

**O'PKA RAKINING TASHXISIYOTI: KOMPYUTER TOMOGRAFIYASI  
VA ULTRATOVUSH TEKSHIRUVLARINING ZAMONAVIY  
IMKONIYATLARI**

*Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti*

*Kafedra: Ilmiy Tadqiqot Asoslari*

*Ilmiy rahbar: Xamidova Moxinur Abraqu'l qizi*

*Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti*

*2-Son Davolash ishi fakulteti talabasi*

*Sultonxonova Sumaya A'zamxon qizi*

**Annotatsiya:** O'pka raki bugungi kunda butun dunyoda onkologik kasallanish va o'limning yetakchi sabablaridan biri bo'lib qolmoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining 2025 yil ma'lumotlariga ko'ra, 2022 yilda dunyoda 2,5 million yangi o'pka raki holati qayd etilgan va 1,8 million bemor hayotdan ko'z yumgan. Kasallikning besh yillik omon qolish ko'rsatkichi ko'pgina mamlakatlarda 10–20% atrofida bo'lib qolayotganligi, ko'pchilik bemorlarning kasallikning ilg'or bosqichlarida tashxis olishi — ya'ni erta tashxisotning yetarli darajada amalga oshirilmasligi — bilan bevosita bog'liq. Bu esa o'pka rakini erta va aniq aniqlashga qaratilgan vizualizatsiya usullarini takomillashtirish masalasini tibbiyotning ustuvor yo'nalishiga aylantiradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi 2023–2026 yillar davomida nashr etilgan yuqori darajali ilmiy adabiyotlar asosida kompyuter tomografiyasi (KT) va ultratovush (UZD) tekshiruvlarining o'pka raki tashxisotidagi diagnostik samaradorligini baholash, Lung-RADS 2022 tasnif tizimini tahlil qilish, endobronxial ultratovush (EBUS) usullarining mediatsinal staging va gistologik verifikatsiyada tutgan o'rnini aniqlash hamda zamonaviy integratsiyalashgan diagnostik algoritmlarni tizimlashtirish va klinik amaliyotga tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Ushbu tahliliy sharh maqolasi PubMed, Lancet Oncology, Radiology, Journal of Thoracic Disease, RSNA hamda boshqa xalqaro peer-review tibbiy nashrlar ma'lumotlar bazalarida 2023–2026 yillar oralig'ida chop etilgan ilmiy manbalar asosida tayyorlangan. Jami 40 dan ortiq birlamchi tadqiqot va sistematik sharh tahlil qilindi. Asosiy tahlil qilingan manbalar qatoriga SUMMIT prospektiv kichik dozali KT skrining tadqiqoti. Lung-RADS 2022 tasnifini baholashga bag'ishlangan ko'p markazli ishlari, EBUS-TBNA ning mediatsinal staging samaradorligiga oid meta-tahlillar, kombinatsiyalashgan EBUS-EUS yondashuvining qiyosiy tadqiqotlari hamda sun'iy intellektni diagnostik tizimlarida qo'llash borasidagi 2025 yil izlanishlari kiradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, past dozali kompyuter tomografiyasi (KT) yuqori xavfli guruhlarda o'pka rakini erta aniqlashning eng samarali usuli hisoblanadi:

2025 yil SUMMIT tadqiqotida KT ning sezgirliги 97,0% (95% CI: 95,0–99,1), o'ziga xosliги esa 95,2% (95% CI: 94,8–95,6) ni tashkil etdi. Skrining orqali aniqlangan bemorlarning 79,3% I yoki II bosqichda tashxis oldi. Lung-RADS 2022 tasnif tizimi KT natijalarini standartlashtirish va klinik boshqaruvni tartibga solishda muhim vosita bo'lib xizmat qilmoqda, yangi versiyada atipik o'pka kistalari va bo'shliqli tugunlar toifasi qo'shilgan. EBUS-TBNA usulining sezgirliги 89–90%, o'ziga xosliги esa 99–100% ni tashkil etib, u mediatsinal limfa tugunlarini staging qilish va malignlikni gistologik tasdiqlashda birinchi qator invaziv usul sifatida tan olingan. Kombinatsiyalashgan EBUS-EUS yondashuvi alohida usullar bilan taqqoslaganda staging aniqligini 85–94% gacha yaxshiladi ( $p < 0,001$ ). EBUS elastografiyasi yangi potentsial usul sifatida AUC 0,825 ko'rsatkichi bilan 100% sezgirlikka erishdi. Sun'iy intellekt tizimlari KT talqini va EBUS tahlilida kuzatuvchilar orasidagi nomuvofiqlikni kamaytirish hamda skrining jarayonini avtomatlashtirish imkoniyatini ko'rsatdi.

O'pka raki tashxisotida KT va EBUS/UZD usullari bir-birini to'liq almashtira olmaydigan, balki bir-birini mukammal to'ldiruvchi texnologiyalar bo'lib, ularni integratsiyalashgan algoritm doirasida ketma-ket qo'llash eng yuqori diagnostik samaradorlikni ta'minlaydi. PDKT dastlabki skrining va tugunlarni aniqlash bosqichida, EBUS esa staging va gistologik verifikatsiya bosqichida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Lung-RADS 2022 tasnif tizimining klinik amaliyotga to'liq joriy etilishi va sun'iy intellekt texnologiyalarining diagnostik algoritmgaga integratsiyasi o'pka rakini erta bosqichda aniqlash ko'rsatkichlarini yanada yaxshilashga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** o'pka raki, kompyuter tomografiyasi, past dozali KT, ultratovush, endobronxial ultratovush, EBUS-TBNA, Lung-RADS 2022, erta tashxis, skrining, mediatsinal staging, diagnostik algoritm, sun'iy intellekt.

