

Хирургическое лечение вертикального косоглазия. Часть 2. Показания, сроки проведения, методы

© А.В. ТЕРЕШЕНКО, И.Г. ТРИФАНЕНКОВА, А.А. ВЫДРИНА

Калужский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК "Микрохирургия глаза" им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Калуга, Россия

РЕЗЮМЕ

В лечении вертикального косоглазия, связанного с наличием гиперфункции (ГФ) нижней косой мышцы (НКМ), из-за слабости вертикальной фузии (3,0—4,0 пр. дптр), наличия циклотропии и торзионной диплопии хирургический этап практически неизбежен. К настоящему времени описано множество операций по ослаблению НКМ. Однако они характеризуются целым рядом отрицательных моментов, связанных с высокой травматичностью, трудностью технического выполнения из-за необходимости манипулировать в труднодоступной области глаза вблизи зрительного нерва, макулярной зоны, крупных сосудов, с большой длительностью проведения операции, невозможностью дозировать результат операции, низкими функциональными результатами. В значительной степени этих недостатков лишена операция передней транспозиции, при которой нейрофиброваскулярный пучок служит осью поворота НКМ, вследствие чего изменяется вектор ее действия и повышается эффективность лечения. Но, несмотря на все преимущества описанной методики, ее применение по-прежнему ограничено. Это связано с отсутствием способов дозирования объема передней транспозиции для лечения ГФ НКМ, особенно малых степеней.

Ключевые слова: вертикальное косоглазие, гиперфункция нижней косой мышцы, хирургическое лечение, передняя транспозиция нижней косой мышцы.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Терешенко А.В. — e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0840-2675>
Трифаненкова И.Г. — e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7307-7231>
Выдрина А.А. — e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8563-718X>
Автор, ответственный за переписку: Трифаненкова Ирина Георгиевна — e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Терешенко А.В., Трифаненкова И.Г., Выдрина А.А. Хирургическое лечение вертикального косоглазия. Часть 2. Показания, сроки проведения, методы. *Вестник офтальмологии*. 2020;136(6):242–248. <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136062242>

Surgical treatment of vertical strabismus. Part 2. Indications, scheduling, methods

© A.V. TERESHCHENKO, I.G. TRIFANENKOVA, A.G. VYDRINA

Kaluga branch of S.N. Fyodorov National Medical Research Center «MNTK «Eye Microsurgery», Kaluga, Russia

ABSTRACT

Treatment of vertical strabismus will almost inevitably involve surgery when it is associated with hyperfunction of the inferior oblique muscle due to the weakness of vertical fusion (3.0—4.0 ave dptr), the presence of cyclotropy and torsional diplopia. Many operations aimed at weakening the lower oblique muscle have been described. However, they have a number of negative aspects associated with high invasiveness, difficulty of technical implementation due to the need for manipulations in the inaccessible area of the eye in proximity to the optic nerve, macular area, large vessels, as well as long duration of the operation, inability to dosage the result of the operation, low functional results. They are, to a large extent, absent in the operation of anterior transposition in which the neurofibrovascular bundle serves as the axis of rotation of the lower oblique muscle changing the vector of its action and increasing the effectiveness of treatment. Despite all the advantages of that technique, its use is still limited due to the lack of methods for controlling the amount of anterior transposition for the treatment of hyperfunction of the inferior oblique muscle, especially of small degrees.

Keywords: vertical strabismus, hyperfunction of the lower oblique muscle, surgical treatment, anterior transposition of the inferior oblique muscle.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tereshchenko A.V. — e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0840-2675>
Trifanenkova I.G. — e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7307-7231>
Vydrina A.A. — e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8563-718X>
Corresponding author: Trifanenkova I.G. — e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

TO CITE THIS ARTICLE:

Tereshchenko AV, Trifanenkova IG, Vydrina AG. Surgical treatment of vertical strabismus. Part 2. Indications, scheduling, methods. *The Russian Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2020;136(6):242–248. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136062242>

Показания и сроки проведения хирургического лечения вертикального косоглазия, обусловленного гиперфункцией нижней косой мышцы

Косоглазие не только является тяжелым функциональным заболеванием с наличием грубых косметических дефектов, но и, как следствие, влияет на психику пациента. Физический облик — это важный аспект процесса социализации. V. Мепон и соавт. в 2002 г. описали психосоциальные трудности у людей с косоглазием [1]. В другом исследовании [2] было обнаружено субнормальное качество жизни у родителей детей с косоглазием. Существуют сообщения о том, что устранение косоглазия как косметического изъяна значительно повышает самооценку пациентов, улучшает их социализацию [3]. Еще одно исследование показало, что устранение косоглазия улучшает качество жизни, связанное со здоровьем, как у детей, так и у их родителей [4].

