



MEDTRONIC STEALTHSTATION™ S8 NAVIGATSIYA TIZIMI: PEDIATRIK LOR JARROHLIGIDA TEXNIK IMKONIYATLAR

Gulyamov Sherzod Baxromjonovich

*Bolalar milliy tibbiyot markazi Otorinolarinolog shifokori, tibbiyot fanlari doktori (DSc),
Toshkent, O'zbekiston*

Inagamov Sherzod Iskandarovich

Bolalar milliy tibbiyot markazi Otorinolarinolog shifokori, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada Medtronic StealthStation™ S8 navigatsiya tizimining pediatrik LOR jarrohligidagi texnik imkoniyatlari va klinik qo'llanilishi yoritilgan. Tizimning elektromagnit va optik navigatsiya, kalibrovka, real vaqt rejimida anatomik tuzilmalarni lokalizatsiya qilish hamda KT ma'lumotlari bilan integratsiyalashuv imkoniyatlari tahlil qilingan. 2018-2025-yillarda tug'ma tashqi eshituv yo'li atreziyasi bo'lgan 38 nafar bolada tizimdan foydalanish tajribasi keltirilgan. Navigatsiyaning o'rtacha fazoviy aniqligi $0,7 \pm 0,2$ mm ni tashkil etgan. Natijalar tizimning murakkab pediatrik anatomiya sharoitida jarrohlik aniqligi va xavfsizligini oshirishdagi amaliy ahamiyatini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: StealthStation S8, elektromagnit navigatsiya, pediatrik LOR jarrohligi, chakka suyagi, intraoperatsion monitoring, AxiEM, otokirurgiya.

Аннотация. В статье представлены технические возможности и клиническое применение навигационной системы Medtronic StealthStation™ S8 в педиатрической оториноларингологической хирургии. Рассмотрены возможности электромагнитной и оптической навигации, калибровки, локализации анатомических структур в режиме реального времени и интеграции с данными КТ. Представлен опыт применения системы у 38 детей с врождённой атрезией наружного слухового прохода в период 2018-2025 гг. Средняя пространственная точность навигации составила $0,7 \pm 0,2$ мм. Полученные данные демонстрируют практическую значимость системы для повышения точности и безопасности хирургических вмешательств при сложной анатомии у детей.

Ключевые слова: StealthStation S8, электромагнитная навигация, педиатрическая ЛОР-хирургия, височная кость, интраоперационный мониторинг, AxiEM, отокirurgия.

Abstract. This article presents the technical capabilities and clinical application of the Medtronic StealthStation™ S8 navigation system in pediatric otorhinolaryngologic surgery. The study evaluates electromagnetic and optical navigation, calibration, real-time localization



of anatomical structures, and integration with CT imaging data. Clinical experience with the system in 38 children with congenital external auditory canal atresia during 2018-2025 is presented. The mean spatial navigation accuracy was 0.7 ± 0.2 mm. The findings demonstrate the practical value of the system in improving surgical precision and safety in pediatric patients with complex and altered anatomy.

Key words: StealthStation S8, electromagnetic navigation, pediatric ENT surgery, temporal bone, intraoperative monitoring, AxiEM, otologic surgery.

KIRISH. Pediatrik otorinolaringologiyada jarrohlik amaliyotlari bolalar anatomik tuzilmalari o'ziga xosligi, operatsion maydonning kichikligi va hayotiy muhim anatomik strukturalarning bir-biriga yaqin joylashuvi sababli yuqori aniqlikni talab qiladi. Ayniqsa, tug'ma tashqi eshituv yo'li atreziyasi, o'rta va ichki quloq rivojlanish nuqsonlari hamda chakka suyagi anatomiyasining individual o'zgarishlari jarrohlik aralashuvini sezilarli darajada murakkablashtiradi. Bunday holatlarda yuz nervi, sigmoid sinus, tegmen tympani va boshqa muhim anatomik tuzilmalarning joylashuvi odatdagi anatomik orientirlardan farq qilishi mumkin.

