BOLALARDA DIASTEMATOMIYELIYA VA TETERING SINDROMINI DAVOLASH NATIJALARI TAHLILI

Alixodjayeva Gulnaraxon Alautdinovna – t.f.d., professor
Axmediyev Toxir Maxmudovich – Ph.D., dotsent
Amonov Anvar Akmalovich – assistent
Razzaxo'jayeva Nilufar Uyg'un qizi – magistr
Toshkent davlat tibbiyot universiteti (Toshkent, O'zbekiston)
Axmediyev Maxmud Mansurovich – t.f.d., professor
Mamadaliyev Dilshod Muhammadvaliyevich – Ph.D.
Respublika ixtisoslashtirilgan neyroxirurgiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazi (Toshkent, O'zbekiston)

Annotatsiya. *Ikkiga ajralgan orqa miya (diastematomiyeliya) malformatsiyalari va tetering sindrom bolalar populyatsiyasida murakkab tug'ma nuqson hisoblanadi. 2016–2022-yillarda O'zbekiston Respublikasi ixtisoslashtirilgan neyroxirurgiya ilmiy-amaliy markazida 56 nafar diplomiyeliya va tetering sindromi bilan og'rigan bolalar davolangan. Barcha bemorlarga kompyuter tomografiyasi va MRT, so'ngra amaliyot vaqtida neyrofiziologik monitoring o'tkazildi. Har bir bemor operatsiyadan keyin 3 va 6 oy ichida va undan keyin har yili nazorat tekshiruvlaridan o'tkazildi. Bemorlarning o'rtacha yoshi 5,7 yoshni (10 oydan 15 yoshgacha) tashkil etdi va erkak-ayol nisbati 1:2,2 ni tashkil etdi. 56 bemorning 44 nafari (78,6%) operatsiyadan keyingi davrda nevrologik holatning yaxshilanganini ko'rsatdi. Hatto suyak o'sig'i rezeksiyasi muolajalari o'tkazilgan holatlarda ham qisman nevrologik yaxshilanish kuzatildi, bu esa operatsiyalarning umumiy ijobiy natijalarini ko'rsatdi. Muhimi, 56 bemorning hech birida operatsiyadan keyingi davrda nevrologik yomonlashuvlar kuzatilmadi. Bizning tadqiqotimizda ko'rsatilganidek, jarrohlik amaliyoti bemorlarning nevrologik holatini yaxshilashda ham mos, ham samaralidir.*

Kalit so'zlar: *diastematomiyeliya, tetering sindromi, bolalar.*

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ДИАСТЕМАТОМИЕЛИИ И СИНДРОМА ФИКСИРОВАННОГО СПИННОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ

Алиходжаева Гульнара Алаутдиновна – д.м.н., профессор
Ахмедиев Тохир Махмудович – Ph.D., доцент
Амонов Анвар Акмалович – ассистент
Раззакходжаева Нилуфар Уйгун кизи – магистр
Ташкентский государственный медицинский университет (Ташкент, Узбекистан)
Ахмедиев Махмуд Мансурович – д.м.н., профессор
Мамадалиев Дилшод Мухаммадалиевич – Ph.D.
Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр нейрохирургии (Ташкент, Узбекистан)

Аннотация. Расщепленный спинной мозг и синдром фиксированного спинного мозга являются сложными патологиями в педиатрической популяции. В период с 2016 по 2022 год в Республиканском специализированном научно-медицинском практическом центре нейрохирургии Узбекистана было пролечено 56 случаев расщепления спинного мозга и синдрома фиксированного спинного мозга. Всем пациентам было проведено МРТ с компьютерной томографией, после чего выполнено хирургическое вмешательство с интраоперационным нейрофизиологическим мониторингом. Каждый пациент проходил контрольные обследования через 3 и 6 месяцев после операции, а затем ежегодно. Средний возраст пациентов составил 5,7 лет (от 10 месяцев до 15 лет), соотношение мужчин и женщин — 1:2,2. У 44 (78,6 %) из 56 пациентов наблюдалось улучшение неврологического статуса в послеоперационном периоде. Даже в случаях, когда проводились операции по резекции костных выступов, отмечалось частичное улучшение неврологического состояния, что свидетельствует об общих положительных результатах хирургического лечения. Важно отметить, что ни у одного из 56 пациентов не наблюдалось ухудшения неврологического состояния в послеоперационном периоде. Хирургическое вмешательство, как показано в нашем исследовании, является как целесообразным, так и эффективным в улучшении неврологического статуса пациентов.

