ISSN 3060-4567

SIRINGOMIELIYA, PLATIBAZIYA VA BAZILYAR IMPRESSIYA BILAN BIRGA BO'LGAN CHIARI MALFORMATSIYASINING I TIPI DIAGNOSTIKASI VA JARROHLIK USULI BILAN DAVOLASHNI TANLASH MASALASI BO'YICHA 296 TA KUZATUVNI TAHLIL QILISH

L.A.Usmonov.

"ALFRAGANUS UNIVERSITY" NODAVLAT OLIY TA'LIM TASHKILOTI,

TIBBIYOT FAKULTETI KLINIK FANLAR KAFEDRASI

RESPUBLIKA IXTISOSLASHTTIRLGAN NEYROXIRURGIYA

ILMIY-AMALIY TIBBIYOT MARKAZI

Xulosa: *Chiari malformatsiyasining I tipi bilan kasallanish darajasi 100 000 aholiga 7-8 tani tashkil etadi.Chiari malformatsiyasi 0 yoshdan boshlab barcha yoshdagi insonlarda uchraydi. Kasalik klinikasi asosan 12-14 dan 35-37 yoshgacha bo'lgan bemorlarda yaqqol namoyon bo'ladi. Mazkur kasallik tashxisi qo'yilgan bemorlarning 70-80 foyizi jarroxlik yo'li bilan davolaniladi, miyacha bodomchasimon qismi ektopiyasi mavjud, biroq tserebro-spinal suyuqlik yo'llarida blok aniqlanmagan xollrda konservativ yo'l bilan davolaniladi. Chiari malformatsiyasi markaziy nerv sistemasining (MNS) rivojlanish nuqsoni bo'lib, barcha MNS rivojlanish nuqson kasaliklarining 11-13% ini tashkil qiladi va bu kasallik ayollarda erkaklarga nisbatan deyarli ikki-ikki yarim barobar ko'proq uchraydi. Chiari malformatsiyasi aksariyat xollarda siringomieliya, platibaziya va bazilyar impressiya bilan birga kechadi. Ushbu maqolada Chiari malformatsiyasining turlicha kombinatsiyasi bilan bo'lgan 296 nafar bemorning jarrohlik davolash usullari, jarrolik yo'li bilan davolash natijalari, kasallikning klinikasi vauning asoratlari tahlil qilinadi.*

Kalit so'zlar: *Chiari malformatsiyasi, siringomieliya, miyacha bodomchasimon qismi ektopiyasi.*

ISSN 3060-4567

Б Analysis of 296 cases on the diagnosis and surgical treatment of type I Chiari malformation with syringomyelia, platybasia, and basilar impression.

"ALFRAGANUS UNIVERSITY" NON-STATE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION, DEPARTMENT OF CLINICAL SCIENCES, FACULTY OF MEDICINE.

REPUBLICAN SPECIALIZED SCIENTIFIC PRACTICAL MEDICAL CENTER OF NEUROSURGERY,

Abstract: *Conclusion: The incidence of Chiari malformation type I is 7-8 per 100,000 population. Chiari malformation occurs in people of all ages, starting from 0 years old. The clinical manifestations of the disease are mainly manifested in patients aged 12-14 to 35-37 years. 70-80% of patients diagnosed with this disease are treated surgically, with ectopia of the cerebellar tonsillar part, but in cases where there is no blockage in the cerebrospinal fluid pathways, they are treated conservatively. Chiari malformation is a developmental defect of the central nervous system (CNS), which accounts for 11-13% of all CNS developmental defects, and this disease is almost two to two and a half times more common in women than in men. Chiari malformation is often accompanied by syringomyelia, platybasia, and basilar impression. This article analyzes the surgical treatment methods, surgical treatment results, clinical manifestations and complications of the disease in 296 patients with various combinations of Chiari malformations.*

Keywords: *Chiari malformation, syringomyelia, ectopia of the cerebellar tonsillar part.*

К вопросу диагностики и выбора хирургического лечения аномалии Киари 1-го типа, ассоциированной с сирингомиелией, платибазией и базиллярной импрессией и др. Анализ 296 наблюдений.Холиков Н.Х., Усмонов Л.А.