Наличие вынужденного положения головы приводит к развитию лицевой асимметрии. Вероятно, лицевая асимметрия может быть устранена или даже предупреждена проведением раннего лечения основного состояния. Другой причиной необходимости раннего и полного излечения косоглазия является то, что в результате аномальной позы головы могут развиваться вторичный сколиоз и контрактура мышц шеи [5, 6]. В таких случаях тортиколлис может сохраняться даже после того, как косоглазие было полностью устранено [7].

Помимо косметических проблем, вертикальное косоглазие вследствие гиперфункции (ГФ) нижней косой мышцы (НКМ) сопровождается серьезными функциональными недостатками, расстройством зрения [8]. Для лечения косоглазия используют консервативные и хирургические методы, обеспечивающие формирование оптимальных условий для развития нормального бинокулярного зрения. Возможности консервативного лечения вертикального косоглазия весьма ограничены из-за малых физиологических вертикальных и циклофузионных резервов. Для вертикального косоглазия с ГФ НКМ характерно изменение угла девиации при изменении положения взора, что делает неэффективным применение призматической коррекции, так как призмы компенсируют только определенный фиксированный угол отклонения глаза [9, 10].

Гипертропия в аддукции глаза, ограничивающая применение призматической коррекции, слабость вертикальной фузии делают неэффективными консервативные методы лечения, а наличие вынужденного положения головы, вертикальной и торзионной диплопии является показанием к раннему проведению хирургической коррекции гиперфункции нижней косой мышцы.

Развитие и совершенствование методов хирургического лечения вертикального косоглазия, обусловленного гиперфункцией нижней косой мышцы

Хирургическое лечение ГФ НКМ основано на ослаблении или изменении функции мышцы.

В настоящее время существует множество методик по ослаблению НКМ [11].

Самым первым хирургическим способом лечения вертикального косоглазия с ГФ НКМ можно считать тенэктомию НКМ у места ее начала, предложенную В. Landolt еще в 1885 г. Однако популяризацию данный способ лечения получил благодаря работам А. Duane в 1906 г. Процедура тенэктомии выполнялась через кожу нижнего века и, по сообщениям разных авторов, была небезопасной и имела непредсказуемые результаты [12, 13].

Более широкое распространение получили операции полной миотомии НКМ, предложенной J. Dunnington (1923), а также полная тенотомия НКМ у места ее прикрепления к склере [14].

Основным показанием для выполнения этих вмешательств было наличие тортиколлиса. На смену тенотомии и полной миотомии в начале прошлого столетия пришла операция миоэктомии НКМ. Она заключалась в иссечении части этой мышцы на протяжении 4—8 мм между ее началом и назальной границей нижней прямой мышцы (НПМ). По данным разных авторов, эта процедура эффективно устраняла гипердевиацию в аддукции, а также значительно снижала гипертропию в первичной позиции взора, была быстрой, технически простой в выполнении и длительно оставалась операцией выбора для ослабления действия НКМ [15—18].

В настоящее время применяется методика латеральной миоэктомии, при выполнении которой производится иссечение участка НКМ от места ее прикрепления к склере до латерального края НПМ. Данная модификация миоэктомии позволяет устранить выраженную ГФ НКМ, однако не дает возможности производить дополнительные вмешательства на НКМ. Кроме того, описанные способы ослабления мышцы могут сопровождаться возникновением ряда серьезных осложнений и нежелательных явлений: послеоперационная гипофункция НКМ, развитие синдрома «слипания», при котором отсеченная НКМ прикрепляется к жировой клетчатке или теноновой капсуле, вследствие чего глаз в первичном положении отклоняется книзу, развивается ограничение приведения и особенно отведения прооперированного глаза [19, 20].

И.И. Калачевым и соавторами в 1990 г. был предложен способ частичной латеральной миоэктомии НКМ, лишенный, по мнению авторов, перечисленных недостатков. В ходе операции иссекают наружную половину НКМ между наружным краем НПМ и нижним краем наружной прямой мышцы с сохра-

нением сосудисто-нервного пучка, расположенного в медиальной части утолщения НКМ соответственно зоне ее пересечения с НПМ. Сообщается, что положительный эффект способа заключается в сохранении сосудисто-нервного пучка НКМ и предупреждении тем самым возможности развития внутренней офтальмоплегии и паралича НКМ. Кроме того, сохранение анатомической связи оболочек НКМ и НПМ обеспечивает сохранение достаточной функции НКМ. Это обеспечивает повышение эффективности хирургического лечения ГФ НКМ [21, 22].

