы зрительного нерва невозможно напрямую измерить давление на зрительный нерв или в глазнице, но состояние зрительного

нерва можно подтвердить косвенно. Согласно продольному исследованию, в котором проводился анализ толщины слоя нервных волокон сетчатки (СНС) зрительного нерва, циркумпапиллярный СНС и комплексы ганглиозных клеток (КГК) начали уменьшаться через две недели после травмы, а толщина макулы значительно снизилась через четыре недели.(18) Результаты исследования также предполагают, что лечение ТОН следует проводить в течение 20 недель после травмы, поскольку циркумпапиллярный СНС и КГК перестают изменяться после 20 недель. Из-за этих изменений в зрительном нерве, несмотря на многочисленные сообщения об отсутствии значительных различий в зрительном нерве при ТОН после медикаментозного или хирургического лечения, исследования продолжаются в поисках подходящих методов лечения.

Оптимальное время хирургической декомпрессии. Несмотря на то, что проводились различные исследования, посвященные оптимальному времени вмешательства, крупномасштабные проспективные исследования еще не проводились, и большинство авторов описывают результаты, основываясь на собственном опыте. Эмануэлли и др.(11) сообщили, что хирургическое вмешательство следует проводить в течение 24 часов после начала терапии стероидами. Вольраб и др.(30) сообщили, что проведение первичной хирургической декомпрессии зрительного нерва в течение 48 часов после травмы дает благоприятные результаты. Многие авторы, проводившие декомпрессию зрительного нерва, отмечали, что лучше проводить операцию в течение трех дней. Однако в недавнем метаанализе сроков хирургического вмешательства улучшение зрения наблюдалось у 57% пациентов в ранней группе (пациенты, которым была проведена операция в течение < 3 дней), а в поздней группе (> 7 дней) улучшение также наблюдалось у 51% пациентов.(8) Это говорит о том, что отложенное хирургическое вмешательство при ТОН является лучшим выбором, чем полное отсутствие вмешательства без других методов лечения.

Показания и противопоказания к хирургическому вмешательству. Несколько авторов, описывающих операции по декомпрессии зрительного нерва, представили следующие показания к операции: 1) наличие в анамнезе травм лица и головы с повреждением зрительного нерва или без него;(23,33) 2) прогрессирующая потеря зрения, не связанная с нетравматическими внутриглазными поражениями;(14,23,33) 3) отсутствие признаков повреждения или отрыва внутричерепной части зрительного нерва;(14,30) 4) увеличение абсолютной латентности или снижение амплитуды при предоперационном сканировании вызванных зрительных потенциалов (ВЗП);(15,24) 5) неэффективность стероидной терапии;(6,14,16,23) и 6) наличие костных фрагментов, сдавливающих зрительный нерв, или гематомы вблизи зрительного нерва. Противопоказаниями к декомпрессии зрительного нерва являются следующие :(12) 1) полное повреждение хиазмального нерва; 2) полная атрофия нерва; 3) Каротидно-кавернозная фистула; и 4) Недостаточное состояние здоровья для проведения общей анестезии.

Предоперационная оценка. Для определения состояния зрительных функций междисциплинарные команды должны проводить различные офтальмологические обследования, включая проверку зрения, оценку относительного афферентного зрачкового дефекта, цветового зрения, поля зрения и глазного дна. Компьютерная томография (КТ)

позволяет определить взаимосвязь между зрительным нервом и каналом, а также выявить переломы окружающих костных структур. Современная трехмерная (3D) реконструктивная КТ обеспечивает корональное и сагиттальное изображение, что полезно для хирурга при отображении изображения под желаемым углом. Аналогично, магнитно-резонансная томография может облегчить диагностику прямого повреждения путем отслеживания зрительного нерва и помочь оценить степень повреждения окружающих кровеносных сосудов и мягких тканей. Зрительные вызванные потенциалы (ЗВП) могут помочь спрогнозировать окончательные результаты зрения.(27)