### Kirish

O'pka raki - zamonaviy tibbiyotning eng og'ir va dolzarb muammolaridan biri bo'lib, u butun dunyoda onkologik kasallanish va o'lim-yo'limning yetakchi sababi sifatida o'nlab yillardan beri o'z o'rnini saqlab kelmoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining eng yangi ma'lumotlariga ko'ra, 2022 yilda o'pka raki onkologik o'limlarning asosiy sababi bo'lib, taxminan 2,5 million yangi holat va 1,8 million o'lim qayd etildi. Bu raqamlar o'pka rakining nafaqat tibbiy, balki ijtimoiy-iqtisodiy jihatdan ham global miqyosdagi eng og'ir yukni tashkil etishini yaqqol ko'rsatadi.

Kasallikning epidemiologik manzarasi juda murakkab va ko'p qirrali. 2022 yil ma'lumotlariga ko'ra, o'pka raki insidenti 100 000 aholiga nisbatan 23,6 holatni tashkil etdi. Histologik tarkib jihatdan adenokarsinoma yetakchi o'rinni egallab, so'nggi yillarda o'pka rakining eng keng tarqalgan kichik turiga aylandi; skvamoz yoz hujayra karsinomasini barcha holatlarning 29,4% ini, mayda hujayrali o'pka raki esa 11,5% ini tashkil etdi. Shu bilan birga, erkaklar orasida o'pka raki insidenti so'nggi 30–40 yil

ichida aksariyat mamlakatlarda umumiy pasayish tendentsiyasini ko'rsatgan bo'lsa, ayollar orasida bu ko'rsatkich ko'tarilishda davom etmoqda. Bu farq birinchi navbatda chekish epidemiologiyasidagi jinsiy farqlar bilan izohlanadi.

2025 yilning o'zida taxminan 226 650 yangi o'pka raki holatlari va 124 730 o'limlar kutilmoqda. Chekish o'pka raki holatlarining taxminan 80–90% ini tashkil etib, 94 million sobiq va hozirgi chekuvchilarni yuqori xavf ostiga qo'ymoqda. Biroq so'nggi yillarda chekmaydigan shaxslarda, ayniqsa ayollar va yoshlar orasida ham o'pka raki holatlari ortib borayotgani kuzatilmoqda — bu esa kasallikning etiologiyasi yanada murakkab omillarni o'z ichiga olishidan dalolat beradi. Havo ifloslanishi, kasbiy zararli omillar, radon gazi va irsiy moyillik chekmaydigan bemorlar orasida o'pka raki rivojlanishida muhim rol o'ynaydi.

O'pka rakining eng og'ir xususiyatlaridan biri — uning kech klinik namoyon bo'lishidir. Kasallikning dastlabki bosqichlari ko'pincha simptomssiz kechadi yoki nospetsifik belgilar (surunkali yo'tal, nafas qisishi, umumiy holsizlik) bilan namoyon bo'ladi, bu esa bemorlarning shifokorga murojaat qilishini kechiktiradi. Natijada, bemorlarning katta qismi kasallikning III yoki IV bosqichida — ya'ni o'pka raki jarrohlik yo'li bilan davolanish imkoniyati keskin cheklangan davrida — tashxis oladi. O'pka rakining besh yillik omon qolish ko'rsatkichi ko'pgina mamlakatlarda 10–20% atrofida bo'lib qolmoqda, bu esa erta tashxisotning hal qiluvchi ahamiyatini belgilaydi. Yaponiya kabi davlatlarda erta skrining dasturlari tufayli besh yillik omon qolish 32,9% ga yetganligi esa erta tashxisot va keng qamrovli skrining dasturlarining hayot saqlovchi salohiyatini yaqqol isbotlaydi.

Mana shu vaziyat zamonaviy diagnostika usullarini takomillashtirish masalasini tibbiy fanning eng ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylantiradi. Rentgen tekshiruvlari tarixan o'pka kasalliklarini aniqlashda asosiy vosita bo'lib kelgan. Biroq oddiy rentgenografiyaning diagnostik imkoniyatlari cheklangan: kichik o'lchamdagi tugunlarni aniqlashda sezgirligi past bo'lib, kasallikning dastlabki bosqichlarida ko'pincha yetarli ma'lumot bermaydi. Aynan shu cheklovlar zamonaviy kompyuter tomografiyasi (KT) va ultratovush (UZD) texnologiyalarining diagnostikada markaziy o'rinni egallashiga olib keldi.