В 1943 г. J. White описал дозированную рецессию нижней косой мышцы [23]. До сих пор эта операция является наиболее часто применяемой в практике российских и зарубежных хирургов-страбизмологов, считаясь наиболее физиологичным вмешательством [24, 25]. Основным принципом операции является перенос места прикрепления мышцы к склере без изменения плоскости ее действия, но не далее линии экватора. Рецессия мышцы проводится в пределах 6—12 мм в зависимости от величины гипертропии и степени гиперфункции НКМ [26].

В нашей стране рецессия НКМ широко применяется при ее вторичной гиперфункции, дозирование операции проводится по схеме, предложенной в 1990 г. А. Алазме, Э.С. Аветисовым, Т.П. Кашенко. Авторы в своих многочисленных работах показали высокую эффективность использования этой операции [27, 28].

Наряду с высокой эффективностью операция рецессии НКМ имеет существенные недостатки, такие как высокая травматичность, трудность технического выполнения, необходимость манипулировать в труднодоступной области глаза вблизи зрительного нерва, крупных сосудов, большая длительность проведения операции. В ходе выполнения операции существует угроза перфорации склеры в непосредственной близости от макулы во время прошивания мышцы. Чтобы снизить риск развития этого осложнения, Ю.Н. Антипова и Е.И. Волик (2002) предложили отсекать НКМ от ее анатомического места прикрепления к склере без предварительного прошивания. При рецессии на 12 мм новое место прикрепления мышцы всего на 1 мм отступает от латеральной границы НПМ, поэтому большая степень рецессии НКМ невозможна, что значительно снижает функциональные результаты лечения, делая такой способ низкоэффективным в отношении коррекции больших углов вертикальной девиации [29, 30].

В 1950 г. Н. Brown предложил ослаблять действие НКМ путем ее краевой миотомии. Недостаток данного способа состоит в ненадежности достигаемого операцией эффекта, что связывают с регенерацией иссеченного участка мышцы и восстановлением ее чрезмерной функции [21].

На сегодняшний день существует целый ряд модификаций этой операции. При лечении пациен-

тов со слабой ГФ НКМ используют двойную краевую миотомию.

Существуют сообщения о комбинированном применении этой операции с рецессией или миотомией для лечения асимметричных билатеральных вторичных ГФ НКМ, что позволило авторам уменьшить или устранить гипертропию в первичной позиции зора [31, 32].

Разработаны методики применения тройной краевой миотомии НКМ при лечении ее ГФ от степени +1 до +4. При проведении операции авторы предложили производить краевые надрезы с помощью электроножа. Ширина надреза составляла $\frac{2}{3}$ ширины мышцы, два надреза выполнялись с переднего края мышцы, третий — с заднего края в промежутке между первыми двумя.

В 2013 г. И.Л. Плисов и соавт. предложили способ дозирования операции краевой миотомии. При этом на НКМ выполняют краевые Z- или W-образные надрезы перпендикулярно ее оси, на $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ ширины мышцы, с помощью электрокоагулятора или используя ножницы, после предварительной электрокоагуляции сосудов по линиям планируемых надрезов, ширина которых зависит от величины гипертропии глаза при его приведении, с расстоянием между надрезами, равным 2—5 мм.

Согласно методике, при величине гипертропии до 7° выполняют Z-образную краевую миотомию НКМ на $\frac{1}{2}$ ширины мышцы; при величине гипертропии 8 — 12° выполняют Z-образную краевую миотомию нижней косой мышцы на $\frac{2}{3}$ ширины мышцы; при величине гипертропии 13 — 15° выполняют W-образную краевую миотомию НКМ на $\frac{1}{2}$ ее ширины; при величине гипертропии 16 — 20° выполняют W-образную краевую миотомию НКМ на $\frac{2}{3}$ ее ширины [33].

В.П. Фокин и В.М. Горбенко в 2013 г. [34] для выполнения Z-образной миотомии НКМ при ее вторичной ГФ предложили использовать радиоволновую технологию — бесконтактный метод разреза и коагуляции мягких тканей с помощью радиоволн высокой частоты (3,8—4,0 МГц). Рассекающий эффект достигается за счет тепла, выделяемого при сопротивлении тканей вследствие проникновения в них направленных высокочастотных волн.

Дозирование ширины надреза авторы предложили проводить по схеме, в зависимости от степени поражения верхней косой мышцы. При 1-й степени недостаточности верхней косой мышцы краевые разрезы НКМ выполняли на $\frac{1}{2}$ ее ширины, при 2-й степени — на $\frac{2}{3}$, а при 3-й степени — на $\frac{3}{4}$ ширины мышцы [29].