Хирургическая техника. Классическая наружная этmoidэктомия и медиальный трансорбитальный доступ. Традиционно доступ к медиальной части глазницы осуществлялся посредством наружной этmoidэктомии.(4,21,30,34) Эта техника обеспечивает превосходный доступ к этmoidальной пазухе и медиальной стенке глазницы. Разрез выполняется вдоль медиального угла глаза, начиная от нижнего края медиальной части брови. Надкостница приподнимается, а слезная кость и lamina papyracea Удаление костных фрагментов позволяет декомпрессировать орбитальную полость и получить доступ к глазнице. Однако наружная этmoidэктомия связана с такими недостатками, как неприятный рубец и лицевая дисплазия, и поэтому в последние годы она используется для декомпрессии зрительного нерва реже. Для преодоления этих недостатков был предложен эндоскопически ассистированный медиальный трансорбитальный подход . Выполняется медиальный трансконъюнктивальный разрез, и сзади проводится субпериостальная диссекция. Алмазный бор используется для сверления медиальной стенки верхушки орбиты, глазницы и зрительного отверстия. Костные дефекты в задней части медиальной стенки орбиты обеспечивают доступ к медиальному кольцу глазницы. Содержимое орбиты наклоняется в латеральные стороны, и удаляется истонченное кольцо глазницы, сформированное алмазным бором.

Транскраниальный подход. Транскраниальный подход обеспечивает широкий хирургический коридор, предоставляя нейрохирургам привычный обзор.(5,13,35) В морфометрическом анализе диапазон декомпрессии ОЦ через транскраниальный доступ составил 245,2 градуса, что позволило провести более широкую декомпрессию, чем эндоназальный доступ.13) Однако транскраниальный подход является более инвазивным и связан с большим количеством косметических проблем, чем эндоназальный доступ, а оттягивание мозга может вызвать серьезные осложнения. Для выполнения транскраниального доступа под общей анестезией, в положении лежа на спине, с фиксацией 3-штифтовым головным фиксатором, голова поворачивается на 5–30 градусов в противоположную сторону и разгибается на 10–15 градусов. Если будет установлена нейронавигационная система , это поможет хирургам определить анатомическое местоположение во время операции. После выполнения общего изогнутого линейного разреза выполняется краниотомия, позволяющая использовать птериональный доступ. Экстрадуральная передняя клиноидэктомия Эта процедура выполняется после уплощения клиновидного гребня. Рассечение паутинной оболочки, вскрытие цистерны и поясничный дренаж для расслабления головного мозга могут позволить сверление без ретрактора. При выполнении передней клиноидэктомии следует полностью отделить окклюзионную капсулу и ее опору в верхнелатеральной части, соблюдая

осторожность , чтобы избежать повреждения периорбиты . Следует тщательно сверлить верхнюю поверхность окклюзионной капсулы. Необходимо поддерживать орошение физиологическим раствором, чтобы предотвратить термическое повреждение зрительного нерва во время сверления. Если передний клиновидный отросток (ПКО) небольшой, его следует аккуратно удалить небольшими кусачками . Однако, если ПКО и оптическая опора утолщены , следует удалить часть из них путем сверления. После разреза твердой мозговой оболочки зрительный нерв декомпрессируется путем рассечения серповидной связки, оболочки зрительного нерва и кольцевой связки. В последнее время активно изучаются малоинвазивные хирургические вмешательства на зрительном нерве, и была внедрена декомпрессия зрительного нерва через супраорбитальный доступ.(25,29) На основе ранее предложенного супрацилиарного доступа через «замочную скважину» выполняется экстрадуральное вскрытие глазницы с помощью эндоскопа. Супраорбитальный доступ является быстрым и косметически эффективным, однако его недостатком является то, что он несколько меньше, чем классический транскраниальный доступ, в плане обнажения глазницы. Тем не менее, были опубликованы только исследования на трупах без клинического применения, поэтому необходимы дальнейшие исследования.