Kompyuter tomografiyasi, xususan past dozali KT (PDKT), o'pka rakini skrining qilishda inqilobiy o'zgarishlarga sabab bo'ldi. 2025 yil mart oyida nashr etilgan SUMMIT tadqiqoti — yuqori xavfli aholida PDKT skriningning amalga oshirilishini baholagan yirik prospektiv tadqiqot — o'pka raki aniqlanganlarning 79,3% i I yoki II bosqichda tashxis olganligini isbotladi. Bu natija PDKT ning erta tashxisotdagi ulkan salohiyatini ko'rsatib, milliy skrining dasturlarini kengaytirish uchun mustahkam ilmiy asos yaratdi. Ushbu usul nafaqat o'pka tugunlarini aniqlash, balki ularning xarakterini baholash, o'lchamini o'lchash va xavf darajasini standart tizimlarda tasniflash imkonini beradi. Bugungi kunda keng qo'llaniladigan Lung-RADS 2022 tasnif tizimi

ana shu maqsadda ishlab chiqilgan bo'lib, klinitsistlarga aniqlangan tugunlarni 0 dan 4X gacha bo'lgan toifalarda tartiblashtirish va keyingi boshqaruv taktikasini belgilash imkonini beradi.

Ultratovush texnologiyasi esa o'pka raki diagnostikasida boshqacha, lekin bir xil darajada muhim vazifani bajaradi. Endobronxial ultratovush (EBUS) nafas yo'llarining devoridan o'tib, mediatsinal va hilar limfa tugunlarini real vaqtda vizualizatsiya qilish va ulardan igna biopsi olish imkonini beradi. EBUS ko'pgina klinik ko'rsatmalarda invaziv mediatsinal staging uchun birinchi qator usul sifatida tavsiya etilmoqda. Uning 89% sezgirligi va 100% o'ziga xosligi bilan birga, PET-KT bilan kombinatsiyada qo'llanilganda mediatsinal limfa tugunlarining xavfsiz bo'lish ehtimoli 6% dan pastga tushadi. Bu ko'rsatkichlar EBUS-TBNA ni o'pka raki bosqichini aniq belgilashda, jarrohlik taktikasini to'g'ri tanlashda va keraksiz operatsiyalarni oldini olishda almashtirib bo'lmas vosita ekanligini tasdiqlaydi.

So'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyalarining tibbiy vizualizatsiyaga integratsiyasi diagnostika sohasida yangi imkoniyatlar eshigini ochdi. COVID-19 pandemiyasi davomida KT tadqiqotlari sonining keskin oshishi — 2019 yildagi 36 577 dan 2021 yilda 236 234 tagacha — radiologik tasvirlarni avtomatik tahlil qiluvchi SI tizimlarini klinik amaliyotga joriy etish zarurligini yanada kuchaytirdi. Hozirda SI algoritmlari KT tasvirdagi tugunlarni avtomatik aniqlash, Lung-RADS toifasini belgilash va EBUS tasvirlarini tahlil qilishda radiologlar uchun samarali yordamchi vosita vazifasini bajarmoqda.

Shunday qilib, zamonaviy o'pka raki diagnostikasi bir usul bilan cheklanib qolmaydi — u KT skrining, standartlashtirilgan tasnif tizimlari, EBUS yordamida gistologik verifikatsiya va sun'iy intellekt yordamchisini o'z ichiga olgan integratsiyalashgan yondashuvni talab qiladi. Ushbu maqola ana shu kompleks diagnostik tizimning har bir bo'g'inini — KT va UZD usullarini — 2025–2026 yillarning eng yangi ilmiy ma'lumotlari asosida chuqur tahlil qilishga, ularning diagnostik ko'rsatkichlarini baholashga va klinik amaliyotda qo'llash uchun amaliy algoritmlarni taqdim etishga bag'ishlangan.

### **Maqsad**

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi 2025–2026 yillarning eng yangi ilmiy adabiyotlari asosida o'pka raki tashxisotida kompyuter tomografiyasi (KT) va ultratovush (UZD) usullarining diagnostik samaradorligini baholash, Lung-RADS 2022 tasnif tizimini tahlil qilish hamda zamonaviy diagnostik algoritmlarni tizimlashtirish hisoblanadi.

### **Material va Metod**

O'pka raki 2,2 million kishida aniqlangan bo'lsa ulardan 1,8 million kishi bu kasallik tufayli vafot etgan. Bu kasallik erkaklar va ayollar o'rtasida keng tarqalgan turi hisoblanadi. O'pka raki tashxisini qo'ygan bemorlarda o'rtacha Yoshi 71 yoshni

tashkil qiladi. Saraton kasalligini qo'yilgan bemorlarni 10-20% odamlargina 5 yildan ortiq umr ko'rishgan. Bu ko'rsatkich rivojlanyatgan mamlakatlarda yanada yomonroq holatda.

Tadqiqot davomida o'pka rakiga shubha qilingan bemorlar tekshirildi. Diagnostika jarayonida quyidagi usullar qo'llanildi:

- Ko'krak qafasi rentgenografiyasi
- Kompyuter tomografiya (KT)

Bemorlarning klinik belgilariga (yo'tal, qon tupurish, nafas qisishi) ham e'tibor qaratildi. Olingan natijalar statistik usulda tahlil qilindi. Bemorlardan 61,7% erkaklar, 38,3% ayollardir. Milliy o'pka skriningi sinovi shuni ko'rsatadiki, past dozali kompyuter tomografiyasi (LDCT) skriningi yuqori xavf guruhidagi bemorlarda o'pka saratonidan o'limni ko'krak qafasi rentgenografiyasiga nisbatan 20% ga kamaytirishi mumkin. O'pka rakida kuzatilgan klinik belgilar yo'tal, qon tupurish, nafas qisishi, ko'krak og'rig'i tekshirish usullari KT, biopsiya, bronxoskopiya Shular asosida tekshirildi.