Передняя транспозиция нижней косой мышцы

Первые исследования эффектов ослабления НКМ путем ее транспозиции были опубликованы в 1940 г. [12, 35], однако термин «транспозиция»

в то время широко использовался для обозначения традиционных методов рецессии при ГФ НКМ больших степеней [36, 37].

В 1981 г. R. Elliot и S. Nankin [38] предложили кардинально иной подход для устранения больших степеней двусторонней ГФ НКМ — переднюю транспозицию (антериоризацию). Принцип операции сводится к тому, что производится перенос естественного места прикрепления мышцы к склере из заднего полюса глаза в передний сегмент. Тем самым изменяется плоскость действия оперируемой мышцы, а сама НКМ принимает форму английской буквы J. Осью поворота мышцы в этом случае служат связка Локвуда и нейрофиброваскулярный пучок [39].

Установлено, что ослабляющий эффект, наблюдаемый после передней транспозиции НКМ, является результатом преобразования мышцы из поднимателя в опускающий, что позволяет в большем объеме скорректировать гипертропию глаза, в сравнении с другими методиками хирургического лечения [40, 41].

В настоящее время существует однозначное объяснение механизма этого преобразования. Известно, что фиксация НКМ с НПП осуществляется посредством нейрофиброваскулярного пучка, который является плотной фиброзной структурой, образованной соединением фасциальных оболочек. Нейрофиброваскулярный пучок в 14 мм кзади от места прикрепления к склере НПП связывает середину расстояния между началом НКМ и 2 мм височнее места ее фиксации к НПП [42—44]. После передней транспозиции НКМ нейрофиброваскулярный пучок будет автоматически выступать в качестве нового места приложения силы мышцы, а сокращение мышцы приведет к опусканию глазного яблока [42, 43].

Недостатком предложенного способа транспозиции является невозможность дозирования желаемого результата при различных видах и степенях проявления ГФ НКМ. Это может привести к гиперкоррекции запланированного результата операции, при которой происходит чрезмерное усиление действия НКМ в функции опускающего, что влечет за собой возникновение гипотропии глазного яблока. Это требует дополнительного хирургического вмешательства для исправления последствий операции.

K. Wright и P. Spiegel (1999, 2003) предложили свою хирургическую стратегию для ослабления НКМ. Однако операцию передней транспозиции с J-деформацией авторы применяли только в случаях ГФ НКМ степени +4, а при меньших степенях по-прежнему выполнялась дозированная рецессия [44].

Среди российских страбизмологов передняя дозированная транспозиция нижней косой мышцы успешно выполнялась Н.А. Поповой [45].

В.М. Горбенко в 2006 г. предложил способ частичной транспозиции НКМ в зависимости от величины девиации. Согласно предложенной методике расслаивают и выделяют часть НКМ от места при-

крепления до латеральной части НПП. При угле девиации до 15° кверху при аддукции ширина выделяемого участка НКМ составляет $\frac{1}{3}$ от общей ширины мышцы; при угле девиации от 15° до 25° — $\frac{1}{2}$ от общей ширины мышцы и при угле девиации от 25° до 35° — $\frac{2}{3}$ от общей ширины мышцы. При угле девиации свыше 35° производят выделение всей ширины НКМ. Выделенную часть мышцы прошивают у места прикрепления и отсекают, затем ее перемещают к месту прикрепления НПП и пришивают. Однако данный способ весьма трудоемок и не лишен возможности развития тяжелых осложнений, характерных для операций на НКМ.

Некоторые авторы не рекомендуют выполнять переднюю транспозицию при монологических ГФ НКМ, считая, что после проведения такой операции существует возможность развития ограничения поднимания в отведении и, как результат, — возникновение ГФ НКМ противоположного глаза [46—48].

В 2001 г. была описана новая методика ослабления функции НКМ — передняя назальная транспозиция [49, 50]. При этом место прикрепления НКМ переносится в область на 2 мм назальнее носовой границы НПП и в 2 мм кзади от места прикрепления НПП [51]. НКМ, таким образом, превращается из экстортера в интортер и из поднимателя — в тонический депрессор [52].

Передняя назальная транспозиция НКМ может быть использована для устранения или уменьшения тяжелой эксциклоторзии. Кроме того, эта процедура представляется особенно эффективной у пациентов с тяжелыми или рецидивирующими врожденными и приобретенными параличами верхней косой мышцы, особенно в качестве вторичной процедуры ослабления НКМ. Однако описанная методика способна вызывать развитие экзотропии в первичной позиции зрения и не может являться методом выбора при хирургическом лечении ГФ НКМ [49].