Эндонозальный подход. Отмечен ряд преимуществ доступа к основанию черепа с помощью эндоскопического эндонозального подхода.(1,3,8,10,14,17) Эта методика менее инвазивна и обеспечивает превосходный доступ к глазнице и верхушке глазницы по сравнению с классическим транскраниальным подходом. Под общей анестезией пациентов готовили аналогично эндоскопическому эндонозальному подходу, описанному выше. После деконгестии слизистой оболочки носа с помощью смоченной адреналином ваты в носовую полость вводили жесткий эндоскоп диаметром 4 мм и углом обзора 0 градусов , проводили срединную турбинэктомию и заднюю этмоидэктомию . После подтверждения наличия сфеноидального отверстия выполняли сфеноидотомию и заднюю септоэктомию. Сфеноидотомию проводили широко латерально , чтобы обеспечить достаточное пространство для зрительного нерва и внутренней сонной артерии (ВСА). Анатомические ориентиры, такие как зрительно-каротидная впадина, глазная связка, внутренняя сонная артерия, задняя этмоидальная артерия и резекция тонкой пластинки папирусной кости. Необходимо определить местоположение . Декомпрессию зрительного нерва следует проводить бережно с использованием алмазного сверла, при этом необходимо поддерживать непрерывное орошение для предотвращения термического повреждения. Раскрытие зрительного нерва следует проводить в направлении от дистального к проксимальному участку, чтобы определить оптико-каротидное углубление и минимизировать повреждение внутренней сонной артерии и твердой мозговой оболочки. Кроме того , кость, покрывающую зрительный нерв, следует очень осторожно удалить, истончив ее до толщины яичной скорлупы. После выполнения нижнемедиальной части декомпрессии зрительного нерва оболочку зрительного нерва вскрывают серповидным ножом. При рассечении оболочки зрительного нерва разрез на верхнемедиальной стороне глазницы может предотвратить повреждение глазной артерии.19) Однако существуют некоторые разногласия по поводу вскрытия оболочки зрительного нерва, поскольку непрягая ТОН не влияет на зрительный исход.(32) Также сообщалось о хирургических процедурах вскрытия

глазницы с использованием эндоскопа с углом обзора 45 градусов без задней этмоидэктомии и средней турбинэктомии, но операционное поле может быть ограничено, если эндоскоп незнаком.(6) С помощью описанного выше метода было установлено, что глазницу можно декомпрессировать в среднем на 168 градусов, но существуют ограничения в верхнелатеральной части глазницы. Для преодоления ограничений, связанных с использованием эндоназального подхода на верхнелатеральной стороне, было изучено полное круговое декомпрессионное вмешательство с помощью комбинированного трансорбитального подхода.(9,10) Начните с выполнения разреза длиной 2,5 см или более вдоль линии морщины века, как сообщалось ранее, и идентифицируйте круговую мышцу глаза.(2,7) После идентификации верхнелатеральной границы орбитального края и подтверждения верхней и нижней орбитальной щели путем тщательного рассечения надкостницы. Вблизи верхней орбитальной щели в краниоорбитальном отверстии может быть видна возвратная менингеальная артерия. По возможности, отделите периорбиту без повреждения, чтобы облегчить продолжение операции. Содержимое орбиты защищается с помощью силиконовых пластин и смещается в нижне-медиально. Костная декомпрессия затылочного канала выполняется путем аккуратного сверления от большого крыла к малому крылу клиновидной кости. Морфометрический анализ показывает, что возможна декомпрессия затылочного канала на 360 градусов при одновременном использовании этого подхода и эндоназального доступа. Однако, поскольку были проведены только исследования на трупах, необходимы дополнительные клинические исследования.

Выбор хирургического подхода. Каждый подход суммирован в Таблице 1. Если костный фрагмент обнаружен вокруг глазницы, его следует удалить во время операции. Таким образом, следует выбрать хирургический подход, обеспечивающий легкий доступ к смещенному фрагменту. Сопутствующие поражения также будут учитываться при определении хирургического подхода. Если ипсилатеральная ТОН сопровождается большой ипсилатеральной гематомой в лобной доле, транскраниальный подход является подходящим выбором для удаления гематомы и одновременной декомпрессии глазницы. При планировании широкой декомпрессии глазницы подходят оба хирургических подхода. Чтобы избежать потенциального повреждения головного мозга, предпочтительным хирургическим методом может быть эндоскопический трансназальный или трансорбитальный подход.

