

Zamonaviy intervension radiologiyaning rivojlanish tendensiyalari: minimal invaziv usullar bilan onkologik va yurak-qon tomir kasalliklarini davolash samaradorligi

Yakubov Doniyor Javlanovich

Rahmatov Muhriddin Muxammadali o'g'li

Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Samarqand, O'zbekiston

Annotatsiya

Ushbu maqolada zamonaviy intervension radiologiyaning rivojlanish tendensiyalari, xususan, onkologik va yurak-qon tomir kasalliklarini davolashdagi minimal invaziv usullarning samaradorligi tahlil qilinadi. Maqolada MR-intervensiya, robototexnika, sun'iy intellekt (SI) va yangi ablativ texnologiyalar kabi ilg'or yechimlarning klinik amaliyotga joriy etilishi, ularning an'anaviy jarrohlik usullariga nisbatan afzalliklari hamda O'zbekiston sog'liqni saqlash tizimida ushbu yo'nalishni rivojlantirish istiqbollari yoritilgan.

Kirish

Intervension radiologiya — bu tibbiy tasvirlash usullari (KT, MRI, ultratovush, angiografiya) nazorati ostida minimal invaziv muolajalarni amalga oshiruvchi zamonaviy tibbiyot yo'nalishi. Ushbu fan sohasi 1967-yilda amerikalik radiolog Alexander Margulis tomonidan atalgan bo'lib, bugungi kunda u ichki kasalliklar va jarrohlik bilan bir qatorda klinik tibbiyotning "**uchinchi ustuni**" sifatida e'tirof etilmoqda.

Intervension radiologiyaning asosiy afzalliklari — **minimal invazivlik, yuqori takrorlanuvchanlik, aniq nishonga olish, xavfsizlik profilining qulayligi**, boshqa davo usullari bilan kombinatsiyalash imkoniyati va bemorlarning tez reabilitatsiyasidir. Jahon bozorida intervension radiologiya hajmi 2025-yilda **28,55 milliard dollarga** yetib, 2030-yilga borib **38,03 milliard dollargacha** o'sishi kutilmoqda.

1. Intervension radiologiya: ta'rifi va asosiy yo'nalishlari

Intervension radiologiya — bu **turli xil tasvirlash usullari** (rentgen, KT, MRI, ultratovush, DSA) yordamida organizm ichiga maxsus asbob-uskunalar (kateterlar, stentlar, ignalar, mikroproblar) kiritib, diagnostik va davolash maqsadida amalga oshiriladigan muolajalar majmuidir.

Intervension radiologiyaning asosiy yo'nalishlari:

- **Yurak-qon tomir intervension radiologiyasi** — koronar angiografiya, stentlash, angioplastika, aritmiyalarni radiofrequency ablatsiyasi;

- **Onkologik intervension radiologiya** — o‘smalarni ablatsiya qilish, kimyoterapiya va radioembolizatsiya, biopsiya;
- **Neyrointervension radiologiya** — miya anevrizmalari va insultni davolash;
- **Periferik tomirlar intervension radiologiyasi** — periferik arteriyalar va venalarni davolash.

2. Onkologik kasalliklarda minimal invaziv intervension usullar

2.1. Intervension onkologiya — onkologiyaning to‘rtinchi ustuni

Intervension onkologiya — bu saraton bilan kasallangan bemorlarni **minimal invaziv, tasvir nazorati ostidagi muolajalar** yordamida davolovchi intervension radiologiyaning kichik ixtisosligidir. Ushbu yo‘nalish shu qadar muhim ahamiyat kasb etdiki, ko‘plab mutaxassislar uni an‘anaviy **tibbiy onkologiya, jarrohlik va radiatsion onkologiyadan** keyingi **to‘rtinchi ustun** deb hisoblaydi.

Intervension onkologiya **davolash va palliativ** maqsadlarda o‘sma kasalliklarini minimal invaziv, tasvir nazorati ostida davolashning turli usullarini qo‘llaydi hamda o‘sma bilan bog‘liq va operatsiyadan keyingi asoratlarni boshqarishga sezilarli hissa qo‘shadi.

2.2. Asosiy intervension onkologik usullar

A. Ablativ usullar (to‘qimalarni mahalliy yo‘q qilish)

Radiofrequency ablatsiya (RFA) va **mikroto‘lqinli ablatsiya (MWA)** — bu usullarda yuqori chastotali elektromagnit to‘lqinlar yordamida o‘sma to‘qimasi qizdirilib yo‘q qilinadi. Ular jigar, o‘pka, buyrak va suyak o‘smalarini davolashda keng qo‘llaniladi.