Ключевые слова: диастематомиелия, синдром фиксированного спинного мозга, дети.

RESULTS OF TREATMENT OF DIASTEMATOMYELIA AND TETHERED CORD SYNDROME IN CHILDREN

Alikhodjaeva Gulnarakhon Alautdinovna – D.M.Sc., professor
Akhmediev Tokhir Makhmudovich – C.M.Sc., associate professor
Amonov Anvar Akmalovich – assistant
Razzakhodjayeva Nilufar Uygun kizi – master
Tashkent State Medical University (Tashkent, Uzbekistan)

Akhmediev Makhmud Mansurovich – D.M.Sc., professor
Mamadaliev Dilshod Mukhammadvalievich – Ph.D.
Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Neurosurgery (Tashkent, Uzbekistan)

Annotation. *Split cord malformation and tethered cord syndrome are complicated pathologies in the paediatric population. In the period of 2016–2022, 56 cases of split cord malformation (SCM) and tethered cord syndrome were treated at the Republican Specialized Scientific Medical Practical Center of Neurosurgery (RSSMPCN) of Uzbekistan. All patients underwent MR imaging with computed tomography, followed by surgery with intraoperative neurophysiological monitoring. Each patient underwent follow-up examinations at 3 and 6 months postoperatively and yearly thereafter. The mean patient age was 5.7 years (10 months to 15 years), and the male-to-female ratio was 1:2.2. 44 (78.6 %) of the 56 patients showed improved neurological status in postoperative period. Even in the cases where spur resection procedures were performed, there was partial neurological improvement, demonstrating the overall positive outcomes of the surgeries. Importantly, none of the 56 patients had neurological deteriorations in the postoperative period. Surgical intervention, as demonstrated in our study, is both appropriate and efficient in improving the neurological status of the patients.*

Key words: *diastematomyelia, tethered cord syndrome, children.*

Muammoning dolzarbligi. Orqa miya rivojlanish anomaliyalari bolalar neyroxirurgiyasining murakkab va dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi [5,10]. Ushbu patologiyalar orasida ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasi alohida o‘rin egallaydi [1,2]. Ushbu nuqson orqa miyaning uzunasiga ikki qismga bo‘linishi bilan tavsiflanadi va ko‘pincha tethered cord yoki “tortilgan orqa miya” sindromi bilan birga uchraydi [9,16]. Bu sindrom embrional rivojlanish davrida birlamchi neyrulyatsiya jarayonining buzilishi natijasida yuzaga keladi [2].

Diastematomiyeliya atamasi ilk bor 1837-yilda Ollivier tomonidan orqa miya patologiyasi tasvirida qo‘llanilgan [1-3]. Keyinchalik ushbu patologiya split cord – ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasi tushunchasi bilan umumlashtirilgan [3-5]. Zamonaviy tasnifga ko‘ra ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasi ikki asosiy turga bo‘linadi [1,2]. Birinchi turda orqa miya ikkita yarim orqa miyalarga bo‘linib, ular alohida dural qopchalari bilan o‘ralgan bo‘ladi va suyak-tog‘ayli to‘siq orqali ajralgan bo‘ladi [2]. Ikkinchi turda esa hemikordlar yagona dura qopchasi ichida joylashadi va fibroz septum orqali ajraladi [5-7].

Ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasi ko‘pincha umurtqa pog‘onasining torakolumbal yoki lumbal segmentlarida uchraydi [11,14]. Kam hollarda esa bo‘yın segmentlarda kuzatiladi [4]. Ushbu patologiya ko‘pincha boshqa tug‘ma anomaliyalar bilan birga uchraydi, jumladan lipomalar, dermal sinuslar, syringomiyeliya, myelomeningosele va umurtqa deformatsiyalari bilan qo‘shilib keladi [7,12,13]. Klinik jihatdan bu kasallik bolalik davrida namoyon bo‘lib, motor va sensor buzilishlar, bel va oyoq og‘rig‘i hamda tos a’zolari funksiyasi buzilishi bilan kechadi [11,15].