Механизм функционирования НКМ после операции передней транспозиции можно объяснить с точки зрения геометрии ее нового места расположения и прикрепления. Это, в свою очередь, означает, что необходимы дальнейшие исследования мышечного ответа после транспозиционной хирургии НКМ.

Осложнения и нежелательные явления хирургического лечения вертикального косоглазия с гиперфункцией нижней косой мышцы

В результате хирургического ослабления НКМ могут развиваться некоторые серьезные нежелательные явления. К наиболее распространенным можно отнести рецидив ГФ НКМ, требующий обязательного вторичного хирургического ослабления.

При проведении транспозиции НКМ, из-за отсутствия методик дозирования операции, чаще всего авторы отмечают развитие гиперкоррекции гипертро-

пии оперированного глаза, в то время как рецессия или любые другие методики ослабления НКМ дают, напротив, недостаточный корректирующий девиацию эффект [53].

Считается, что сохраняющаяся непосредственно сразу после операции ГФ НКМ может быть связана с пропущенными в момент выделения мышцы волокнами в месте ее прикрепления к склере. Чаще всего подобное случается из-за слишком широкого места прикрепления мышцы. В литературе описаны случаи прикрепления НКМ в виде двух или даже трех отдельных мышечных пучков. Недостаточное внимание хирургов к подобной анатомической аномалии приводит к неэффективности операции [54].

Сложность топографии НКМ и риск повреждения вортикозной вены при проведении рецессии или транспозиции в момент прошивания мышцы объясняет частоту развития такого осложнения как обильное кровотечение.

Существуют сообщения о развитии серьезных ретробульбарных кровоизлияний, угрожающих зрительным функциям [55].

При выполнении манипуляций в труднодоступной зоне — заднем полюсе глаза — в момент выделения мышцы существует угроза повреждения теноневой капсулы, что неизбежно ведет к высвобождению орбитальной жировой клетчатки, вторжению ее в зону операции, присоединению к окружающим мышцу тканям и, как следствие, развитию ограничения подвижности глаза [53, 56].

Нередко рецидив гипертропии наблюдается и после успешно проведенной транспозиции НКМ. Объясняется это тем, что в результате транспозиции НКМ задневисочные волокна мышцы растягиваются от места нахождения нейрофиброваскулярного пучка до нового места прикрепления к склере. В результате развивается хроническое напряжение этих волокон и после резорбции шовного материала это может привести к «втягиванию» височных сегментов

от места нового прикрепления к склере в задний полюс глаза и ослаблению эффекта операции. Также существует мнение, что ускользание этой мышцы возможно в случае размозжения ее волокон зажимом, накладываемом при отсечении мышцы от естественного места прикрепления [57].

Грозным осложнением операции транспозиции нижней косой является развитие синдрома антиподнимания глаза, при котором выявляется ограничение поднимания оперированного глаза в отведении и гиперподнимание контралатерального глаза в приведении. Развитие этого синдрома многие исследователи связывают в первую очередь с перерастяжением дистального участка мышцы от нейрофиброваскулярного пучка в момент переноса его места прикрепления в передний сегмент глаза. Кроме того, перерастяжение нейрофиброваскулярного пучка приводит к частичному парезу волокон глазодвигательного нерва, что проявляется клинически преходящим (временным) расширением зрачков в постоперационном периоде [58—60].

Таким образом, несмотря на многочисленные сообщения об операциях на НКМ, ни одна из них не является методом выбора для хирургической коррекции ее ГФ. Адаптация системы оценки циклодевиации с использованием современных диагностических программ, проведение математического моделирования с учетом механизма функционирования НКМ до и после операции ее передней транспозиции, последующая разработка новой методики дозирования ее степени, которая не уступала бы по эффективности уже существующим методикам и в то же время сопровождалась бы меньшим повреждающим воздействием на структуры глаза и лучшими функциональными результатами, являются актуальным направлением.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.**