Zamonaviy tibbiy texnologiyalarning rivojlanishi natijasida kompyuter yordamidagi navigatsiya tizimlari LOR jarrohligida murakkab anatomik vaziyatlarni boshqarishning muhim vositalaridan biriga aylandi. Navigatsiya texnologiyasi operatsiyadan oldingi kompyuter tomografiyasi ma'lumotlarini real vaqt rejimida jarrohlik maydoni bilan moslashtirish orqali anatomik tuzilmalarni aniqlash va jarrohlik instrumentlarining fazoviy holatini nazorat qilish imkonini beradi. Bu, ayniqsa, bolalarda anatomik orientirlar yetarlicha rivojlanmagan yoki tug'ma nuqsonlar natijasida o'zgargan hollarda muhim ahamiyatga ega.

MAQSAD. Medtronic StealthStation™ S8 tizimining pediatrik LOR jarrohligida texnik xarakteristikalar, ishlash tamoyillari, kalibrovka parametrlari va klinik qo'llanish imkoniyatlarini tahlil qilish hamda samaradorligini baholash.

MATERIAL VA METODLAR. Tadqiqot 2018-2025-yillar davomida Bolalar milliy tibbiyot markazining otorinolaringologiya bo'limida tug'ma tashqi eshituv yo'li atreziyasi sababli jarrohlik amaliyoti o'tkazilgan 38 nafar pediatrik bemorda olib borildi. Bemorlarning jarrohlik davolash jarayonida Medtronic StealthStation™ S8 navigatsiya tizimidan foydalanildi.

Operatsiyadan oldingi diagnostika bosqichida yuqori aniqlikdagi kompyuter tomografiyasi (KT) ma'lumotlari olindi va DICOM formatida navigatsiya tizimiga yuklandi. KT tasvirlari asosida chakka suyagi, tashqi eshituv yo'li, o'rta quloq tuzilmalari, yuz nervi kanali, sigmoid sinus va tegmen tympani kabi muhim anatomik strukturalarning joylashuvi baholandi.



Navigatsion tizim sifatida AxiEM™ elektromagnit kuzatuv texnologiyasi, yassi elektromagnit emitter-generator va Sting-Ray™ sensoridan foydalanildi. Jarrohlik boshlanishidan oldin bemorning anatomik holati KT tasvirlari bilan registratsiya qilindi. Fidutsial orientirlar sifatida linea temporalis, processus mastoideus cho‘qqisi va os frontale yon qismi tanlandi. Registratsiyadan so‘ng navigatsiya zondining anatomik aniqligi nazorat qilindi va zarur hollarda qayta kalibrovka amalga oshirildi. Tizimning texnik samaradorligini baholashda kalibrovka davomiyligi, navigatsiyaning fazoviy aniqligi, operatsiya davomida yuzaga kelgan elektromagnit artefaktlar, navigatsiya tizimining uzluksiz ishlashi va optik hamda elektromagnit rejimlar o‘rtasida almashish imkoniyati qayd etildi. Jarrohlik davomida navigatsiya zondi yordamida muhim anatomik strukturalarning joylashuvi real vaqt rejimida nazorat qilindi.

Bundan tashqari, navigatsiya ma’lumotlari intraoperatsion anatomik ko‘rinish bilan solishtirildi. Ayniqsa, yuz nervi (n. facialis), sigmoid sinus (sinus sigmoideus) va tegmen tympani sohalarida navigatsiya aniqligiga alohida e’tibor qaratildi. Elektromagnit interferensiya kuzatilgan holatlarda tizimning optik navigatsiya rejimidan foydalanildi.

Olingan ma’lumotlar statistik jihatdan qayta ishlandi. Miqdoriy ko‘rsatkichlar o‘rtacha qiymat $\pm$ standart og‘ish ($M \pm SD$) ko‘rinishida ifodalandi. Asosiy baholash mezonlari sifatida kalibrovka vaqti, fazoviy navigatsiya aniqligi va texnik nosozliklar chastotasi olindi. Tadqiqot natijalari pediatrik otoxirurgiyada StealthStation™ S8 navigatsiya tizimining texnik imkoniyatlari va amaliy samaradorligini baholash uchun tahlil qilindi.