Nevrologik buzilishlar ko‘pincha progressiv xarakterga ega bo‘lib, yosh o‘tishi bilan kuchayadi [9]. Bu jarayon orqa miyaning tortilishi va uning harakat erkinligining cheklanishi bilan bog‘liq [9]. Shu sababli zamonaviy neyroxirurgiyada bu sindromni erta tashxislash va o‘z vaqtida jarrohlik usuli bilan davolash muhim hisoblanadi [6,8].

Mazkur tadqiqotning maqsadi split cord malformatsiyasi va tortilgan orqa miya sindromi bilan og‘rigan bolalarda klinik, radiologik hamda jarrohlik natijalarini tahlil qilishdan iborat.

Material va usullar. Tadqiqot retrospektiv xarakterga ega bo‘lib, 2016–2022-yillar davomida Respublika ixtisoslashtirilgan neyroxirurgiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazida davolangan bemorlar ma’lumotlari asosida o‘tkazildi. Tadqiqotga ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasi va tortilgan orqa miya sindromi tashxisi qo‘yilgan 56 nafar bolalar kiritildi.

Markaz O‘zbekiston bo‘yicha asosiy murojaat qilinadigan neyroxirurgiya muassasasi hisoblanganligi sababli, ushbu patologiya bilan kasallangan bemorlarning katta qismi aynan bizning markazga yo‘naltirilgan. Shu sababli tadqiqot davomida har yili o‘rtacha sakkizta ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasi holati aniqlangan.

Barcha bemorlar keng qamrovli klinik va nevrologik tekshiruvdan o‘tkazildi. Diagnostika jarayonida zamonaviy neyrovizualizatsiya usullari qo‘llanildi. Bemorlarning barchasida magnit-rezonans tomografiya (MRT) hamda kompyuter tomografiya (KT) tekshiruvlari amalga oshirildi. Ba’zi bemorlarda patologik to‘siq tuzilishini aniqroq baholash maqsadida uch o‘lchamli MSKT rekonstruksiyasi qo‘llanildi.

Nevrologik status Spina Bifida Neurological Scale (SBNS) yordamida baholandi. Ushbu shkala bemorlarning motor funksiyasi, sezuvchanligi va sfinkter nazoratini baholash imkonini beradi.

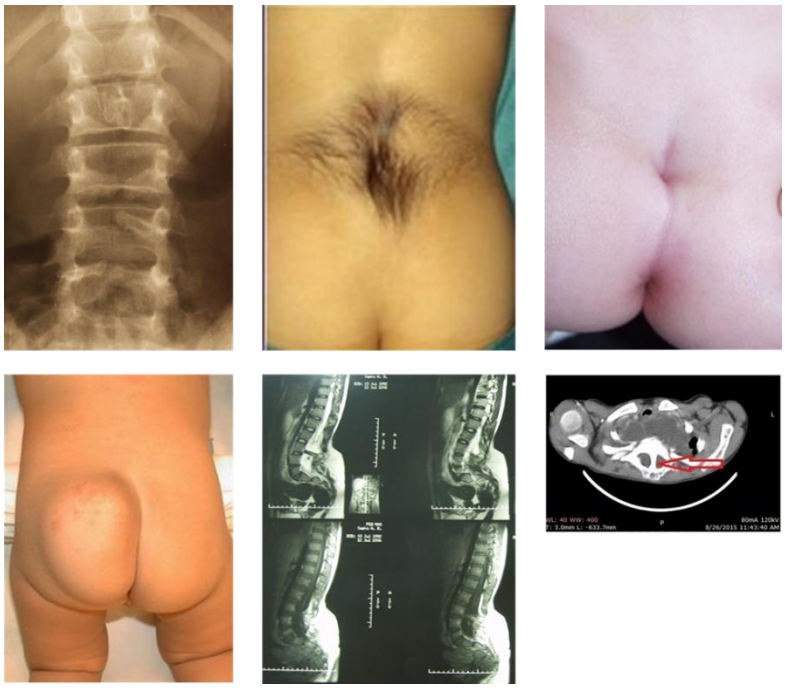
Jarrohlik amaliyotlari umumiy vena ichi anesteziyasi bilan bajarildi. Operatsiya davomida intraoperatsion neyrofiziologik monitoring qo‘llanildi. Monitoring elektromiografiya yordamida orqa miya tuzilmalarining funksional holatini baholash imkonini berdi. Operatsiyadan so‘ng barcha bemorlar 3 oy, 6 oy va keyinchalik har yili nazorat tekshiruvlaridan o‘tkazildi. Statistik tahlil Statistica 6.0 hamda Microsoft Excel dasturlari yordamida amalga oshirildi.