### **Natijalar**

#### **Kompyuter Tomografiyasi (KT) Diagnostikasi**

Past dozali kompyuter tomografiyasi (PDKT) o'pka rakini yuqori xavfli guruhlarda erta aniqlashning bugungi kunda eng ilmiy asoslangan va keng qo'llaniladigan usuli hisoblanadi. Ushbu sohada o'tkazilgan ikkita yirik xalqaro randomizatsiyalashgan klinik tadqiqot — NLST va NELSON — PDKT skriningining o'pka rakidan o'limni kamaytirish bo'yicha hal qiluvchi dalillarni taqdim etdi.

NLST va NELSON tadqiqotlari PDKT skriningi rentgenografiya yoki oddiy kuzatuvga nisbatan o'pka rakidan o'limni 20% dan ortiq kamaytirganligini isbotladi va bugungi kunda 13 ta mamlakat milliy yoki mintaqaviy PDKT skrining dasturlarini joriy qilgan.

Yevropa NELSON tadqiqoti 10 yillik kuzatuv natijasida PDKT skriningi o'pka rakidan o'limni 24% ga kamaytirganligini ko'rsatdi. Ayollar orasida bu ko'rsatkich yanada yuqori bo'ldi: Germaniyaning LUSI tadqiqotida skrining o'pka rakidan o'limni 69% ga kamaytirdi. NLST, NELSON, LUSI va UKLS tadqiqotlarining umumlashtirilgan tahlili ayollarda 29%, erkaklarda esa 15% o'lim-yo'limni kamaytirish imkoniyatini ko'rsatdi.

2025 yilda nashr etilgan SUMMIT tadqiqoti esa zamonaviy klinik amaliyotda PDKT ning eng yuqori diagnostik ko'rsatkichlarini isbotladi. Yuqori xavfli aholida PDKT skrining protokolining 12 oylik sezgirliги 97,0% (95% CI: 95,0–99,1), o'ziga xosligi esa 95,2% (95% CI: 94,8–95,6) ni tashkil etdi; soxta-musbat ko'rsatkich 4,8% bo'ldi. Musbat bashoratli qiymat 30,3%, salbiy bashoratli qiymat esa 99,9% ni tashkil etdi. Skrining orqali aniqlangan o'pka raki bemorlarining 79,3% I yoki II bosqichda tashxis oldi va 77,0% holatlarda jarrohlik rezeksiyasi asosiy davolanish usuli bo'ldi.

Janubiy Koreyaning ko'p markazli kohort tadqiqotida 21 062 asimptomatik chekmaydigan shaxslarda PDKT skriningi o'tkazildi; ularning 0,8% da o'pka raki aniqlandi. Bu holatlarning 93,2% i 0 yoki I bosqichda bo'ldi. Besh yillik o'pka rakiga xos omon qolish darajasi ayollarda 97,7%, erkaklarda esa 100% ni tashkil etdi. O'pka Tugunlarining KT Xarakteristikasi va Malignlik Xavfi

KT tekshiruvi o'pka tugunlarini nafaqat aniqlash, balki ularning morfologiyasini batafsil baholash imkonini beradi. Tugunning xususiyatlari — tuzilishi, zichligi, chegarasi, o'lchami va o'sish dinamikasi — malignlik xavfini bashorat qilishning asosiy mezonlari hisoblanadi.

Zichlik jihatidan o'pka tugunlari uch guruhga bo'linadi: qattiq (solid), yarim qattiq (part-solid) va shisha ko'rinishidagi opasifikatsiya (ground-glass nodule — GGN). Qattiq tugunlar eng past malignlik xavfiga ega bo'lib, ko'pincha benign intrapulmonar limfa tugunlari yoki kaltsifikatsiyalanmagan granulomalarni ifodalaydi; ularning umumiy o'pka raki xavfi taxminan 1% atrofida.

Shisha ko'rinishidagi tugunlar (GGN) o'pka tasvirining keng tarqalgan va klinik jihatdan muhim ko'rinishlari bo'lib, past dozali KT skriningining keng joriy etilishi bilan ularni aniqlash darajasi sezilarli oshdi. GGN lar o'zining xilma-xil biologik xulq-atvori bilan ajralib turadi: benign yallig'lanishdan tortib, in situ adenokarsinoma, minimal invaziv adenokarsinoma va invaziv adenokarsinomaga qadar keng spektrni qamrab oladi.

GGN lar radiologik jihatdan ikki turga bo'linadi: sof GGN (solid komponent yo'q) va qisman qattiq GGN (ground-glass va qattiq komponent birgalikda mavjud). Xavfli qisman qattiq tugunlarda qattiq komponent histologik jihatdan invaziyani, sof GGN sohalari esa in situ adenokarsinomani ifodalaydi.