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Menon V, Saha J, Tandon R, Mehta M, Khokhar S. Study of the psychosocial aspects of strabismus. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2002;39:203-208. <https://doi.org/10.3928/0191-3913-20020701-07>
- Yamada T, Hatt SR, Leske DA, Holmes JM. Health-related quality of life in parents of children with intermittent exotropia. *J AAPOS*. 2011;15:135-139. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2018.07.072>
- Glasman P, Cheeseman R, Wong V, Young J, Durnian JM. Improvement in patients' quality-of-life following strabismus surgery: Evaluation of postoperative outcomes using the Adult Strabismus 20 (AS-20) score. *Eye (Lond)*. 2013;27:1249-1253. <https://doi.org/10.1038/eye.2013.174>
- Wang X, Gao X, Xiao M. Effectiveness of strabismus surgery on the health-related quality of life assessment of children with intermittent exotropia and their parents: A randomized clinical trial. *J AAPOS*. 2015;19:298-303. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2015.04.007>
- Baron S. Scoliose d'origine oculaire. *Rev Otoneuroophthalmol*. 1952;24:181.
- Dietrich DE, Slack WJ. Scoliosis secondary to unilateral extraocular muscle paresis (ocular torticollis). *Radiology*. 1967;88:538.
- Pilar MS. Surgical treatment of superior oblique palsy: Predictors of outcome. *Indian J Ophthalmol*. 2017;65(8):723-728. https://doi.org/10.4103/ijoo.ijoo_699_16
- Карапетян Д.В. Сравнительная оценка эффективности хирургической коррекции гиперфункции нижней косой мышцы различными способами. *Офтальмохирургия*. 1997;3:64-68.
- Карапетян ДВ. Comparative evaluation of the effectiveness of surgical correction of lower oblique hyperfunction in various ways. *Oftalmohirurgiya*. 1997;3:64-68 (In Russ.).
- Halimić-Alajbegović J, Zvizdić D, Tanović H. Comparative analysis of the effect of surgical weakening of inferior oblique muscle overaction on binocularity. *Med J*. 2014;20(2):91-95.
- Parks MM. Isolated cyclovertical muscle palsy. *AMA Arch Ophthalmol*. 1958;60:1027-1035.
- Miho S. Historical review of inferior oblique muscle surgery. *Taiwan J Ophthalmol*. 2017;7(1):12-14. https://doi.org/10.4103/tjo.tjo_21_17
- Prangen AD. Some observations on the surgical treatment of the extraocular muscles. *Am J Ophthalmol*. 1947;30:1161-1168.