ISSN 3060-4567

"ALFRAGANUS UNIVERSITY" – НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ, КАФЕДРА КЛИНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН МЕДИЦИНСКОГО ФАКУЛЬТЕТА.

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ НАУЧНЫЙ ПРАКТИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР НЕЙРОХИРУРГИИ.

Аннотация: *Резюме: Частота встречаемости аномалии Киари I типа составляет 7-8 на 100 000 населения. Аномалия Киари встречается у людей всех возрастов, начиная с 0 лет. Клинические проявления заболевания в основном проявляются у пациентов в возрасте от 12-14 до 35-37 лет. 70-80% пациентов с диагнозом этого заболевания лечатся хирургическим путем, при эктопии миндалин мозжечка когда не имеется блок ликворных путей, больные с аномалией Киари I типа лечатся консервативно. Аномалия Киари является пороком развития центральной нервной системы (ЦНС), на долю которого приходится 11-13% всех пороков развития ЦНС, и это заболевание встречается почти в два-два с половиной раза чаще у женщин, чем у мужчин. Аномалия Киари часто сопровождается сирингомиелией, платибазией и базилярной импрессией. В статье анализируются методы хирургического лечения, результаты хирургического лечения, клинические проявления и осложнения заболевания у 296 пациентов с различными сочетаниями аномалий Киари. Ключевые слова: аномалия Киари, сирингомиелия, эктопия миндалин мозжечка.*

Проблема аномалии Киари является предметом изучения и обсуждения уже более века, однако и по настоящее время, единого алгоритма диагностики, определений показаний, выбора методов и объема хирургического лечения, а также оценки его результатов не существует.

Цель работы: повышение эффективности хирургического лечения путем совершенствования методов диагностики, уточнения показаний к хирургическому вмешательству и оценки его результатов на основании

ISSN 3060-4567

нейрофизиологических исследований (АСВП, ЭНМГ) и показателей ликвородинамики (МР ликворограмма).

Аномалия Киари (АК) это врожденная патология черепа и головного мозга, частота АК в популяции, по данным разных авторов, составляет от 3 до 8 на 100 000 населения и в 50-70% наблюдений сопровождается развитием сирингомиелией (СМ) на разных уровнях спинного мозга, платибазией, базиллярной импрессией, окклюзионной гидроцефалией и другими аномалиями. Сочетание АК с другими аномалиями часто требует принципиально менять тактику лечения. Клиническая картина у этих пациентов складывается из проявлений АК и других аномалий, однако нередко на первый план выходят симптомы СМ или других сопутствующих аномалий, что создает определенные трудности в диагностике заболеваний и определении оптимальных методов лечения.

В настоящее время в литературе предлагается множество методов лечения данных заболеваний, основанных на различных теориях, объясняющих причины появления и прогрессирования СМ. Однако ни одна из теорий не может полностью объяснить все клинические и патофизиологические аспекты этого состояния, соответственно, требуется дальнейшее изучение патогенеза формирования кист в спинном мозге. Наиболее популярной и распространенной теорией развития СМ при АК стала теория W. Gardner (1950), основанная на предположении о том, что затруднение оттока ликвора из большой затылочной цистерны в спинальное субарахноидальное пространство приводит к гидродинамическим ударам систолической ликворной волны из IV желудочка в стенки центрального канала спинного мозга, что приводит к его расширению и образованию сирингомиелической полости. При сочетании АК с гиперостозом затылочной кости, платибазией или базиллярной импрессии за счет заднего или переднего сдавления мозговых структур отмечается нарушение ликвородинамики и развивается окклюзионная гидроцефалия и/или СМ. Исходя из вышеизложенных при хирургическом лечении этих патологий восстановление

ISSN 3060-4567

ликвородинамики в области краниовертебрального перехода является главной целью. Однако и здесь существует множество нерешенных вопросов: на какие симптомы обращать внимание при выборе хирургической тактики, какие результаты лечения признавать удовлетворительными, как проводить лечение пациентов с АК, СМ и базилярной импрессией, платибазией, окклюзионной гидроцефалией и др.