Jarrohlik texnikasi. Amaliyot dorsal yondashuv orqali bajarildi. Jarrohlik mikroskopi ostida patologik to‘siq joylashgan segment darajasida lami-

nektomiya amalga oshirildi. Suyak o‘sig’i aniqlangach, uning yuqori qismi maxsus jarrohlik qisqichlari yordamida olib tashlandi. Pastki qismi esa yuqori tezlikli burg‘ulash moslamasi (high speed drill) yordamida rezeksiyalandi. Keyingi bosqichda dura mater ochilib, hemikordlar vizualizatsiya qilindi. Orqa miyaning tortilish sabab bo‘layotgan filum terminale kesildi. Bu jarayon detetering deb ataladi va orqa miyaning erkin harakatlanishini tiklashga qaratilgan. Shundan so‘ng pia mater ehtiyotkorlik bilan tikildi va yagona dural qopcha shakllantirildi. Dura mater uzluksiz choklar yordamida tikildi. Zarur hollarda dural plastika qo‘llanildi. Likvor oqib chiqishini oldini olish maqsadida choklar ustiga biologik kley hamda gemostatik materiallar qo‘yildi. Operatsiyadan so‘ng KT va MRT yordamida suyak to‘sig’i to‘liq olib tashlanganligi hamda orqa miyaning yetarli darajada mobilizatsiya qilinganligi tasdiqlandi. Bemorlar operatsiyadan 72–96 soat o‘tib vertikal holatga o‘tkazildi.

Natijalar. Tadqiqotga kiritilgan 56 nafar bemorning o‘rtacha yoshi 5,7 ni tashkil etdi. Eng kichik bemor 10 oylik, eng katta bemor esa 15 yoshda edi. Jins taqsimoti bo‘yicha ayol bemorlar soni erkaklarga nisbatan ko‘proq bo‘lib, nisbat 1:2,2 ni tashkil etdi. Klinik belgilar tahlili shuni ko‘rsatdiki, barcha bemorlarda teri belgilarining turli ko‘rinishlari kuzatilgan. Eng ko‘p uchragan belgilar quyidagilar bo‘ldi (1-rasm):

- gipertrixoz
- gemangioma
- dermal sinus
- giperpigmentatsiya
- teri chuqurchalari.



1-rasm. **Diastematomiyeliya va tetering sindromida turli ko‘rinishdagi teri belgilari (stigmalar)**

Bundan tashqari, bemorlarning katta qismida tug‘ma umurtqa deformatsiyalari aniqlangan. Ko‘plab bemorlarda oyoqlarda sezuvchanlik buzilishi, bel og‘rig‘i va ortopedik simptomlar kuzatilgan. Ba’zi bemorlarda mushak gipertoniyasi hamda sfinkter funksiyasi buzilishi aniqlangan. Radiologik tekshiruv natijalariga ko‘ra bemorlarning 87,5 foizida ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasining I turi aniqlangan. Qolgan bemorlarda esa II tur kuzatilgan. Ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasining eng ko‘p uchraydigan lokalizatsiyasi L1–L2 segmentlari bo‘lib, undan keyin T10–T12 segmentlari qayd etilgan. Jarrohlik natijalari shuni ko‘rsatdiki, bemorlarning 78,6 foizida nevrologik holat yaxshilangan. 8,9 foiz bemorda qisman yaxshilanish kuzatilgan. 12,5 foiz bemorda esa nevrologik status o‘zgarmagan. Muhim jihati shundaki, tadqiqot davomida operatsiyadan keyingi nevrologik yomonlashuv holatlari kuzatilmagan. Operatsiyadan keyingi asoratlar kam uchragan. Ikki bemorda jarrohlik yarasidan likvor oqishi kuzatilgan. Ushbu holatlar konservativ davolash yordamida bartaraf etilgan.