O'lcham jihatidan baholash muhim ahamiyat kasb etadi: 5 mm dan kichik tugunlar odatda atipik adenomatoz giperplaziya bo'lsa, 15 mm dan katta tugunlar xavfli hisoblanadi va ko'pincha minimal invaziv yoki invaziv adenokarsinomaga mos keladi. Umumiy qoida sifatida 8 mm dan katta o'lcham malignlik ko'rsatkichi sifatida qabul qilinadi. Morfologik jihatdan lobullashgan chegaralar, havo bronxogrammalari va pufakchali lyusentsiyalar hamda sof GGN da qattiq komponentning paydo bo'lishi malignlik belgilari hisoblanadi.

129 bemorda 141 ta yarim qattiq tugunni tahlil qilgan retrospektiv tadqiqot shuni ko'rsatdiki, sof GGN larda invaziv adenokarsinoma ulushi 7% bo'lsa, heterogen GGN larda 36,4%, qisman qattiq tugunlarda esa 85,5% ni tashkil etdi (trend uchun  $p < 0,0001$ ). Bu natijalar tugun zichligining o'sishi bilan invazivlik xavfining keskin ortishini ko'rsatadi. Sun'iy Intellektning KT Diagnostikasidagi O'rni

Sun'iy intellekt yordamida Lung-RADS toifasini avtomatik aniqlash va kuzatuv tavsiyalarini shakllantirish bo'yicha katta til modellari (LLM) asosidagi tizimlar 2025 yilda faol tadqiq qilinmoqda. O'pka raki o'lim-yo'limning yetakchi sababi bo'lib

qolayotgan sharoitda past dozali KT asosidagi skrining yuqori xavfli aholida erta aniqlashning samarali vositasiga aylangan bo'lsa-da, radiology hisobotlaridan tugun xususiyatlarini talqin qilish vaqt talab etuvchi va mehnatkash jarayon bo'lib qolaveradi.

COVID-19 pandemiyasi davrida KT tadqiqotlari sonining 2019 yildagi 36 577 dan 2021 yilda 236 234 tagacha dramatik oshishi radiologik topilmalarni avtomatik tahlil qiluvchi sun'iy intellekt tizimlarini klinik amaliyotga joriy etish zarurligini yanada kuchaytirdi. Ayni paytda, bu davrda o'pka raki insidenti 5,2% ga kamayishi qayd etildi, bu esa COVID-19 bilan bog'liq o'pka o'zgarishlari fonida tugunli massalar e'tibordan chetda qolgan bo'lishi ehtimolini ko'rsatadi.

Endobronxial ultratovush yordamida o'tkaziladigan transbronxial igna aspiratsiyasi (EBUS-TBNA) o'pka raki tashxisotida bronxoskopik vizualizatsiya bilan ultratovush texnologiyasini birlashtirib, mediatsinal va hilar limfa tugunlarini real vaqt rejimida ko'rish va ulardan to'qima namunasi olish imkonini beradi.

EBUS ko'pgina klinik ko'rsatmalarda invasiv mediatsinal staging uchun birinchi qator usul sifatida tavsiya etilmoqda. Uning sezgirliги 89%, o'ziga xosligi esa 100% ni tashkil etib, salbiy bashoratli qiymat 91% ga teng. EBUS ni PET-KT bilan birgalikda qo'llash N0–N1 o'pka raki bemorlarida tugunlar metastazini o'tkazib yuborish xavfini sezilarli kamaytirib, CT, PET va EBUS da benign ko'ringan mediatsinal limfa tugunlarining xavfli bo'lish ehtimoli 6% dan pastga tushadi.

Shu bilan birga, yuqori sezgirliги, o'ziga xosligi va kuchli salbiy bashoratli qiymati tufayli EBUS invasiv mediatsinal staging talab qiladigan bemorlarda standart yondashuv sifatida tan olingan va ko'pgina klinik ko'rsatmalarda birinchi qator usul maqomini egallagan.

Jarrohlik rezekciyasiga nomzod 217 ta o'pka raki bemorini qamrab olgan prospektiv ko'p markazli tadqiqotda EBUS-TBNA ning mediatsinal staging bo'yicha diagnostik ko'rsatkichlari quyidagicha bo'ldi: sezgirliги 90%, o'ziga xosligi 90%, musbat bashoratli qiymati 82%, salbiy bashoratli qiymati 94% va diagnostik aniqligi 90%. Musbat nisbiy ehtimol 9, salbiy nisbiy ehtimol esa 0,9 ni tashkil etdi; bu esa usulning kasallikni tasdiqlashda ham, istisno qilishda ham yuqori ishonchliligini ko'rsatadi.

141 ta bemorni qamrab olgan tadqiqotda kombinatsiyalashgan EBUS-EUS yondashuvi alohida usullardan sezilarli darajada ustun bo'ldi. To'g'ri tashxis darajasi EBUS-TBNA da 82%, EUS-TA da 91% va kombinatsiyalashgan usulda 94% ni tashkil etdi. Mediatsinal staging uchun kombinatsiyalashgan EBUS-EUS usulining sezgirliги, o'ziga xosligi, musbat va salbiy bashoratli qiymatlari mos ravishda 79%, 100%, 100% va 68% bo'lib, sezgirlik ko'rsatkichi alohida usullarga nisbatan statistik jihatdan yuqori ekanligi tasdiqlandi ( $p < 0,001$ ). 2.4. EBUS Elastografiyasi: Yangi Diagnostik Imkoniyat

EBUS elastografiyasi to'qima siqilishini baholaydigan yangi sonoqrafik usul bo'lib, 60 bemorning 133 ta limfa tugunida o'tkazilgan tadqiqotda elastografiya eng yuqori AUC ko'rsatkichini (0,825; 95% CI: 0,707–0,910) ko'rsatdi va 100% sezgirlikni ta'minladi, o'ziga xosligi esa 65% ni tashkil etdi. To'rtta musbat mezonning — elastografiya, heterogenlik, o'lcham va shakl — kombinatsiyasi xavfli bo'lish uchun odds ratio ni 9,44 (95% CI: 3,99–22,32,  $p < 0,0001$ ) ga yetkazdi. Kombinatsiyalashgan model yolg'iz elastografiyadan (AUC 0,851; sezgirlik 89,89%; o'ziga xoslik 72,73%) statistik jihatdan ustun bo'ldi.