Основываясь на опыте лечения таких пациентов, мы постарались установить оптимальный объем операции и критерии оценки результатов лечения на основании собственного опыта хирургических вмешательств, дать ответы на некоторые из накопившихся вопросов.

Материал и методы

В РСНПМЦН МЗ РУз с 2022 по 2024 годы (3 лет) прооперировано 296 пациентов с анамалией Киари I типа в сочетании с сирингомиелией, платибазией, базиллярной импрессией, окклюзионной гидроцефалией и др.

Показанием к операции у всех больных являлось наличие эктопии миндалин мозжечка, сирингомиелия, наличие и прогрессирование неврологической симптоматики (головная боль, вегетативные нарушения, бульбарная симптоматика и мозжечковая симптоматика и др.) существенно нарушающих качество жизни пациентов.

Также показанием к операции являлось наличие изменения при нейрофизиологических исследований (ирритации на уровне стволовых структур по данным АСВП при АК и изменение афферентной и эфферентной проводимости на ЭНМГ при СМ).

Средний возраст оперированных больных составил 35±8 лет. До операции был проведен тщательный неврологический осмотр пациентов. После операции повторяли осмотр каждые последующие 6-12 мес, максимальный срок наблюдения после операции составил 2,5 года, минимальный - 6 мес. У 65% пациентов заболевание манифестировало диссоциированными расстройствами болевой и температурной чувствительности, у 78,6% - болью в шейно-затылочной области, у 61,3% -

ISSN 3060-4567

пациентов наблюдались вегетативные нарушения (учащенное сердцебиение, потливость и чувство нехватки воздуха и.т.д), у 37,1 % - гипертензионной симптоматикой, у 8,6% пациентов отмечались бульбарные расстройства (нарушение глотания и фонации) и у 4,9% - пирамидной симптоматикой. На момент госпитализации 58% пациентов имели два и более симптомов из вышеперечисленных. Всем больным на дооперационном этапе была выполнена МРТ головного мозга, 87% пациентам на ряду с МРТ головного мозга произведена МРТшейного отдела спинного мозга, в последующем данное исследование проводилось каждые 6-12 мес. 276 (93%) пациентам на дооперационном этапе проведены нейрофизиологические исследования АСВП, ЭНМГ. 54 (17%) пациентам с сопутствующей аномалией краниовертебральной области (базиллярная импрессия, платибазия, ассимиляция CI позвонка и др.) была выполнена компьютерная томография.

МР ликворограмму в предоперационном периоде выполнили 61 (20,6%) пациентам. Основанием для этого исследования служила необходимость подтвердить блок ликвородинамики в краниовертебральной области. Это исследование было тем более показано пациентам, ранее перенесшим декомпрессию, чтобы решить, будет ли оправданным проведение повторной процедуры.

Операции выполнены в положении пациентов на боку (4,4%) и лежа на животе (95,6%). После разреза кожи в затылочной области длиной 5-7 см выполняли субокципитальную краниоэктомию диаметром до 4 см и ламинэктомию CI позвонка, ширина ламинэктомии до 2 см.

ТМО вскрывали Y-образным разрезом. Паутинную оболочку большой затылочной цистерны на этапе вскрытия ТМО старались не повреждать, после чего проводили ее ревизию на предмет наличия спаек. В случае выявления признаков арахнопатии, вскрывали большую затылочную цистерну, спайки арахноидальной оболочки с мозжечком, продолговатым мозгом и спинным мозгом рассекали, восстанавливали ликвороциркуляцию по задней поверхности мозжечка и проводили ревизию отверстия Мажанди.

ISSN 3060-4567

У больных с выраженными рубцами паутинной оболочки их рассечение было ограничено средней линией, чтобы обеспечить связь между внутричерепным субарахноидальным пространством и пространством спинного мозга. Рассечение спаек на боковой поверхности продолговатого и спинного мозга не выполнялось, чтобы избежать их травматизации или повреждения мелких сосудов.