Muhokama. Embriologik nuqtai nazardan qaraganda, ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasi (SCM) homilada birlamchi neyrulyatsiya jarayonining buzilishi natijasida yuzaga keladi [9]. Yamada tomonidan ilgari surilgan yagona embriogenez nazariyasiga ko‘ra [15], ektoderma va endoderma o‘rtasidagi noto‘g‘ri aloqalar notoxordning ma’lum segmentlarda ikkiga bo‘linishiga olib keladi. Notoxordning har bir bo‘linish holati atrofdagi paraaksial mezodermada disgeneziya rivojlanishiga sabab bo‘lib, keyinchalik orqa miya tuzilishida anomaliyalar paydo bo‘ladi. Natijada, ajralgan orqa miya segmentlari va ularni ajratuvchi to‘siq darajalari o‘zaro mos keladi.

Kuzatuvlarimiz shuni ko‘rsatadiki, bemorlarning aksariyatida orqa miya kanali darajasida ajralish, suyak yoki tog‘ayli spur (o‘simta), lumbosakral lipomalar, myelomeningosele, lipomiyelomeningosele, syringomiyeliya hamda dermal sinus kabi qo‘shimcha patologiyalar aniqlanadi va ular ko‘pincha tortilgan orqa miya sindromi bilan birga uchraydi [7,10–14]. SCM asosan bel va torakolumbal segmentlarda kuzatiladi, bo‘yin qismida yoki intrakranial joylashuvi esa kamdan-kam uchraydi.

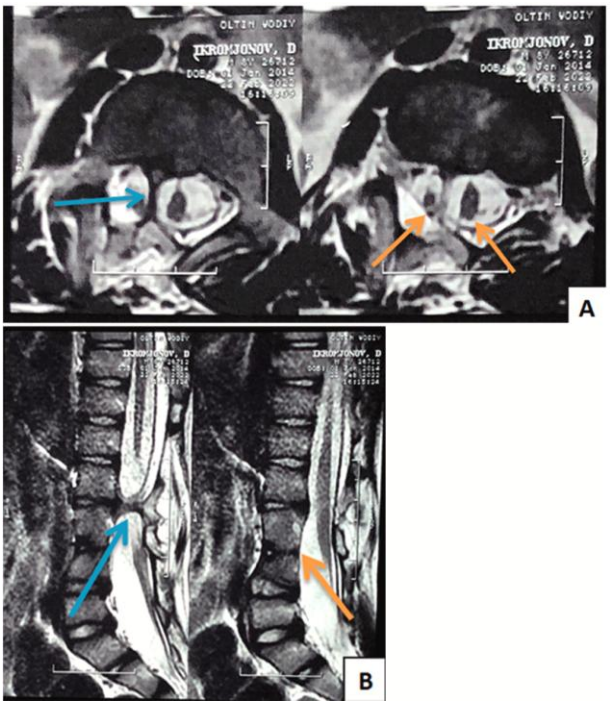
SCM simptomlari odatda bolalik davrida namoyon bo‘ladi, shu sababli bu patologiya asosan pediatrik kasallik sifatida qaraladi. Biroq ayrim hollarda klinik belgilar faqat katta yoshda yuzaga chiqishi mumkin [5]. Bowman [3] ta’kidlashicha, nevrologik nuqsonlari mavjud bemorlarda simptomlarning davomiyligi va bemor yoshi nuqsonsiz bemorlarga nisbatan sezilarli darajada yuqori bo‘ladi. Orqa miyaning asta-sekin tortilishi natijasida yosh o‘tishi bilan nevrologik buzilishlar rivojlanish xavfi ortib boradi.

SCM bilan bog‘liq orqa miya deformatsiyalari odatda tug‘ma xarakterga ega bo‘ladi [4,7–9]. Bizning bemorlarimizda eng ko‘p uchragan nuqsonlar umurtqa segmentatsiyasi va shakllanishining buzilishlari bo‘ldi. 56 nafar bemorning 43 tasida (76,8 %) deformatsiya aynan spur joylashgan darajada aniqlangan. Yana 5 nafar bemorda (8,9 %) esa umurtqa anomaliyalari kuzatilmagan bo‘lsa ham, deformatsiyalar spurdan yuqori yoki past segmentlarda aniqlangan. Natijalarimiz shuni ko‘rsatadiki, ushbu deformatsiyalar albatta davolanishi kerak va bu jarayon spur olib tashlangandan keyin amalga oshirilishi maqsadga muvofiqdir. Spur rezeksiyasi o‘z-o‘zicha patologiyani to‘liq bartaraf etmasa-da, ayrim bemorlarda deformatsiyaning keyingi progresiyasi kuzatilmagan.