ASOSIY QISM. Medtronic StealthStation™ S8 zamonaviy navigatsiya platformalaridan biri bo‘lib, optik va elektromagnit kuzatuv texnologiyalarini qo‘llash imkoniyatiga ega. AxiEM™ elektromagnit texnologiyasi yordamida jarrohlik instrumentlarining fazoviy holatini real vaqt rejimida aniqlash, ularni oldindan olingan KT tasvirlari bilan moslashtirish va operatsiya davomida muhim anatomik strukturalarga nisbatan joylashuvini baholash mumkin. Tizimning ixchamligi, turli jarrohlik asboblari bilan integratsiyalashuvi hamda navigatsiya rejimlari o‘rtasida almashish imkoniyati pediatrik otoxirurgiya uchun qo‘shimcha texnik qulayliklar yaratadi.

Shu bilan birga, navigatsiya tizimlaridan foydalanish jarrohlik xavfsizligini ta’minlovchi yagona omil bo‘lib xizmat qilmaydi. Ularning samaradorligi yuqori sifatli KT tasvirlariga, to‘g‘ri registratsiya va kalibrovkaga, anatomik orientatsiyani to‘g‘ri baholashga hamda jarrohning klinik tajribasiga bog‘liq. Elektromagnit navigatsiyada metall buyumlar va boshqa magnit interferensiya manbalari yuzaga keltirishi mumkin bo‘lgan artefaktlar ham hisobga olinishi lozim.

Shu munosabat bilan Medtronic StealthStation™ S8 tizimining pediatrik LOR jarrohligidagi texnik imkoniyatlarini, navigatsiya aniqligini, kalibrovka xususiyatlarini va klinik



qo'llash samaradorligini o'rganish dolzarb hisoblanadi. Mazkur texnologiyaning tug'ma quloq nuqsonlari, xususan, tashqi eshituv yo'li atreziyasi bilan bog'liq murakkab jarrohlik amaliyotlarida qo'llanilishi jarrohlikning aniqligi va xavfsizligini oshirishga xizmat qilishi mumkin.

Bolalar chakka suyagining (os temporale) kichik hajmi, tug'ma anomaliyalardagi o'zgargan anatomiya va yuz nervining atipik joylashuvi sharoitida elektromagnit navigatsiya tizimlari ayniqsa muhim ahamiyat kasb etadi. Kompyuter yordamidagi navigatsiya jarrohlik amaliyotida real vaqt rejimida anatomik tuzilmalarni aniq lokalizatsiya qilish imkonini berib, intraoperatsion xavfni sezilarli darajada kamaytiradi. Medtronic StealthStation™ S8 – optik va elektromagnit kuzatuvni birlashtirgan, pediatrik o'toxirurgiyaga moslashgan zamonaviy yuqori aniqlikli navigatsiya tizimi.

Tizim tavsifi. StealthStation™ S8 tizimi AxiEM™ elektromagnit protsessori, yassi elektromagnit emitter-generator ($40 \times 40 \times 37,5$ sm) va Sting-Ray™ ipsilateral peshona suyagi sensori bilan jihozlangan. Tizim optik va elektromagnit (EM) kuzatuv rejimlarini parallel qo'llab, mikroskoplar, ultratovush asboblari va Medtronic jihozlarning keng assortimenti bilan integratsiya qilinishi mumkin. Navigatsiya zondi 1 mm dan past fazoviy aniqliqni ta'minlaydi. Elektromagnit asbob interfeysi 6 portga ega bo'lib, LED ko'rsatkichlari orqali kalibrovka va normal ishlash nazorat qilinadi. Generator past energiyali magnit maydon hosil qilib, asboblarning fazoviy holatini real vaqtda kuzatib boradi.