Если миндалины мозжечка опускались под дужки CII позвонка и ниже, производили их субпиальную резекцию. 4 пациентам в связи с изолированным расширением IV желудочка на этом этапе имплантированы шунты из IV желудочка через отверстие Мажанди, (которое в таком случае чаще всего облитерировано спайками) в субарахноидальное пространство большой затылочной цистерны. Далее выполнялась пластика ТМО в области краниовертебрального перехода. Для этого у многих пациентов мы использовали аллотрансплантант (апоневроз или наружная фасция бедра) и у некоторых пациентов использовали искусственные оболочки (Dura Form, DuraGen, G-Patch и др.). Искусственный материал использовался для снижения риска рецидива ликвородинамических нарушений на фоне послеоперационных сращений ТМО с поверхностью мозжечка.

Особое внимание уделялось тщательному зашиванию мышц. Небольшой по протяженности разрез (5-7 см), не доходящий до наружного затылочного выступа, позволяет произвести полную герметизацию раны с помощью мышечного слоя.

В раннем послеоперационном периоде некоторым больным выполнялась МРТ/МСКТ головного мозга для исключения очагов кровоизлияния и ишемии. Дальнейшие исследования проводились спустя 4-6 мес, затем через 6-12 мес, далее ежегодно. В эти же сроки проводилась оценка клинических симптомов и результатов хирургического лечения. Так как показанием к операции являлось прогрессирование клинических симптомов заболевания, результаты лечения признавались удовлетворительными в случае стабилизации или улучшения состояния пациента.

ISSN 3060-4567

Результаты:

Аномалия Киари 1-го типа с сирингомиелией нередко сочетается с другими мальформациями краниовертебральной области. В нашей наблюдении помимо опущения миндаликов, у 154 (52%) пациентов обнаружены: гиперостоз затылочной кости, платибазия или базилярная импрессия, ассимиляция CI позвонка и окклюзионная гидроцефалия.

При ревизии арахноидальной оболочки большой затылочной цистерны после вскрытия ТМО у 256 (86,5 %) больных нарушения ликвородинамики отсутствовали и вскрытия паутинной оболочки не требовалось. У 38 (12,8%). пациентов, при вскрытии ТМО отмечалась напряженность арахноидальной оболочки и этим пациентам выполняли рассечение спаек и восстановление ликворотока по задней поверхности мозжечка и спинного мозга. Резекцию миндалин мозжечка выполнили всего у 8 (2,7%) больных, в случаях опущения миндалин до уровня CII позвонка и ниже, которые значительно затрудняли ток ликвора.

Шести (2%) пациентам с сопутствующей гидроцефалией, в связи с превалированием гипертензионно-гидроцефальной симптоматики первым этапом произведены ликворошунтируюшие операции. В четырех случаях произведена операция эндоскопическая фенестрация дна третьего желудочка головного мозга, одному пациенту произведена вентрикуло-перитонеостомия и одному пациенту произведена люмбо-перитонеостомия с клапанным шунтом. Спустя от 4 месяцев до 1 года вторым этапом произведена костно-дуральная декомпрессия краниоцеребрального перехода.

Пятерым пациентам (1,7%) при сочетании АК с СМ произведена одно моментная, двухэтапная операция. В двух случаях первым этапом произведено дренирование сирингомиелической кисты, а вторым этапом костно-дуральная декомпрессия краниоцервикалного перехода. А в трёх случаях первым этапом произведена костно-дуральная декомпрессия краниоцервикалного перехода, вторым этапом дренирование сирингомиелической кисты.

Десяти пациентам (3,4%) при сочетании АК с СК произведена двух моментная, двухэтапная операция. Во всех случаях первым этапом произведена костно-дуральная декомпрессия краниоцервикалного перехода и через 6 месяцев вторым этапом произведено дренирование сирингомиелической кисты.

При контрольном МРТ-исследовании через 6 месяцев выяснилось, что СМ исчезла у 21,3% пациентов, уменьшилась - у 67,2%, осталась без изменения - у 11,5% (рис. 1, 2,3).