Rinaldi F. va hammualliflar [11] SCM II turiga ega 16 nafar bemorda umurtqa deformatsiyasini jarrohlik yo‘li bilan tuzatish natijalarini keltirgan: 7 nafar bemorda (43,8 %) posterior korreksiya va intertransversal suyak plastika bajarilgan, 6 nafar bemorda (37,5 %) esa pedikul vint-rod tizimi yordamida ichki fiksatsiya amalga oshirilgan.

SCM bilan og‘rigan bemorlarda orqa miya kanali tuzilmalarining haqiqiy holati, septumning turi, joylashuvi va shakli, ajralgan orqa miya anatomiyasi hamda qo‘shimcha patologiyalarni KT va MRT yordamida aniq baholash mumkin [9,11–13]. Ushbu tasvirlash usullari suyak spurining aniq joylashuvi, hajmi va invazivlik darajasini aniqlash orqali operatsiya hajmini rejalashtirishda muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy MRT, KT va uch o‘lchamli KT texnologiyalari SCM diagnostikasini sezilarli darajada takomillashtirdi. So‘nggi yillarda prenatal ultratovush tekshiruvlari yordamida homilada ham ushbu patologiya aniqlanmoqda [12] (2-rasm).

I turdagi SCM bemorlarida nevrologik simptomlar vaqt o‘tishi bilan, ayniqsa 15 yoshgacha bo‘lgan bolalarda kuchayib boradi [5,15,16]. Buning asosiy sabablari quyidagilardan iborat: a) ko‘p sonli spinal septalar yoki fibroz hamda osteo-tog‘ayli tolalar mavjudligi; b) yosh o‘tishi bilan skoliozning progresiv rivojlanishi.



2-rasm. **A. Ikkiga ajralgan orqa miya sindromi-1 turi. MRT aksial tasvir (ko‘k ko‘rsatkich suyak o‘sig‘ini ko‘rsatadi, to‘q sariq ko‘rsatkich ikkiga ajralgan orqa miyani ko‘rsatadi). B – Orqa miya MRTsi ikkiga ajralgan orqa miya sindromi 1-turini sagittal ko‘rinishda (ko‘k ko‘rsatkich suyak o‘sig‘ini ko‘rsatadi, to‘q sariq ko‘rsatkich vertebral anomaliyani ko‘rsatadi)**

SCM bilan bog‘liq hal etilmagan muammolar qatoriga simptomlarsiz bolalarda profilaktik operatsiyaning zarurligi hamda simptomlarsiz kattalarda kasallikning tabiiy kechishi kiradi. Ayrim hollarda yiqilish yoki kuchli jismoniy zo‘riqish nevrologik holatning yomonlashishiga olib kelishi mumkin. Hozirgi vaqtda biz simptomlarsiz bolalarda hamda og‘ir nogironligi mavjud bemorlarda (masalan, paraplegiya, og‘ir umurtqa deformatsiyalari yoki ko‘p sonli tug‘ma anomaliyalar mavjud bo‘lsa) jarrohlik davolashni tavsiya etmaymiz va bunday bemorlarni asosan konservativ yo‘l bilan kuzatamiz.

Xulosa. Ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasi bolalarda uchraydigan kam, ammo murakkab neyroxirurgik patologiya hisoblanadi. Kasallik ko‘pincha motor va sensor buzilishlar, bel og‘rig‘i hamda tos a’zolari funksiyasining buzilishi bilan namoyon bo‘ladi. Zamonaviy neyrovizualizatsiya usullari ikkiga ajralgan orqa miya malformatsiyasini aniq tashxislash imkonini beradi. Nevrologik simptomlar mavjud bo‘lgan bemorlarda jarrohlik davolash samarali bo‘lib, bemorlarning aksariyatida nevrologik holat yaxshilanishiga olib keladi.

