

Date: 19th June-2026

**XIRURGIYADA RAQAMLI NAVIGATSIYA TIZIMLARI VA OPERATSION
ANIQLIKNI OSHIRISH**

Do'stov Ixtiyor Berdiyevich

Qarshi Abu Ali ibn Sino nomidagi jamoat salomatligi texnikumi

Annotatsiya: So'nggi o'n yilliklarda tibbiyotda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi jarrohlik amaliyotiga ham sezilarli ta'sir ko'rsatdi. Ayniqsa, raqamli navigatsiya tizimlarining joriy etilishi murakkab operatsiyalarni bajarishda aniqlik, xavfsizlik va samaradorlikni oshirish imkonini bermoqda. Zamonaviy navigatsion texnologiyalar kompyuter tomografiyasi, magnit-rezonans tomografiya, ultratovush tekshiruv va uch o'lchamli tasvirlash usullaridan olingan ma'lumotlarni operatsiya jarayonida real vaqt rejimida qo'llash imkonini beradi. Natijada jarroh anatomik tuzilmalarni aniq vizualizatsiya qiladi, patologik o'choq chegaralarini to'g'ri belgilaydi va hayotiy muhim anatomik strukturalarning shikastlanish xavfini kamaytiradi. Mazkur maqolada xirurgiyada qo'llanilayotgan raqamli navigatsiya tizimlarining rivojlanish tarixi, ishlash prinsiplari, klinik qo'llanilishi va operatsion aniqlikni oshirishdagi ahamiyati tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: raqamli navigatsiya, xirurgiya, operatsion aniqlik, kompyuter navigatsiyasi, robotik jarrohlik, sun'iy intellekt, tibbiy texnologiyalar.

Kirish

Tibbiyot fanining rivojlanishi doimo yangi texnologiyalarni amaliyotga tatbiq etish bilan chambarchas bog'liq bo'lib kelgan. Jarrohlik esa aniqlik va yuqori mas'uliyat talab qiladigan sohalardan biri sifatida texnologik yangiliklarni eng tez qabul qiladigan yo'nalishlardan hisoblanadi. An'anaviy operatsiyalarda jarrohning tajribasi va anatomik bilimlari asosiy ahamiyat kasb etgan bo'lsa, zamonaviy jarrohlikda raqamli texnologiyalar ushbu imkoniyatlarni yanada kengaytirmoqda.

Raqamli navigatsiya tizimlari jarrohga operatsiya vaqtida anatomik tuzilmalar joylashuvini real vaqt rejimida kuzatish va operatsion manipulyatsiyalarni yuqori aniqlik bilan bajarish imkonini beradi. Ushbu texnologiyalar dastlab neyroxirurgiyada qo'llanila boshlangan bo'lsa, bugungi kunda travmatologiya, ortopediya, torakal xirurgiya, yurak-qon tomir xirurgiyasi, abdominal xirurgiya va otorinolaringologiyada ham keng foydalanilmoqda.

Murakkab anatomik sohalarda operatsiya o'tkazishda millimetr darajasidagi xatolik ham jiddiy asoratlarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli zamonaviy navigatsion tizimlar nafaqat operatsiya sifatini oshirish, balki bemor xavfsizligini ta'minlashning muhim vositasiga aylanmoqda.

Raqamli navigatsiya tizimlarining rivojlanish tarixi

Kompyuter navigatsiyasi elementlari jarrohlik amaliyotiga XX asrning 80-yillarida kirib kela boshlagan. Dastlab stereotaktik neyroxirurgiya usullarida kompyuter yordamida

Date: 19th June-2026

patologik o'choqlar koordinatalarini aniqlash imkoniyati yaratildi. Ushbu yondashuv bosh miya chuqur tuzilmalarida joylashgan o'smalarni aniq lokalizatsiya qilish imkonini berdi.

1990-yillarga kelib kompyuter tomografiyasi va magnit-rezonans tomografiya ma'lumotlarini operatsiya vaqtida qo'llash texnologiyalari ishlab chiqildi. Keyinchalik uch o'lchamli rekonstruksiya usullarining paydo bo'lishi navigatsiya tizimlari imkoniyatlarini yanada kengaytirdi.

Hozirgi kunda zamonaviy navigatsion platformalar tasvirlash texnologiyalari, sun'iy intellekt algoritmlari, robotlashtirilgan tizimlar va kengaytirilgan reallik elementlarini o'zida mujassamlashtirgan murakkab komplekslarga aylandi.

Raqamli navigatsiya tizimlarining ishlash prinsipi

Raqamli navigatsiya tizimlari bir nechta texnologik bosqichlardan iborat. Birinchi bosqichda bemorning anatomik tuzilmalari haqida ma'lumot yig'iladi. Buning uchun kompyuter tomografiyasi, magnit-rezonans tomografiya yoki boshqa diagnostik tekshiruv natijalaridan foydalaniladi.