Kriyoablatsiya — o‘smani muzlatib yo‘q qilish usuli bo‘lib, ayniqsa buyrak va prostata saratonida samarali.

Irreversibil elektroporatsiya (IRE) — bu **issiqliksiz** ablatsiya usuli bo‘lib, katta tomirlarga yaqin joylashgan mahalliy rivojlangan o‘smalarda, masalan, oshqozon osti bezi saratonida qo‘llaniladi.

Histotripsi — bu **ultratovush impulslari** yordamida to‘qimalarni mexanik ravishda suyuqlikka aylantiruvchi yangi usul bo‘lib, u **issiqlik effektini kamaytiradi, to‘qimalarni selektiv saqlaydi** va immunomodulyatsiyani induktsiya qiladi.

MRT nazoratidagi ablatsiya — magnit-rezonans tomografiya yordamida ablatsiya maydonining hajmini real vaqtda kuzatish va nazorat qilish imkonini beradi, bu esa to‘qimalarni maksimal darajada saqlash imkoniyatini yaratadi.

B. Transarterial kimyoterapiya va embolizatsiya

Transarterial kimyoterapiya (TACE) — jigar saratonini davolashda **standart usul** bo‘lib, o‘smi qon bilan ta‘minlovchi arteriyaga kateter orqali kimyoterapiya preparati va embolik materiallar yuboriladi. Bu usul o‘sma hajmini sezilarli darajada kamaytiradi va bemorlarning umrini uzaytiradi.

Radioembolizatsiya — o‘smi qon bilan ta‘minlovchi tomirlarga **radioaktiv izotoplar (Yttrium-90)** bilan qoplangan mikrosferalarni yuborish usuli bo‘lib, u Xitoyda ilk bor qo‘llanilgan.

C. Stentlash va nurlantiruvchi stentlar

Nurlantiruvchi stentlar — bu o‘z-o‘zidan kengayuvchi stentlarga **yod-125** izotoplari o‘rnatilgan innovatsion qurilma bo‘lib, u **qizilo‘ngach saratoni, o‘t yo‘llarining malign obstruksiyasi** va boshqa ichi bo‘sh organlarning o‘sma tufayli tiqilib qolishini davolashda inqilob qildi.

2.3. Samaradorlik ko‘rsatkichlari

Intervension onkologik usullarning samaradorligi ko‘plab klinik tadqiqotlarda isbotlangan:

- Jigar saratonida TACE usuli o‘sma hajmini **30-50% gacha** kamaytiradi;
- Ablatsiya usullari **mahalliy o‘sma nazoratini 80-95% gacha** ta‘minlaydi;
- Robot yordamidagi muolajalarda probning o‘rtacha og‘ishi **30% ga kamayadi**, tuzatishlar soni **40% ga** qisqaradi, nurlanish dozasi **35% ga** va operatsiya vaqti **30% gacha** qisqaradi.

3. Yurak-qon tomir kasalliklarida minimal invaziv intervension usullar

3.1. Koronar arteriya kasalliklarini davolash

Perkutan koronar intervensiya (PCI) — bu yurak-qon tomir kasalliklarini davolashning **asosiy usuli** bo‘lib, **ballon angioplastika** va **stent o‘rnatish** orqali toraygan koronar arteriyalarni kengaytiradi. Bu usul **o‘tkir miokard infarkti** (yurak xuruji) ni davolashda **standart** hisoblanadi.

Ultra-past kontrastli PCI — surunkali buyrak yetishmovchiligi bo‘lgan bemorlarda **kontrast moddasiz** yoki minimal kontrast bilan bajariladigan usul bo‘lib, buyraklarni kontrast nefropatiyasidan himoya qiladi.

3.2. Periferik arterial kasalliklar

Periferik endovaskulyar intervensiya (PEVI) — oyoq-qo‘l arteriyalarining aterosklerotik obstruksiyasini davolashda qo‘llaniladi. Minimal dozali radiatsiya (MDR) rejimida bajarilgan PEVI **xavfsiz va samarali** bo‘lib, **o‘tkir yoki kritik oyoq-qo‘l ishemiyasida** samarali alternativ hisoblanadi.

3.3. Aritmiyalarni davolash

Radiofrequency ablatsiya — yurak ritmi buzilishlarida (masalan, atriyal fibrillyatsiya) yurakdagi **anormal elektr yo‘llarini** aniqlab, ularni radiofrequency energiya bilan yo‘q qilish usuli.