ADABIYOTLAR

1. Akhmediev M.M., Alikhodjaeva G.A., Usmankhanov O.A., Akhmediev T.M., Norov M.A. Management of split cord malformation and tethered cord syndrome: Experience of a main referral center in Uzbekistan. Clinical Neurology and Neurosurgery. 245 (2024) 108510. https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2024.108510

2. Akhmediev M.M., Kariev G.M., Akhmediev T.M. Intrathecal CSF dynamic measurements in hydrocephalus associated with MMC – experience of the Republican center of Neurosurgery of Uzbekistan // Interdisciplinary Neurosurgery: Advanced Techniques and Case Management.- Amsterdam, 2020. - Vol. 20:100644. DOI:10.1016/j.inat.2019.100644

3. Bowman, R.M., Mohan, A., Ito, J., et al. Tethered Cord Release: A Long-Term Study in 114 Patients. Journal of Neurosurgery: Pediatrics, 2009, Vol.3, pp. 181-187.

4. De Vloo, P., Monea, A.G., Sciot, R. A Cadaver Study of Anatomy, Histology, and Elastic Properties. World Neurosurgery, 2016, Vol.90, pp. 565-573.

5. Deletis, V., Sala, F. Intraoperative Neurophysiologic Monitoring of the Spinal Cord During Spinal Cord and Spine Surgery: A Review Focused on the Corticospinal Tracts. Clinical Neurophysiology, 2008, Vol.119(2), pp. 248-264.

6. Hoving, E.W., Haitsma, E., Oude Ophuis, C.M., et al. The Value of Intraoperative Neurophysiologic Monitoring in Tethered Cord Surgery. Child's Nervous System, 2011, Vol.27(9), pp. 1445-1452.

7. Husain, A.M., Shah, D. Prognostic Value of Neurophysiologic Intraoperative Monitoring in Tethered Cord Syndrome Surgery. Journal of Clinical Neurophysiology, 2009, Vol.26(4), pp. 244-247.

8. Khealani, B., Husain, A.M. Neurophysiologic Intraoperative Monitoring During Surgery for Tethered Cord Syndrome. Journal of Clinical Neurophysiology, 2009, Vol.26(2), pp. 76-81.

9. Khodykin, E.A., Sysoev, K.V., Khachatryan, V.A. Threshold of Spinal Nerve Root Excitability During Electrostimulation as an Additional Criterion for Prognosis of Surgical Treatment of Spinal Cord Developmental Anomalies in Children. Bulletin of Clinical Neurophysiology, 2016, No.1(4), pp. 71-75.

10. Kothbauer, K.F., Deletis, V. Intraoperative Neurophysiology of the Conus Medullaris and Cauda Equina. Child’s Nervous System, 2010, Vol.26(2), pp. 247-253.

11. Rinaldi, F., Cioffi, F.A., Columbano, L., et al. Tethered Cord Syndrome. Journal of Neurosurgery Sciences, 2005, Vol.49(4), pp. 131-135.

12. Rossi, A., Biancheri, R., Cama, A., et al. Imaging in Spine and Spinal Cord Malformations. European Journal of Radiology, 2004, Vol.50(2), pp. 177-200.

13. Sanchez, T., John, R.M. Early Identification of Tethered Cord Syndrome: A Clinical Challenge. Journal of Pediatric Health Care, 2014, Vol.28(3), pp. 23-33.

14. Sysoev, K.V., Nazinkina, Y.V., Khachatryan, V.A. 3-T MRI Tractography of the Caudal Sections of the Spinal Cord in Various Forms of Spinal Dysraphism in Children. Radiology Diagnostics and Therapy, 2016, No.2, pp. 52-57.

15. Yamada, S., Won, D.J., Pezeshkpour, G., et al. Pathophysiology of Tethered Cord Syndrome and Similar Complex Disorders. Neurosurgical Focus, 2007, Vol.23(2), Article E6.

16. Young, R.L., Habrock-Bach, T.H., Vaughan, M., et al. Symptomatic Retethering of the Spinal Cord Following Section of a Tight Filum Terminale. Neurosurgery, 2011, Vol.68, pp. 1594-1602.