Keyingi bosqichda olingan tasvirlar maxsus dasturlar yordamida qayta ishlanadi va uch o'lchamli model yaratiladi. Ushbu model operatsiya vaqtida navigatsion xarita vazifasini bajaradi.

Operatsiya davomida maxsus sensorlar va markerlar yordamida jarrohlik instrumentlarining fazodagi joylashuvi aniqlanadi. Dastur ushbu ma'lumotlarni oldindan yaratilgan anatomik model bilan taqqoslaydi va natijalarni monitor ekranida aks ettiradi.

Shunday qilib, jarroh operatsion maydonni ko'z bilan ko'rish bilan bir qatorda, virtual anatomik xaritadan ham foydalanish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Operatsion aniqlik tushunchasi

Jarrohlik amaliyotida operatsion aniqlik deganda operatsion manipulyatsiyalarning rejalashtirilgan anatomik nuqtalarda minimal xatolik bilan bajarilishi tushuniladi. Operatsion aniqlik muvaffaqiyatli davolashning muhim mezonlaridan biri hisoblanadi.

Aniqlikning pasayishi quyidagi oqibatlarga olib kelishi mumkin:

patologik o'choqning to'liq olib tashlanmasligi;

qon tomirlar va nervlarning shikastlanishi;

operatsiyadan keyingi asoratlarning ortishi;

takroriy operatsiyalar zarurati;

reabilitatsiya muddatining uzayishi.

Raqamli navigatsiya tizimlari aynan ushbu xavflarni kamaytirishga xizmat qiladi.

Neyroxirurgiyada navigatsion texnologiyalar

Neyroxirurgiya navigatsion texnologiyalar eng keng qo'llaniladigan sohalardan biridir. Bosh miya anatomiyasi murakkab bo'lib, hayotiy muhim markazlar bir-biriga juda yaqin joylashgan.

Neuronavigatsiya tizimlari yordamida:

bosh miya o'smalarini aniq lokalizatsiya qilish;

biopsiya yo'nalishini belgilash;

epilepsiya o'choqlarini aniqlash;



Date: 19th June-2026

chuqur miya stimulyatsiyasi elektrodlarini joylashtirish mumkin.

Tadqiqotlar neuronavigatsiya yordamida o'smalarni to'liq rezeksiya qilish darajasi oshishini va operatsion asoratlar kamayishini ko'rsatmoqda.

Ortopediya va travmatologiyada qo'llanilishi

Ortopedik operatsiyalarda implantlarning to'g'ri joylashtirilishi muhim ahamiyatga ega. Son va tizza bo'g'imi endoprotezlash operatsiyalarida navigatsion tizimlardan foydalanish protez komponentlarini optimal pozitsiyada o'rnatish imkonini beradi.

Travmatologiyada esa murakkab sinishlarni rekonstruksiya qilishda uch o'lchamli navigatsiya texnologiyalari keng qo'llanilmoqda. Bu usullar anatomik moslikni tiklash va funksional natijalarni yaxshilashga yordam beradi.

Otorinologiya va yuz-jag' xirurgiyasida navigatsiya

Burun yon bo'shliqlari, kalla asosining oldingi qismi va yuz skeleti anatomik jihatdan murakkab sohalar hisoblanadi. Navigatsion tizimlar yordamida operatsiyalar xavfsizligi sezilarli darajada oshadi.

Ayniqsa endoskopik sinus xirurgiyasida navigatsion nazorat:

ko'z kosasi shikastlanishining oldini olish;

bosh miya qobig'ining tasodifiy jarohatlanishini kamaytirish;

patologik o'choqlarni to'liq olib tashlash imkonini beradi.

Robotik xirurgiya va navigatsiya

Robotlashtirilgan jarrohlik tizimlari raqamli navigatsiya texnologiyalarining mantiqiy davomi hisoblanadi. Hozirgi vaqtda robotik platformalar murakkab operatsiyalarni yuqori aniqlik bilan bajarishga yordam bermoqda.

Robotik tizimlarning afzalliklari quyidagilardan iborat:

tremorni bartaraf etish;

harakat aniqligini oshirish;

uch o'lchamli tasvir;

minimal invaziv yondashuv imkoniyati.

Robotlashtirilgan tizimlar ayniqsa urologiya, ginekologiya va onkologik xirurgiyada keng qo'llanilmoqda.

Sun'iy intellekt va navigatsion tizimlar

Sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi navigatsion tizimlarning yangi bosqichga chiqishiga sabab bo'ldi. Mashinaviy o'qitish algoritmlari tibbiy tasvirlarni avtomatik tahlil qilish va anatomik strukturalarni aniqlash imkonini bermoqda.