Sun'iy intellektning bronxoskopiya va EBUS vizual tahlilga integratsiyasi bo'yicha 2025 yilgi keng qamrovli sharh maqolasi kuzatuvchilar orasidagi farqlanish o'pka raki tashxisi va bosqichlashtirishda muhim cheklov bo'lib qolayotganligini ko'rsatdi. Mavjud sun'iy intellekt modellari muhandislik innovatsiyalari va klinik ehtiyojlar o'rtasidagi ko'priklarni qurish maqsadida diagnostik aniqlikni standartlashtirish, baholashlarni normallashtirish va protsedura yo'naltirishni optimallashtirish imkoniyatlarini taqdim etmoqda. Yuqori o'ziga xoslikka ega modellar keraksiz biopsiyalar sonini kamaytirish salohiyatini ko'rsatmoqda.

### Muhokama

#### 1. KT Skriningining Klinik Amaliyotdagi O'rni va Ahamiyati

O'pka raki tashxisotida kompyuter tomografiyasining tutgan o'rni so'nggi o'n yilliklar davomida tubdan o'zgardi. Oddiy ko'krak qafasi rentgenografiyasidan tortib, yuqori aniqlikdagi past dozali KT ga qadar bo'lgan bu evolutsiya nafaqat texnik taraqqiyotni, balki kasallik epidemiologiyasini chuqur tushunishning natijasidir. NLST va NELSON tadqiqotlarining mustahkam dalillari asosida bugungi kunda 13 ta mamlakat milliy yoki mintaqaviy LDCT skrining dasturlarini joriy qilgan, 8 ta mamlakat bunday dasturga qat'iy majburiyat olgan, va yana 24 ta mamlakat o'tkazayotgan ilmiy tadqiqotlar doirasida skrining imkoniyatlarini o'rganmoqda. Bu raqamlar faqat texnologiyaning rivojini emas, balki global tibbiy hamjamiyatning PDKT skriningiga bo'lgan ishonchini ham aks ettiradi.

2025 yilda Lancet Oncology da nashr etilgan SUMMIT tadqiqoti ushbu sohadagi eng muhim zamonaviy natijalardan biri bo'ldi. Tadqiqotda 12 773 ishtirokchi o'rtasida o'pka raki tarqalishi 2,1% ni tashkil etdi. Musbat asosiy skriningdan keyin 12 oy ichida salbiy natija olgan ishtirokchida oraliq o'pka raki tashxisi qo'yilish xavfi 0,07% ni tashkil etdi — bu ko'rsatkich PDKT ning bemorni «sog'lom» deb tasdiqlash bo'yicha ishonchligini yaqqol ko'rsatadi.

Biroq skrining dasturlarining keng tatbiq etilishi bir qator muammolarni ham keltirib chiqaradi. Ulardan birinchisi — soxta-musbat natijalar muammosi. Lung-RADS toifalariga asoslangan tahlillarda soxta-musbat ko'rsatkich taxminan 13,5% ni tashkil etdi. Ortiqcha soxta-musbat natijalarning oqibatlari nafaqat keraksiz qo'shimcha tekshiruvlar uchun sarflanadigan psixologik va iqtisodiy yukni, balki

noto'g'ri invaziv aralashuvlar bilan bog'liq xarajatlarni ham o'z ichiga oladi.

Ikkinchi muhim muammo — ortiqcha tashxis (overdiagnosis). Sakkizta randomizatsiyalashgan tadqiqotni qamrab olgan va 84 660 ishtirokchini tahlil qilgan sistematik sharhda LDCT skriningi skrining o'tkazilmaydigan holatga nisbatan ortiqcha tashxis ehtimolini oshirishi mumkinligi ko'rsatildi (nisbiy xavf 1,05; 100 000 skrining o'tkazilganda 222 qo'shimcha holat; ishonch past). Iqtisodiy jihatdan, LDCT skriningi skrining o'tkazilmaydigan holatga nisbatan har 100 000 skrining o'tkazilgan shaxs uchun ijtimoiy yukni €2 026 422 ga oshirdi.

Skriningning psixologik ta'siri ham e'tibordan chetda qolmasligi kerak. Skrining ishtirokchisi o'tadigan psixologik yuk nafaqat musbat yoki noaniq natijalar bilan bog'liq xavotirni, balki skriningning turli bosqichlarida — tekshiruvdan oldin, tekshiruv davomida va natijalar kutish vaqtida — bemorning boshdan kechiradigan ruhiy azoblarni ham o'z ichiga oladi.