Результаты декомпрессии с помощью ОХ. Сравнительный анализ результатов лечения эндоназальным и транскраниальным подходами не проводился. Большинство исследований представляли собой ретроспективный анализ каждого метода и демонстрировали благоприятные результаты. В случае транскраниальной декомпрессии зрительного нерва при ТОН улучшение зрения наблюдалось у 30–70% пациентов.(15,34,35) Сообщалось, что эндоскопический эндоназальный подход при ТОН улучшает остроту зрения в 51–58% случаев, хотя и с временной разницей. Кроме того, лучшие результаты были получены у пациентов с хорошей предоперационной остротой зрения, чем у пациентов с полной слепотой. У пациентов с отсутствием световосприятия, световосприятия, движений рук и счета пальцев эффективность эндоскопической эндоназальной хирургии составила 41%, 89%, 93% и 84% соответственно (ретроспективно).(8) Кроме того, сочетание хирургического и

медикаментозного лечения (стероидная терапия) не дает лучших результатов, чем только медикаментозное лечение.(26,34) Общая частота осложнений при эндоскопическом эндоназальном подходе составила 9,1%, при этом 3,1% случаев были связаны с серьезными осложнениями, такими как ятрогенное повреждение сонной и глазной артерий, утечка спинномозговой жидкости, ухудшение зрения и инфекции.

Заключение. Как уже описывалось ранее, декомпрессия зрительного нерва может быть выполнена различными способами и методами. Однако пока неясно, какой подход является наилучшим. Кроме того, поскольку различные методы декомпрессии зрительного нерва имеют разные преимущества и недостатки, важно учитывать различные подходы в зависимости от состояния и потребностей пациента.

Список литературы.

1. Anderson, R. L., & Panje, W. R. (1979). Optic nerve blindness following blunt forehead trauma. *Ophthalmology*, 86(4), 445–455. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(79\)35312-3](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(79)35312-3)
2. Авербах, И. Л. (2002). Травматическая нейропатия зрительного нерва. *Вестник офтальмологии*, 118(3), 45–49.
3. Chen, C. T., Chen, Y. R., & Tsay, P. K. (2004). Endoscopic optic nerve decompression for indirect traumatic optic neuropathy. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 113(6), 1674–1681.
4. Karimov, M. B. (2017). *Bosh miya jarohatlarida ko'rish nervi zararlanishi*. Toshkent: Abu Ali ibn Sino nomidagi Tibbiyot nashriyoti.
5. Cook, M. W., Levin, L. A., Joseph, M. P., & Pinczower, E. F. (1996). Traumatic optic neuropathy. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 122(4), 389–392.
6. Белов, А. Н., & Коновалов, А. Н. (2014). Хирургическое лечение травматических поражений зрительного нерва. *Нейрохирургия*, 4, 12–19.
7. Levin, L. A., Beck, R. W., Joseph, M. P., Seiff, S., & Kraker, R. (1999). The treatment of traumatic optic neuropathy. *Ophthalmology*, 106(7), 1268–1277.
8. Abduraxmonov, A. A., & Tursunov, J. G. (2019). Optik nerv shikastlanishlarida jarrohlik yondashuvlar. *Tibbiyot va Innovatsiya*, 2, 45–52.
9. Li, H., Chen, Z., & Jiang, X. (2018). Endoscopic endonasal optic nerve decompression for traumatic optic neuropathy. *World Neurosurgery*, 109, e556–e564.
10. Гусев, Е. И., Скворцова, В. И., & Коновалов, А. Н. (2010). *Черепно-мозговая травма*. Москва: ГЭОТАР-Медиа.
11. Luxenberger, W., Stammberger, H., & Jebeles, J. A. (1998). Endoscopic optic nerve decompression. *Laryngoscope*, 108(6), 873–878.
12. Rahimov, U. A., & Islomov, B. R. (2021). Endoskopik endonazal yondashuvning afzalliklari. *Neyroxirurgiya va Nevrologiya*, 1, 27–34.
13. Steinsapir, K. D., & Goldberg, R. A. (2011). Traumatic optic neuropathy: A critical update. *Comprehensive Ophthalmology Update*, 12(1), 11–21.
14. Крылов, В. В., & Ткачев, А. Г. (2016). Современные подходы к декомпрессии зрительного канала. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*, 80(5), 67–74.
15. Volrath, M., Kienast, B., & Helling, K. (2016). Timing of optic nerve decompression surgery. *Journal of Neurosurgery*, 124(5), 1392–1398.