3.4. Kateterli tomirlarni okklyuziya qilish

Transkateter tomir okklyuziyasi (TCVO) — qon ketishni to‘xtatish uchun qon tomirlarini kateter orqali berkituvchi minimal invaziv usul bo‘lib, **hayot uchun xavfli qon ketishlarni** samarali davolaydi.

4. Zamonaviy intervension radiologiyaning asosiy rivojlanish tendensiyalari

4.1. MR-intervensiya

Magnit-rezonans tomografiya yordamidagi intervensiya **40 yillik taraqqiyot** davomida laboratoriya tajribalaridan **aniq tibbiyotning asosiy texnologiyasiga** aylandi. MR-intervensiyaning afzalliklari:

- **Nurlanishsiz** — bemor va xodimlar radiatsiyadan himoyalangan;
- **Yuqori yumshoq to‘qima rezolyutsiyasi** — aniq anatomik tuzilmalarni ko‘rish imkoniyati;
- **Funksional tasvirlash** — to‘qimalarning harorati, diffuziyasi va qon oqimi haqida real vaqtda ma’lumot olish;
- **Ixtiyoriy yo‘nalish va tekislikda** rejalashtirish imkoniyati.

4.2. Sun‘iy intellekt va avtomatlashtirish

Intervension tibbiy tasvirlash va **sun‘iy intellekt (SI)** texnologiyalarining chuqur integratsiyasi diagnostika va davolash jarayonlarini **to‘liq avtomatlashtirish** ga olib kelmoqda.

Asosiy tadqiqot yoʻnalishlari:

- **Anatolik belgilarni intellektual aniqlash;**
- **Oʻsmalarni avtomatik segmentatsiya qilish;**
- **Koʻp modalikli diagnostika va davolash qarorlari tizimlari;**
- **Intervension operatsiyalarni navigatsiya qilish.**

Kelajakda **koʻp modalikli diagnostika-platformalarini** qurish, **real vaqtli qaror qabul qilish dvigatellarini** optimallashtirish va **tushuntiriladigan qaror tizimlarini** yaratish kutilmoqda.

4.3. Robototexnika

Intervension radiologiyada robot tizimlarining paydo boʻlishi **sezilarli evolyutsiyani** anglatadi, ular **aniqlik, xavfsizlik va samaradorlikni** oshiradi. Robot tizimlari **mikrotoʻlqinli ablatsiya, radiofrequency ablatsiya va irreversibil elektroporatsiya** kabi murakkab muolajalarda qoʻllaniladi.

Robot yordamidagi muolajalar:

- **Probning oʻrtacha ogʻishi 30% ga kamayadi;**
- **Tuzatishlar soni 40% ga kamayadi;**
- **Nurlanish dozasi 35% ga kamayadi;**
- **Operatsiya vaqti 30% gacha qisqaradi.**

4.4. Yangi ablativ texnologiyalar

Histotripsi — eng yangi istiqbolli yoʻnalishlardan biri boʻlib, u **yuqori amplitudali, fokuslangan ultratovush impulslari** yordamida toʻqimalarni subcellular darajada suyuqlantiradi. Bu usul **issiqlik effektini kamaytiradi, toʻqimalarni selektiv saqlaydi** va **immunomodulyatsiyani** induksiya qiladi.

5. Intervension radiologiyaning afzalliklari va an'anaviy jarrohlik bilan taqqoslash

Ko'rsatkich	An'anaviy jarrohlik	Intervension radiologiya
Jarohatlilik	Katta kesmalar	Mikroskopik teshikchalar (2-5 mm)
Og'riq	Yuqori	Minimal
Qon ketish	Ko'p	Kam
Kasalxonada yotish	5-14 kun	1-3 kun
Reabilitatsiya	Uzoq (haftalar)	Tez (kunlar)
Infektsiya xavfi	Yuqori	Past
Aniqlik	Vizual nazorat	Tasvir nazorati, yuqori aniqlik
Nishonga olish	Keng maydon	O'smaga aniq

6. O'zbekistonda intervension radiologiyani rivojlantirish istiqbollari

O'zbekiston sog'liqni saqlash tizimida intervension radiologiyani rivojlantirish bo'yicha bir qator muhim qadamlar qo'yilmoqda:

- Saraton kasalliklarini davolashni modernizatsiya qilish** — O'zbekiston hukumati, Islom taraqqiyot banki va UNOPS hamkorligida butun mamlakat bo'ylab onkologiya va radiologiya xizmatlarini zamonaviy uskunalar bilan jihozlash loyihasi amalga oshirilmoqda;
- Xalqaro tajriba almashish** — O'zbekiston Sog'liqni saqlash vazirligi delegatsiyasi Rossiyaning Sankt-Peterburg shahridagi N.N. Petrov nomidagi Onkologiya ilmiy-tadqiqot markazida intervension radiologiya va yadro tibbiyoti sohasidagi ilg'or tajribalarni o'rgandi;
- Kadrlar tayyorlash** — O'zbekiston tibbiyot universitetlarida intervension radiologiya bo'yicha mutaxassislar tayyorlash yo'lga qo'yilmoqda;
- Sun'iy intellektni joriy etish** — radiologiya O'zbekistonda SI qo'llanilishi eng tez o'sib borayotgan sohalardan biridir.