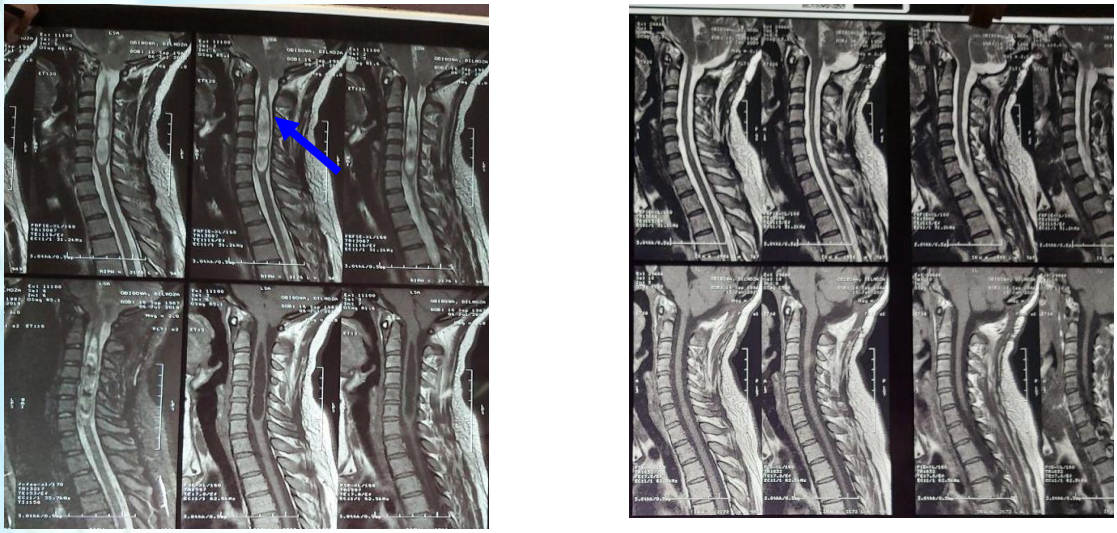

Рис. 1. МРТ пациента с аномалией Киари 1-го типа и сирингомиелией до операции (а) и через 6 мес после нее (б). Красными стрелками указана зона декомпрессии, синими - исчезновение сирингомиелии.

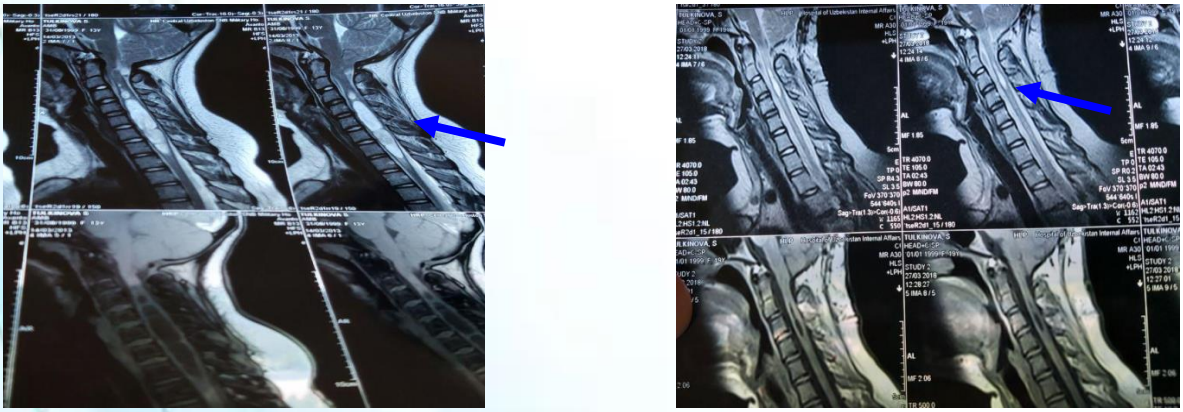

Рис. 2. МРТ пациента с аномалией Киари 1-го типа и сирингомиелией до операции (а) и через 4 года после нее (б). Сирингомиелическая полость значительно уменьшилась в размерах (указана стрелками).