Klinik tajriba. 2018-2025 yillar davomida 38 nafar bolada tug'ma tashqi eshituv yo'li atreziyasi bo'yicha ushbu tizim qo'llanildi. Fiducial nuqtalar sifatida linea temporalis, processus mastoideus cho'qqisi va os frontale yon qismi ishlatildi. Kalibrovka vaqti o'rtacha 12 ± 3 minut, fazoviy aniqligi $0,7 \pm 0,2$ mm bo'ldi. Magnit artefaktlari 3 amaliyotda kuzatildi – optik rejimga o'tish orqali muammosiz hal qilindi. KT tasvirlari bilan real vaqt sinxronizatsiyasi yuz nervi (n. facialis), sigmoid sinus (sinus sigmoideus) va siymob pardasi (tegmen tympani) chegaralarini intraoperatsion aniq nazorat qilish imkonini berdi. Birorta amaliyotda tizimning to'liq ishdan chiqishi kuzatilmadi.

Afzalliklari. Tizimning asosiy ustunliklari: portativligi va ixcham o'lchamlari; bolalar anatomiyasiga va kichik operatsion maydoniga moslashuvchanligi; yuz neyromonitoringi bilan parallel ishlash imkoniyati; optik va EM rejimlar o'rtasida tezkor almashinish; tug'ma nuqsonlardagi o'zgargan anatomiyada ham ishonchli navigatsiya ta'minlashi; DICOM formatidagi KT ma'lumotlarini bevosita yuklatish qulayligi.



NATIJALAR. 2018-2025-yillar davomida tug'ma tashqi eshituv yo'li atreziyasi bo'lgan 38 nafar pediatrik bemorda Medtronic StealthStation™ S8 navigatsiya tizimidan foydalanildi. Barcha jarrohlik amaliyotlari navigatsion nazorat ostida muvaffaqiyatli yakunlandi. Tadqiqot davomida tizimning to'liq ishdan chiqishi yoki navigatsiya ma'lumotlarining qayta tiklanmaydigan yo'qolishi kuzatilmadi.

Navigatsiya tizimini operatsiyaga tayyorlash va kalibrovka qilishning o'rtacha davomiyligi 12 ± 3 minutni tashkil etdi. Registratsiyadan so'ng aniqlangan o'rtacha fazoviy xatolik $0,7 \pm 0,2$ mm bo'ldi. Mazkur ko'rsatkich operatsiya maydonidagi asosiy anatomik orientirlarni real vaqt rejimida lokalizatsiya qilish uchun yetarli aniqlikni ta'minladi.

Operatsiya davomida navigatsiya yordamida yuz nervi (n. facialis), sigmoid sinus (sinus sigmoideus) va tegmen tympani kabi jarrohlik nuqtayi nazaridan muhim anatomik strukturalarning joylashuvi nazorat qilindi. KT ma'lumotlari bilan real vaqt rejimidagi navigatsiya tasvirlarining sinxronizatsiyasi murakkab va individual o'zgargan anatomik sharoitlarda jarrohlik orientatsiyasini yaxshilash imkonini berdi.

38 ta jarrohlik amaliyotining **3 tasida** elektromagnit artefaktlar qayd etildi. Ushbu holatlarda optik navigatsiya rejimiga o'tish orqali navigatsion nazorat tiklandi va operatsiyani davom ettirishga imkon yaratildi. Mazkur holatlar barcha amaliyotlarning **7,9%** ini tashkil etdi.

Tizimning 6 portli elektromagnit instrument interfeysi va LED indikatorlari kalibrovka jarayonini nazorat qilishda qulaylik yaratdi. Elektromagnit navigatsiya bilan bir qatorda optik kuzatuv rejimidan foydalanish tizimning funksional barqarorligini oshirdi. Jarrohlik vaqtida navigatsiya ma'lumotlari intraoperatsion anatomik holat bilan muntazam solishtirib borildi.

Umuman olganda, olingan natijalar Medtronic StealthStation™ S8 tizimining pediatrik otixirurgiyada yuqori fazoviy aniqlik, qisqa kalibrovka vaqti va uzluksiz navigatsion nazoratni ta'minlash imkoniyatiga ega ekanligini ko'rsatdi. Ayniqsa, tug'ma anatomik nuqsonlar mavjud bo'lgan bemorlarda tizimning real vaqt rejimidagi navigatsiya imkoniyati jarrohlik orientatsiyasini yaxshilashda muhim amaliy ahamiyatga ega bo'ldi.