O‘zbekiston radiologiya jamiyati ma’lumotlariga ko‘ra, hukumat tashabbuslari, ilmiy hamkorlik va xususiy innovatsiyalar orqali mamlakatda **erta va aniqroq diagnostika, klinik samaradorlikni oshirish va xalqaro hamkorlikni kengaytirish** uchun mustahkam poydevor yaratilmoqda.

7. Muammolar va cheklovlar

Intervension radiologiyaning jadal rivojlanishiga qaramay, bir qator muammolar mavjud:

1. **Uskunalar yetishmasligi** — O‘zbekiston va boshqa o‘rta daromadli mamlakatlarda kasalxonalarining atigi **15 foizi** MRI uskunalariga ega;
2. **Kadrlar yetishmasligi** — intervension radiologlar soni cheklangan;
3. **Robot tizimlarining yuqori narxi** — robot yordamidagi muolajalar uchun maxsus jihozlar va dasturiy ta’minot talab etiladi;
4. **Randomizatsiyalangan nazoratli tadqiqotlarning yetishmasligi** — robot tizimlarining samaradorligi va xavfsizligini tasdiqlash uchun ko‘proq ishonchli dalillar kerak;
5. **Standartlashtirish muammolari** — turli markazlarda turli protokollar qo‘llanilishi natijalarni taqqoslashni qiyinlashtiradi.

Xulosa

Zamonaviy intervension radiologiya **minimal invaziv, aniq va samarali** davolash usullari bilan onkologik va yurak-qon tomir kasalliklarini davolashda inqilobiy o‘zgarishlar yaratmoqda. Intervension onkologiya **to‘rtinchi ustun** sifatida an’anaviy onkologiya, jarrohlik va radiatsion onkologiya bilan tenglashdi.

MR-intervensiya, robototexnika, sun’iy intellekt va yangi ablativ texnologiyalar (histotripsi, IRE) kabi ilg‘or yechimlar diagnostika va davolash imkoniyatlarini keskin kengaytirmoqda. Robot yordamidagi muolajalar probni joylashtirish aniqligini **30% ga** oshiradi, nurlanish dozasini **35% ga** kamaytiradi va operatsiya vaqtini **30% gacha** qisqartiradi.

O‘zbekiston ushbu global tendensiyadan kelib chiqib, **onkologiya va radiologiya xizmatlarini modernizatsiya qilish, xalqaro tajriba almashish va kadrlar tayyorlash** bo‘yicha faol ishlar olib bormoqda. Mamlakatda radiologiya SI qo‘llanilishi eng tez o‘sib borayotgan sohalardan biriga aylangan.

Intervension radiologiyaning asosiy afzalliklari — **jarohatlilikning pastligi, tez reabilitatsiya, qisqa kasalxonada yotish, yuqori aniqlik va xavfsizlik** — uni zamonaviy tibbiyotning ajralmas qismiga aylantirmoqda. Ushbu texnologiyalarni

yanada kengaytirish va O‘zbekiston sog‘liqni saqlash tizimiga to‘liq integratsiya qilish orqali mamlakatda **saraton va yurak-qon tomir kasalliklarini davolash sifatini** sezilarli darajada oshirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Current status and future prospects of interventional radiology in China – Oncology and Translational Medicine, 2025
2. Position Paper of the German Society for Interventional Radiology (DeGIR) on Structural and Professional Requirements in Interventional Oncology – Rofo, 2025
3. Contribution and advances of robotics in percutaneous oncological interventional radiology – Bulletin du Cancer, 2024
4. Interventional Oncology: 2043 and Beyond – Radiology, 2023
5. Interventional Radiology Market Share Analysis, Industry Trends & Statistics, Growth Forecasts (2025-2030) – 2025
6. Building the Future of Radiology Through Artificial Intelligence: Uzbekistan National Efforts and Innovations – Korean Journal of Radiology, 2026
7. Government of Uzbekistan, IsDB and UNOPS advance cancer care with modern facilities and equipment – UNOPS, 2024