ISSN 3060-4567

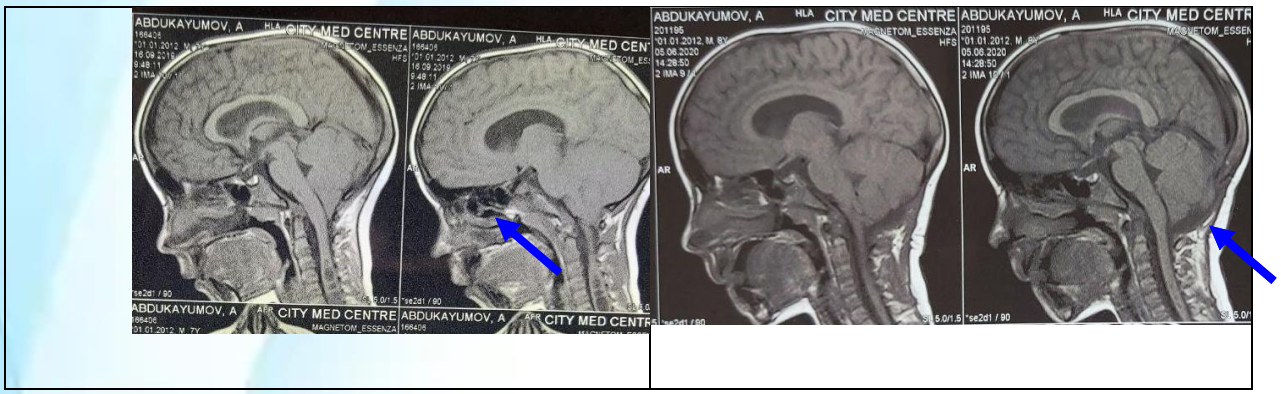

Рис. 3. МРТ для оценки ликвородинамики на уровне краниовертебрального перехода у пациента через 6 мес после субокципитальной декомпрессии. Стрелкой указан ток ликвора по задней поверхности миндалин мозжечка (что свидетельствует об адекватной декомпрессии).

Из 296 оперированных больных в двух (0,67%) случаях отмечался летальный исход. В одном случае больному с эктопией миндалин мозжечка (28 мм) произведена резекция миндалин мозжечка и в послеоперационном периоде отмечалось нарушение дыхания центрального характера, которое не восстановилось. Во втором случае причиной летального исхода явилось ОНМК по геморрагическому типу, множественные кровоизлияние в головной мозг в послеоперационном периоде.

Ранние послеоперационные осложнения развились у 11 (3,7%) пациентов: у 7(2,4%) - раневая ликворея, у 4 (1,4%) – послеоперационная агрессивная ликворная киста затылочной области.

У 7 (2,4%) пациентов при контрольных МРТ головного мозга выявлены признаки псевдоменингоцеле, которые не сопровождались никакими неврологическими симптомами, не приводили к косметическим нарушениям и не требовали изменения тактики лечения.

Преходящее ухудшение состояния (усиление головной боли, метеочувствительность и т.д.) было выявлено у 31 (10,5%) пациентов. К концу 1-го месяца после операции данная симптоматика регрессировала.

Обсуждение:

ISSN 3060-4567

Учитывая доступность МРТ-исследования в нашей стране, диагностика АК и СМ не представляет сложностей. Однако зачастую происходит гипердиагностика этих состояний. Это связано с тем, что до настоящего времени все еще остается спорной величина клинически значимого смещения миндалин мозжечка. По мнению большинства специалистов, смещение их на 5 мм и более у взрослых пациентов считается патологией, в то время как у детей на фоне роста мозжечка такое смещение может быть физиологическим. Нарушение ликвородинамики на краниовертебральном уровне может быть обусловлено также костной аномалией без смещения мозжечка (аномалия Киари 0-го типа, впервые описанная B. Iskandar в 1998 г). В таких спорных случаях необходимо проводить нейрофизиологическое исследование для определения функционального состояния стволовых структур-АСВП, оценивать нарушение проводимости методом ЭНМГ на уровне нижнего ствола с определением каудальной дисфункции и наличие нарушения ликвородинамики в этой области по данным фазоконтрастной МРТ.