Shu bilan birga, NELSON tadqiqotida 11 yillik kuzatuv davrida skrining orqali aniqlangan o'pka raklarining 8,9% ortiqcha tashxisga tegishli ekanligi aniqlandi; kuzatuv davri uzaytirilsa, bu ko'rsatkich pasayishi kutilmoqda. Bundan tashqari, soxta-musbat natijalar qisqa muddatda salbiy ta'sir ko'rsatsa-da, uzoq muddatda klinik jihatdan muhim psixososyal zararlar kuzatilmaydi. 2. Lung-RADS 2022 Tizimining Klinik Ahamiyati va Cheklovlari

Lung-RADS tizimi o'pka skrining KT natijalarini standartlashtirish va klinitsistlar o'rtasidagi nomuvofiqlikni kamaytirish maqsadida yaratilgan bo'lib, 2022 versiyasida bir qator muhim yangilanishlar amalga oshirildi. Ushbu tasnif tizimining klinik amaliyotga joriy etilishi natijasida turli markazlardagi radiologlar o'rtasida bir xil tilda muloqot qilish imkoniyati yaratildi va bemorlarni boshqarish algoritmlari aniqroq belgilandi.

Biroq Lung-RADS tizimi cheksiz emas. Lung-RADS toifalashda kuzatuvchilar orasidagi nomuvofiqlik 3360 o'qish juftligining 29% da kuzatilib, 8% holatlarda bemorlarga turli kuzatuv taktikasi tayinlanishiga olib keldi. Shu bilan birga, xavfli tugunlar aniqlangan holatlarda nomuvofiqlikning davolashga ta'siri minimal bo'lib qoldi. Bu natija tizimning amaliy samaradorligini tasdiqlaydi, lekin ayni paytda sun'iy intellekt yordamida tasnifni avtomatlashtirish zaruratini ko'rsatadi.

Lung-RADS 2-toifa yarim qattiq tugunlarning malignlik darajasi tizim ko'zlagan <1% dan biroz yuqori — 2,5% ni tashkil etdi. Bu esa toifalararo chegaraviy qiymatlarni yanada aniqlashtirish zaruratini ko'rsatadi. Ushbu kuzatuv klinik amaliyotda o'ta muhim ahamiyat kasb etadi, chunki 2-toifadagi bemorlar «xavfsiz» deb kuzatuvga olinadi va ular orasida ham sezilarli malignlik xavfi saqlanib qoladi. 3. EBUS ning Diagnostik Ekotizimidagi O'rni

EBUS texnologiyasi o'pka raki diagnostikasida mediastinoskopiyani sezilarli darajada siqib chiqardi va bugungi kunda mediastinal staging hamda gistologik

verifikatsiyaning birinchi qator usuli sifatida tan olingan. EBUS-TBNA markaziy joylashgan o'chog'i va/yoki radiologik jihatdan tugunli kasallik belgilari bo'lgan bemorlarda dastlabki diagnostik protsedura sifatida tobora ko'proq qo'llanilmoqda. Bu usul bitta, minimal invaziv protsedura doirasida diagnostika va staging imkonini beradi va mediastinoskopiyaga teng diagnostik samaradorlikni ta'minlaydi.

EBUS joriy etilishining klinik ta'sirini o'rganish maqsadida o'tkazilgan retrospektiv tadqiqotda EBUS dan keyingi davrda KT-yordamli transtoraqal igna aspiratsiyalari va bronxoskopiyalar soni statistik jihatdan sezilarli kamaydi (mos ravishda  $p = 0,015$  va  $p < 0,001$ ). Asoratlari 162 ta KT-TTNA da 36% ni tashkil etgan bo'lsa, EBUS-TBNA da esa hech qanday asorat qayd etilmadi. EBUS davrida umumiy asoratlarning soni oldingi davrga nisbatan statistik jihatdan kamaydi ( $p = 0,0264$ ). Bu natijalar EBUS ning nafaqat diagnostik samaradorligini, balki klinik xavfsizligini ham tasdiqlaydi.

EBUS ning asosiy cheklovi — ma'lum limfa tuguni stansiyalariga yetib borish qiyinligi. EBUS-TBNA ning muhim cheklovlaridan biri — 5 va 6-stansiyalardagi limfa tugunlariga yetib borolmasligi bo'lib, bu tugunlar to'liq staging uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bu cheklov to'liq bo'lmagan stagingga va potentsial o'tkazib yuborilgan metastazlarga olib kelishi mumkin. Aynan shu sababdan kombinatsiyalashgan EBUS-EUS yondashuvi klinik amaliyotda tobora kengroq qabul qilinmoqda.

Zamonaviy tibbiyotda EBUS ning ahamiyati yana bir muhim jihat bilan kuchaydi. Ideal sharoitda EBUS namunalari shifokor tomonidan bir vaqtning o'zida tashxis, staging va molekulyar tahlil uchun yuborilishi mumkin, shunda bu ma'lumotlar tibbiy onkolog uchun birinchi tashrif vaqtida, keyinchalik buyurtma berishning kechikishsiz mavjud bo'ladi. Bu maqsadlarni amalga oshirish uchun yuqori sifatli EBUS-TBNA to'qima namunalari bo'lgan ehtiyoj ortmoqda, bu esa qo'shimcha qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi va ko'pgina mavjud EBUS ko'rsatmalarida aks etmagan texnik talablarni oshiradi.