13. White JW. Paralysis of the superior rectus muscle. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1933;31:551.
14. White JW, Brown HW. Occurrence of vertical anomalies associated with convergent and divergent anomalies. *Arch Ophthalmol.* 1939;21:999-1009.
15. Berke RN. Surgery of oblique muscles. *Highlights Ophth.* 1958;(2):264.
16. Dyer JA. Tenotomy of the inferior oblique muscle at its scierai insertion. *Arch Ophth.* 1962;68:176.
17. Ghazawy S, Reddy AR, Kipioti A, McShane P, Arora S, Bradbury JA. Myectomy versus anterior transposition for inferior oblique overaction. *J AAPOS.* 2007;11:601-605. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2007.06.011>
18. Toosi SH, Noorden GK von. Effect of isolated inferior oblique muscle myectomy in the management of superior oblique muscle palsy. *Am J Ophthalmol.* 1979;88:602-608.
19. Cho YA. Treatment of marked overaction of inferior oblique: Denervation and extirpation of inferior oblique. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1987;28:381-386.
20. Del Monte MA, Parks MM. Denervation and extirpation of the inferior oblique. An improved weakening procedure for marked overaction. *Ophthalmology.* 1993;90:1178-1185. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(83\)34409-2](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(83)34409-2)
21. Калачев И.И., Можеренков В.П., Филимонова Н.М. Синдром врожденной односторонней гиперфункции нижней косой мышцы: клинико-патогенетические варианты. *Офтальмологический журнал.* 1990;4:206-209.
Gainutdinov II, Morenkov VP, Filimonova NM. The syndrome of congenital unilateral hyperfunction of the lower oblique muscle: clinical and pathogenetic variants. *Oftal'mologicheskij zhurnal.* 1990;4:206-209 (In Russ.).
22. Apt L, Call NB. Inferior oblique muscle recession. *Am J Ophthalmol.* 1978;85:95-100.
23. White JW. Surgery of the inferior oblique at or near the insertion. *Am J Ophthalmol.* 1943;26:586.
24. Лохина Е.К., Ковалевская И.С., Еркулев Ю.И. Хирургическое лечение вертикального косоглазия у детей. *Офтальмологический журнал.* 1990;4:213-216.
Logina KE, Kovalevskaya IS, Erkulov YuI. Hercules Surgical treatment of vertical strabismus in children. *Oftal'mologicheskij zhurnal.* 1990;4:213-216 (In Russ.).
25. Eht O, Bekl Y, Boergen KP. Effect of inferior oblique recession in strabismus sursoadductorius. *Strabismus.* 2002;10:63-68. <https://doi.org/10.1076/stra.10.2.63.8138>
26. Singh V, Agrawal S, Agrawal S. Outcome of unilateral inferior oblique recession. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2009;46:350-357. <https://doi.org/10.3928/01913913-20090818-09>
27. Аветисов Э.С, Алазме А., Кашенко Т.П., Смольянинова И.Л., Мац К.А., Лохтина Н.И. Хирургическое лечение косоглазия с недостаточностью верхней косой мышцы. *Вестник офтальмологии.* 1994;4:12-14.
Avetisov EC, Plasma A, Kashchenko TP, Smolyaninova IL, Matz KA, Lohtia NI. Surgical treatment of strabismus with the failure of the superior oblique muscle. *Vestnik oftal'mologii.* 1994;4:12-14 (In Russ.).
28. Алазме А., Смольянинова И.Л., Кашенко Т.П. Диссоциированная вертикальная девиация. Диагностика и лечение (обзор литературы). *Вестник офтальмологии.* 1991;4:70-76.
Alazme A, Smol'yaninova IL, Kashchenko TP. Dissociated vertical deviation. Diagnosis and treatment (literature review). *Vestnik oftal'mologii.* 1991;4:70-76 (In Russ.).
29. Фокин В.П., Горбенко В.М. Радиоволновая хирургия косоглазия с недостаточностью верхней косой мышцы методом Z-образной миотомии нижней косой мышцы. *Вестник ВолГМУ.* 2016;2:63-66.
Fokin VP, Gorbenko VM. Radiowave surgery of strabismus with insufficiency of the upper oblique muscle by Z-shaped myotomy of the lower oblique muscle. *Vestnik VolgGMU.* 2016;2:63-66 (In Russ.).
30. Metten M, Link H, Staubach F, Bach M, Lagrèze WA. Dose-response relationship in inferior oblique muscle recession. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2008;246:593-598. <https://doi.org/10.1007/s00417-007-0763-6>
31. Емченко В.И. Частичная миотомия с рецессией нижней косой мышцы. *Офтальмологический журнал.* 2000;4:49-52.
Yemchenko VI. Partial myectomy with the recession of the lower oblique muscle. *Oftal'mologicheskij zhurnal.* 2000;4:49-52 (In Russ.).
32. Mellott ML, Scott WE, Ganser GL, Keech RV. Marginal myotomy of the minimally overacting inferior oblique muscle in asymmetric bilateral superior oblique palsies. *J AAPOS.* 2002;6(4):216-220. <https://doi.org/10.1067/mpa.2002.123656>
33. Плисов И.Л., Пузыревский К.Г., Анциферова Н.Г. Современная тактика и методы хирургического лечения гиперфункции нижней косой мышцы. *Практическая медицина.* 2013;70(1-3):75-78.
Plisov IL, Puzyrevsky KG, Antsiferova ND. Modern tactics and methods of surgical treatment of lower oblique hyperfunction. *Prakticheskaya medicina.* 2013;70(1-3):75-78 (In Russ.).
34. Фокин В.П., Горбенко В.М. Опыт применения радиоволнового аппарата СУРГИТРОН в хирургическом лечении косоглазия. *Вестник Оренбургского государственного университета.* 2013;4:284-286.
Fokin VP, Gorbenko VM. Experience in the use of radio-wave apparatus SURGITRON in surgical treatment of strabismus. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta.* 2013;4:284-286 (In Russ.).
35. Guibor GP. Recession of the inferior oblique muscle from the external rectus approach. *Am J Ophthalmol.* 1944;27:254-257.
36. Gobin MH. Anterposition of the inferior oblique muscle in V-esotropia. *Ophthalmologica.* 1965;149:138-141.
37. Min BM. The effect of anteriorization of the inferior oblique muscle in 3 or 4 inferior oblique overaction. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1995;36:1014-1019.
38. Elliott RL, Nankin SJ. Anterior transposition of the inferior oblique. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 1981;18:35-38.
39. Nucci P. Treatment of unilateral superior oblique paralysis: results of the 'J-deformity' of the ipsilateral inferior oblique. *ARVO Abstracts Invest Ophthalmol Vis Sci (suppl).* 1995;36:955.
40. Min BM, Park JH, Kim SY, Lee SB. Comparison of inferior oblique muscle weakening by anterior transposition or myectomy: a prospective study of 20 cases. *Br J Ophthalmol.* 1999;83:206-208. <https://doi.org/10.1136/bjo.83.2.206>
41. Minguini N, Monteiro L, Crosta C. Anterior transposition compared to graded recession of the inferior oblique muscle for V-pattern strabismus. *Strabismus.* 2004;12(4):221-225. <https://doi.org/10.1080/09273970490512165>
42. Stager DR, Weakley DR Jr, Stager D. Anterior transposition of the inferior oblique. Anatomic assessment of the neurovascular bundle. *Arch Ophthalmol.* 1992;110:360-362. <https://doi.org/10.1001/archophth.1992.01080150058028>
43. Stager DR. The neurofibrovascular bundle of the inferior oblique muscle as its ancillary origin. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1996;94:1073-1094. [https://doi.org/10.1016/s1091-8531\(97\)90041-0](https://doi.org/10.1016/s1091-8531(97)90041-0)
44. Wright KW, Spiegel PH. *Pediatric ophthalmology and strabismus.* New York: Springer; 2003.
45. Попова Н.А., Сорокина В.В., Горкин А.Е. Метод дозированной передней транспозиции нижней косой мышцы в хирургии вертикального косоглазия. *Офтальмохирургия.* 2012;1:30-34.
Popova NA, Sorokina VV, Gorkin AE. The method of dosed anterior transposition of the lower oblique muscle in vertical strabismus surgery. *Oftal'mokhirurgiya.* 2012;1:30-34 (In Russ.).
46. Goldchmit M, Felberg S, Souza-Dias C. Unilateral anterior transposition of the inferior oblique muscle for correction of hypertropia in primary position. *J AAPOS.* 2003;7(4):241-243. [https://doi.org/10.1016/s1091-8531\(03\)00114-9](https://doi.org/10.1016/s1091-8531(03)00114-9)
47. Kushner BJ. Restriction of elevation in abduction after inferior oblique anteriorization. *J AAPOS.* 1997;1:55-62. [https://doi.org/10.1016/s1091-8531\(97\)90024-0](https://doi.org/10.1016/s1091-8531(97)90024-0)
48. Mims JL. The triple forced duction test(s) for diagnosis and treatment of superior oblique palsy with an updated flow chart for unilateral superior oblique palsy. *Binocul Vis Strabismus Q.* 2003;18:15-24.
49. Stager DR Sr, Beauchamp GR, Stager DR Jr. Anterior and nasal transposition of the inferior oblique muscle: A preliminary case report on a new procedure. *Binocul Vis Strabismus Q.* 2001;16:43-44. <https://doi.org/10.1001/archophthol.2011.301>
50. Wong IB, Paris V, Choi HK, Farzavandi S. Anterior and nasal transposition of the inferior oblique muscle for iatrogenic superior oblique palsy. *Arch Ophthalmol.* 2011;129:1381-1382. <https://doi.org/10.1001/archophthol.2011.301>
51. Hussein MA, Stager DR Sr, Beauchamp GR, Stager DR Jr, Felius J. Anterior and nasal transposition of the inferior oblique muscles in patients with missing superior oblique tendons. *J AAPOS.* 2007;11:29-33. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2006.08.002>
52. Farid MA. Anterior and nasal transposition of the inferior oblique muscle for dissociated vertical deviation associated with inferior oblique muscle overaction. *J AAPOS.* 2010;14:35-38. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2009.11.011>