Несмотря на то, что субокципитальная декомпрессия широко применяется для лечения АК 1-го типа, нет единого алгоритма проведения этой манипуляции. Операция, предложенная W. Gardner, состояла из широкой краниоэктомии задней черепной ямки, открытия IV желудочка, пломбирования обекса кусочком мышцы, без ушивания ТМО. Автор сообщил о 5 летальных исходах после 74 операций. Сходные показатели послеоперационной летальности и ухудшения состояния пациентов привели других хирургов к выбору менее инвазивных процедур, таких как сохранение паутинной оболочки нетронутой после вскрытия ТМО, надрез только внешнего слоя оболочки, или даже ограничение операции костной декомпрессией. Оптимальная, на наш взгляд, и принятая большинством хирургов, техника операции описана выше. Однако решение об объеме операции нейрохирург должен принимать в каждом конкретном случае, опираясь на патогенез заболевания отдельного больного. При наличии данных

ISSN 3060-4567

МРТ порок может быть подробно проанализирован, учтены все анатомические особенности и спланирована операция. Сложность принятия решения связана прежде всего с редкостью данных заболеваний.

По современным представлениям, дренирование сирингомиелической кисты без декомпрессии краниоцервикального перехода является временным симптоматическим мероприятием. Данная операция может стать причиной вторичной фиксации спинного мозга и СМ, поэтому прибегать к ней нужно как можно реже. Рассматривать вопрос о шунтировании сирингомиелической кисты имеет смысл не ранее чем через 4 мес после субокципитальной декомпрессии. При нормализации ликвородинамики на краниовертебральном уровне этого времени достаточно для оценки клинической симптоматики, которая является основным критерием оценки результатов лечения. Сирингомиелическая киста, несмотря на адекватно выполненную декомпрессию, за это время может никак не измениться или уменьшиться.

Редкость заболевания и, как следствие, низкая информированность неврологов и нейрохирургов о его патогенезе, методах лечения и возможных исходах приводят к тому, что некоторые пациенты годами не оперируются и в результате становятся глубокими инвалидами. С другой стороны, нередко мы сталкиваемся с последствиями неоправданных операций, выполненных при отсутствии показаний к ним, или операций, выполненных в неполном объеме. В результате у некоторых докторов формируется представление о «неоперабельности» или «бессмысленности» хирургического лечения. Как показывает наше исследование, при выявлении показаний к операции и проведении достаточного объема хирургического лечения хороших результатов можно достигнуть более чем у 90% пациентов при минимальных показателях осложнений и летальности.

Заключение:

Вовремя и по показаниям выполненная субокципитальная краниоэктомия, резекция дужки CI позвонка с последующей пластикой ТМО и восстановлением ликвородинамики в краниовертебральной области - этот

ISSN 3060-4567

комплекс хирургических процедур показал себя эффективным методом лечения АК 1-го типа, ассоциированной с СМ, платибазией, базиллярной импрессией, окклюзионной гидроцефалией и другими аномалиями.

Показанием к операции являются наличие неврологической симптоматики, наличие эктопии миндалины мозжечка на МРТ, нарушение ликвородинамики на фазоконтрастной МРТ, а также наличие изменений проводимости и ирритации стволовых структур на АСВП и ЭНМГ-исследовании.

Необходимый объем операции включает экономную резекцию чешуи затылочной кости (до 4 см), резекцию дужки CI позвонка, ревизию субарахноидального пространства большой затылочной цистерны и разделение, в случае обнаружения, арахноидальных спаек для восстановления ликворотока по задней поверхности мозжечка, с последующей «расширяющей» пластикой ТМО аллотрансплантантом или искусственными оболочками в области краниовертебрального перехода.