Kelajakda sun'iy intellekt:

operatsion rejalashtirish;

xavflarni prognozlash;

optimal operatsion yo'nalishni tanlash;

real vaqt rejimida qaror qabul qilishda yordam berishi kutilmoqda.

Kengaytirilgan reallik texnologiyalari



Date: 19th June-2026

Augmented Reality (AR) texnologiyasi navigatsion tizimlarning istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiya virtual anatomik tasvirlarni operatsion maydon ustiga joylashtirish imkonini beradi.

Natijada jarroh monitorga qarab ishlash o'rniga anatomik ma'lumotlarni bevosita operatsion maydon ustida ko'rishi mumkin bo'ladi.

Bu yondashuv ayniqsa murakkab anatomik sohalarda operatsion aniqlikni oshirishga xizmat qilmoqda.

Raqamli navigatsiya tizimlarining afzalliklari

Zamonaviy navigatsion texnologiyalar quyidagi afzalliklarga ega:

operatsion aniqlikning oshishi;
asoratlarning kamayishi;
operatsiya vaqtining qisqarishi;
minimal invaziv yondashuv imkoniyati;
reabilitatsiya muddatining qisqarishi;
davolash natijalarining yaxshilanishi.

Shuningdek, ushbu tizimlar yosh mutaxassislarni tayyorlashda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Mavjud muammolar va cheklovlar

Navigatsion texnologiyalarning afzalliklariga qaramay, ayrim muammolar mavjud. Eng avvalo, uskunalarning yuqori narxi ko'plab tibbiyot muassasalari uchun moliyaviy qiyinchilik tug'diradi.

Bundan tashqari, tizimlar bilan ishlash uchun maxsus tayyorgarlik talab qilinadi. Operatsion jamoaning texnologik savodxonligi ham muhim omil hisoblanadi.

Ba'zi hollarda tasvirlarning kechikishi yoki registratsiya xatoliklari aniqlikka salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Xulosa

Raqamli navigatsiya tizimlari zamonaviy xirurgiyaning ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Ushbu texnologiyalar operatsion aniqlikni oshirish, asoratlarni kamaytirish va bemor xavfsizligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Neyroxirurgiya, ortopediya, yuz-jag' xirurgiyasi va boshqa ko'plab yo'nalishlarda navigatsion tizimlarning qo'llanilishi davolash natijalarini sezilarli yaxshilagan.

Sun'iy intellekt, robotlashtirilgan platformalar va kengaytirilgan reallik texnologiyalarining rivojlanishi kelajakda navigatsion tizimlarning imkoniyatlarini yanada kengaytirishi kutilmoqda. Shu sababli raqamli navigatsiya texnologiyalari jarrohlik amaliyotining istiqbolli va strategik yo'nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Peters T.M. Image-guided surgery: From X-rays to virtual reality. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. 2021;24(5):487–499.
2. Elfring R., de la Fuente M., Radermacher K. Assessment of optical localizer accuracy for computer-aided surgery systems. *Computer Aided Surgery*. 2020;25(1):1–12.



Date: 19th June-2026

3. Taylor R.H., Mencias A., Fichtinger G., Dario P. Medical robotics and computer-integrated surgery. *Springer Handbook of Robotics*. 2023;1657–1684.
4. Bydon M., Sciubba D.M., Wolinsky J.P., Gokaslan Z.L. Image-guided spinal navigation: Current concepts and future directions. *Neurosurgery*. 2022;90(3):271–281.
5. Widmann G., Stoffner R., Bale R. Errors and error management in image-guided surgery. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. 2021;16(7):1091–1100.
6. Condino S., Turini G., Parchi P.D., Ferrari V. Augmented reality in orthopedic surgery: Current concepts and future applications. *Journal of Healthcare Engineering*. 2022;2022:1–12.
7. Marcus H.J., Hughes-Hallett A., Cundy T.P., Yang G.Z., Darzi A. Surgical navigation and augmented reality in modern surgery. *British Journal of Surgery*. 2021;108(4):e146–e155.
8. Maier-Hein L., Vedula S.S., Speidel S. Surgical data science for next-generation interventions. *Nature Biomedical Engineering*. 2022;6(9):1004–1016.
9. Navarra G., Musolino C., De Palma G.D. Computer-assisted and image-guided surgery in minimally invasive procedures. *Surgical Endoscopy*. 2023;37(2):865–875.
10. Satava R.M. Emerging technologies in surgery: Artificial intelligence, navigation systems and robotics. *Surgical Clinics of North America*. 2024;104(1):1–15.