53. Bhatta S, Auger G, Ung T, Burke J. Underacting inferior oblique muscle following myectomy or recession for unilateral inferior oblique overaction. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2012;49:43-48. <https://doi.org/10.3928/01913913-20110208-02>
54. De Angelis D, Makar I, Kraft SP. Anatomic variations of the inferior oblique muscle: A potential cause of failed inferior oblique weakening surgery. *Am J Ophthalmol*. 1999;128:485-488. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(99\)00225-1](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(99)00225-1)
55. Arès C, Superstein R. Retrobulbar hemorrhage following strabismus surgery. *J AAPOS*. 2006;10:594-595. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2006.04.005>
56. Ela-Dalman N, Velez FG, Felius J, Stager DR Sr, Rosenbaum AL. Inferior oblique muscle fixation to the orbital wall: A profound weakening procedure. *J AAPOS*. 2007;11:17-22. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2006.06.009>
57. Beauchamp GR. New device: Noncrushing muscle clamp for inferior oblique recession. *J AAPOS*. 2003;7:430-431. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2003.08.002>
58. Cho YA, Kim JH, Kim S. Antielevation syndrome after unilateral anteriorization of the inferior oblique muscle. *Korean J Ophthalmol*. 2006;20:118-123. <https://doi.org/10.3341/kjo.2006.20.2.118>
59. Kushner BJ. Torsion as a contributing cause of the anti-elevation syndrome. *J AAPOS*. 2001;5:172-177. <https://doi.org/10.1067/mpa.2001.115849>
60. Mims JL 3rd, Wood RC. Antielevation syndrome after bilateral anterior transposition of the inferior oblique muscles: Incidence and prevention. *J AAPOS*. 1999;3:333-336. <https://doi.org/10.3341/kjo.2016.30.6.485>

Поступила 26.06.2019

Received 26.06.2019

Принята к печати 02.09.2019

Accepted 02.09.2019