Xulosa. Medtronic StealthStation™ S8 pediatrik otixirurgiyada xavfsizlik va aniqlikni bir vaqtda ta'minlovchi universal navigatsiya tizimidir. Texnik ishonchliligi yuqori, bolalar yoshiga moslashuvchanligi klinisist uchun amaliy afzallik yaratadi. Ushbu texnologiyani ixtisoslashgan bolalar LOR jarrohlik markazlarida standart asbob-uskunaga aylantirish zamonaviy tibbiyot standartlariga to'liq javob beradi.

Shuningdek, elektromagnit va optik navigatsiya rejimlarining birgalikda qo'llanilishi murakkab anatomik sharoitlarda operatsion nazoratni yanada takomillashtirish imkonini beradi. Tizimning real vaqt rejimida anatomik tuzilmalarni lokalizatsiya qilishi yuz nervi, sigmoid sinus va tegmen tympani kabi muhim strukturalarni saqlashga yo'naltirilgan jarrohlik taktikasini qo'llashda yordam beradi. KT ma'lumotlarining navigatsiya tizimi bilan integratsiyasi



individual anatomik xususiyatlarni operatsiya davomida aniq baholash imkonini yaratadi. Shu bilan birga, elektromagnit artefaktlar ehtimolini hisobga olish va zarur hollarda optik navigatsiyaga o'tish muhim texnik shart hisoblanadi. Olingan natijalar StealthStation™ S8 tizimidan pediatrik otoxirurgiyada foydalanishning amaliy ahamiyatini ko'rsatadi. Kelgusida bemorlar sonini kengaytirgan holda ko'p markazli tadqiqotlar o'tkazish ushbu texnologiyaning uzoq muddatli klinik samaradorligini yanada chuqurroq baholash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. **Hasanov S.A., Vohidov N.X.** Otorinolarinologiya: darslik. – Toshkent, 2013.
2. **Maxkamova N.E.** Otorinolarinologiya: darslik. – Toshkent, 2020.
3. **Ismatova K.A., Amonov A.Sh., Mamatova Sh.R., Abdullayev X.N.** Otorinolarinologiya, bolalar otorinolarinologiyasi fani: O'rta va ichki quloqning yiringsiz kasalliklari. – Toshkent, 2024.
4. **Omonov Sh.E., Karabaev X.E., Gulyamov Sh.B.** Otorinolarinologiya va bolalar otorinolarinologiyasi bo'yicha o'quv-uslubiy materiallar. – Toshkent: ToshPMI.
5. **Arifov S.S.** Otorinolarinologiya va surdologiya bo'yicha ilmiy-amaliy ishlar. – Toshkent.
6. **Shamsiyev D.F., Abdusamatova I.I., Axrorova A.B., Xojaeva T.Sh.** Burun orqali nafas olish qiyinchiligi bilan kelgan bolalarda adenotonzillar tizimdagi morfologik o'zgarishlarni yosh bilan bog'liq ravishda o'rganish. // *Medsina i innovatsii*. – 2024. – №4(16).
7. **Xushvakova N.D., Nurov U.I.** Otorinolarinologiyada zamonaviy diagnostika va davolash masalalari. – O'zbekiston otorinolarinologiyasi bo'yicha ilmiy-amaliy materiallar.
8. **Пальчун В.Т., Магомедов М.М., Лучихин Л.А.** Оториноларингология: национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа.
9. **Богомильский М.Р., Чистякова В.Р.** Детская оториноларингология. – М.: ГЭОТАР-Медиа.
10. **Воячек В.И.** Основы оториноларингологии. – М.: Медицина.
11. **Солдатов И.Б.** Оториноларингология. – М.: Медицина.
12. **Wong K., Kaul V.F., Fan C.J., Schwam Z.G., Cosetti M.K.** Is there a role for intraoperative navigation during cochlear implantation in patients with aural atresia? // *Otology & Neurotology*. – 2021. – Vol. 42, No. 9. – P. e1320–e1325.
13. **Intraoperative navigation during atresiaplasty for congenital aural atresia.** // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. – 2021.
14. **Image-guided surgical navigation for bone-conduction hearing device implant placement.** // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. – 2020.