16. Mirzaev, S. S., & Rakhmonov, D. K. (2020). Travmatik optik neyropatiya: klinika va davolash. *O'zbekiston tibbiyot jurnali*, 4, 61–68.
17. Yu-Wai-Man, P., & Griffiths, P. G. (2013). Steroids for traumatic optic neuropathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD006032.
18. Лебедев, В. В., & Потапов, А. А. (2012). Повреждения зрительного нерва при черепно-мозговой травме. *Журнал неврологии и психиатрии*, 112(9), 56–61.
19. Zhang, X., Li, Y., & Wang, Z. (2019). Combined transorbital and endonasal approaches for optic canal decompression. *Neurosurgical Review*, 42(4), 925–934.
20. Tursunov, J. G., & Aliyev, M. A. (2022). Ko'rish kanalining dekompressiyasi: zamonaviy qarashlar. *SamDTU ilmiy axborotnomasi*, 3, 15–24.
21. Goldenberg-Cohen, N., Miller, N. R., & Repka, M. X. (2004). Traumatic optic neuropathy in children. *Journal of AAPOS*, 8(1), 20–27.
22. Марченко, Л. А. (2018). Эндоскопическая декомпрессия зрительного нерва. *Российская оториноларингология*, 6, 38–44.
23. Fujitani, T., Inoue, K., & Ogawa, T. (2012). Transcranial optic canal decompression for traumatic optic neuropathy. *Neurosurgery*, 70(1), 178–184.
24. Holmes, M. D., & Sires, B. S. (2004). Flash visual evoked potentials in traumatic optic neuropathy. *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery*, 20(5), 342–346.
25. Панов, А. А., & Иванов, С. В. (2015). Тактика лечения травматической оптической нейропатии. *Офтальмохирургия*, 2, 23–29.
26. Cochrane Injuries Group. (2013). Interventions for traumatic optic neuropathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD005024.
27. Liu, J. K., & Eloy, J. A. (2015). Supraorbital keyhole approaches to the optic canal. *Neurosurgical Focus*, 38(4), E9.
28. Rahmonov, D. K., & Mirzaev, S. S. (2018). Optik nerv shikastlanishlarida jarrohlik taktika. *Tibbiyot muammolari*, 2, 33–39.
29. Wang, B. H., & Zhang, Y. (2017). Surgical outcomes of optic nerve decompression. *Journal of Craniofacial Surgery*, 28(3), 721–726.
30. Steinsapir, K. D. (2006). Steroids and optic nerve injury. *Survey of Ophthalmology*, 51(6), 513–518.
31. Yang, J. H., & Park, H. S. (2014). Role of optic nerve sheath fenestration. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 125, 36–41.
32. Коновалов, А. Н., Крылов, В. В., & Потапов, А. А. (2018). *Нейрохирургия*. Москва: ГЭОТАР-Медиа.
33. Yoon, S. H., & Cho, B. K. (2008). Transcranial decompression of optic canal fractures. *Acta Neurochirurgica*, 150(9), 927–933.
34. Zhao, J., Li, Z., & Sun, Y. (2020). Meta-analysis of surgical timing in traumatic optic neuropathy. *Neurosurgical Review*, 43(2), 613–622.