Таким образом, основными критериями эффективности проведенного лечения пациентов с сочетанной патологией - АК 1-го типа, ассоциированной с СМ, платибазией, базиллярной импрессией, окклюзионной гидроцефалией и другими аномалиями являлись сочетание динамики неврологической симптоматики, положительные нейрофизиологические тесты (улучшение проводимости на уровне стволовых структур и отсутствие ирритативных нарушений), а также динамическое МРТ исследование с объективизацией свободного ликворного пространства после декомпрессии краниовертебрального перехода.

Список литературы:

Milhorat TH, Chou MW, Trinidad EM, Kula RW, Mandell M, Wolpert C, Speer MC. Chiari I malformation redefined: clinical and radiographic findings for 364 symptomatic patients. Neurosurgery. 1999;44(5):1005-1017. doi: 10.1097/00006123-199905000-00042

Gardner WJ, Goodall RJ. The surgical treatment of Arnold-Chiari malformation in adults; an explanation of its mechanism and importance of encephalography in diagnosis. J Neurosurg. 1950;7(3):199-206. doi: 10.3171/jns.1950.7.3.0199

Aitken LA, Lindan CE, Sidney S, Gupta N, Barkovich AJ, Sorel M, Wu YW. Chiari type I malformation in a pediatric population. Pediatr Neurol. 2009;40(6):449-454. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2009.01.003

Iskandar B, Hedlund G, Grabb P, Oakes W. The resolution of syringohydromyelia without hindbrain herniation after posterior fossa decompression. Journal of Neurosurgery. 1998;89(2):212-216. doi: 10.3171/jns.1998.89.2.0212

Kyoshima K, Kuroyanagi T, Oya F, Kamijo Y, El-Noamany H, Kobayashi S. Syringomyelia without hindbrain herniation: tight cisterna magna. Journal of Neurosurgery Spine. 2002;96(2):239-249. doi: 10.3171/spi.2002.96.2.0239

Tubbs R, Elton S, Grabb P, Dockery S, Bartolucci A, Oakes W. Analysis of the Posterior Fossa in Children with the Chiari 0 Malformation. Neurosurgery. 2001;48(5):1050-1055. doi: 10.1097/00006123-200105000-00016

Sakushima K, Tsuboi S, Yabe I, et al. Nationwide survey on the epidemiology of syringomyelia in Japan. J Neurol Sci. 2012;313(1-2):147-152. doi: 10.1016/j.jns.2011.08.045

Novegno F, Caldarelli M, Massa A, Chieffo D, Massimi L, Perrorini B, Tamburrini G, Di Rocco C. The natural history of the Chiari Type I anormaly. J Neurosurg Pediatr. 2008;2:179-187. doi: 10.3171/ped/2008/2/9/179

Zhang ZQ, Chen YQ, Chen YA, Wu X, Wang YB, Li XG. Chiari I malformation associated with syringomyelia: a retrospective study of 316 surgically treated patients. Spinal Cord. 2007;46(5):358-363. doi: 10.1038/sj.sc.3102141

Klekamp J, Samii M. Syringomyelia-Diagnosis and Treatment. Heidelberg, Germany: Springer Verlag. European Journal of Paediatric Neurology. 2001;6(6):336-337. doi: 10.1016/s1090-3798(02)90625-2

Parker SR, Harris P, Cummings TJ, George T, Fuchs H, Grant G. Complications following decompression of Chiari malformation Type I in children: dural graft or sealant? J Neurosurg Pediatr. 2011;8(2):177-183. doi: 10.3171/2011.5.peds10362

Zhang Y, Zhang N, Qiu H. An efficacy analysis of posterior fossa decompression techniques in the treatment of Chiari malformation with associated syringomyelia. J Clin Neurosci. 2011;18(10):1346-1349. doi: 10.1016/j.jocn.2011.01.026

Klekamp J. Surgical Treatment of Chiari I Malformation-Analysis of Intraoperative Findings, Complications, and Outcome for 371 Foramen Magnum Decompressions. Neurosurgery. 2012 August;71(Issue 2):365-380. doi: 10.1227/neu.0b013e31825c3426