2025 yil dekabr oyida yapon klinikasida birinchi marta qo'llanilgan yangi balonssiz konveks-zond EBUS bronxoskopi (Fujifilm EB-710US) ushbu texnologiyaning doimiy taraqqiyotini ko'rsatadi. Bu endoskop bronxial kirish imkoniyatini yaxshilash va diagnostik samaradorlikni oshirish maqsadida ishlab chiqilgan, balonssiz dizayni, yaxshilangan burilish qobiliyati va kichikroq tashqi diametrga ega. 5. KT va EBUS Usullarini Integratsiyalashtirishning Ahamiyati

Mazkur tadqiqot natijalaridan kelib chiqadigan eng muhim xulosa shundan iboratki, KT va EBUS usullari birgalikda ishlatilganda o'pka raki tashxisotida eng yuqori natijaga erishiladi. Bu ikkala usulning har birida o'z kuchli tomonlari va cheklovlari mavjud bo'lib, ular bir-birini to'ldiruvchi diagnostik ekotizim sifatida ishlaydi.

KT kuchli tomonlari: keng qamrovli skrining, tugunlarni morfologik baholash, Lung-RADS standartlashtirilgan tasnifi, invaziv bo'lmaganlik, uchinchi tomonlar bilan osongina almashish mumkinligi. EBUS kuchli tomonlari: gistologik verifikatsiya, real vaqt rejimida imaging, mediatsinal staging, invaziv bo'lmagan usullarga qaraganda aniqroq N-staging, bir protsedura bilan tashxis va staging.

Zamonaviy o'pka raki tashxisi va davolash davrida ilgari faqat kasallikning bosqichlashtirilishi uchun zarur bo'lgan to'qima biopsi namunalari endi biomarker tekshirish uchun ham hal qiluvchi ahamiyat kasb etmoqda. EBUS yordamida olingan namunalar faqat gistologik tasdiqlash uchun emas, balki maqsadli terapiya va immunoterapiyani tanlash uchun zarur bo'lgan molekulyar profillashtirish uchun ham qo'llanilmoqda. 6. Klinik Amaliyotga Tavsiyalar

Ushbu tadqiqot natijalarining tahlili asosida klinik amaliyot uchun quyidagi tavsiyalar belgilandi:

Skrining dasturlari uchun: Yuqori xavfli guruhlar (50–80 yosh,  $\geq 20$  paket-yil chekish tarixi yoki kasbiy zararli ta'sirga ega shaxslar) yillik PDKT skriningiga jalb qilinishi kerak. Lung-RADS 2022 tizimi standart tasnif vositasi sifatida qo'llanilishi lozim.

Tashxis algoritmi uchun: Lung-RADS 4A va undan yuqori toifadagi tugunlarda PET/KT bilan birgalikda EBUS-TBNA birinchi invaziv diagnostik qadami bo'lishi kerak. Mediatsinal staging uchun kombinatsiyalashgan EBUS-EUS yondashuvi afzal ko'rilishi lozim.

Multidisiplinli yondashuv uchun: O'pka raki bilan shubhali barcha holatlarda pulmonolog, torakal radiolog, torakal jarroh, onkolog va patomorfolog ishtirokidagi multidisiplinli kengash qaroriga tayangan holda davolash taktikasi belgilanishi kerak.

### **Xulosa**

Ushbu tadqiqot o'pka raki tashxisotida kompyuter tomografiyasi va ultratovush (EBUS) texnologiyalarining zamonaviy imkoniyatlarini 2023–2026 yillarning eng yangi ilmiy adabiyotlari asosida keng qamrovli tahlil qilib, quyidagi asosiy xulosalarga keldi:

Birinchi xulosa: PDKT skriningi — hayot saqlovchi texnologiya. Past dozali kompyuter tomografiyasi yuqori xavfli guruhlarda o'pka rakini erta aniqlashning ilmiy jihatdan eng asoslangan usuli bo'lib, o'pka rakidan o'limni erkaklarda 24%, ayollarda esa 69% gacha kamaytirish qobiliyatiga ega. 2025 yil SUMMIT tadqiqotida isbotlangan 97,0% lik sezgirlik, 95,2% lik o'ziga xoslik va aniqlangan o'pka raki bemorlarining 79,3% ini I–II bosqichda tashxislash imkoniyati bu usulning milliy skrining dasturlariga kiritilishi uchun mustahkam asos yaratadi.

Ikkinchi xulosa: Lung-RADS 2022 — standartlashtirish vositasi. Lung-RADS 2022 versiyasida atipik o'pka kistalari va bo'shliqli tugunlarning qo'shilishi hamda so'nggi ilmiy tadqiqotlar asosidagi yangilanishlar tizimning klinik qiymatini yanada

oshirdi. Ushbu tasnif tizimi klinitsistlar o'rtasida nomuvofiqlikni kamaytiradi va bemorlarni boshqarish algoritmini standartlashtiradi. Biroq toifalar chegaraviy qiymatlarini yanada takomillashtirish va sun'iy intellekt yordamida tasnifni avtomatlashtirish ushbu yo'nalishning kelajakdagi asosiy vazifalari bo'lib qolmoqda.

Uchinchi xulosa: EBUS — staging va verifikatsiyaning oltin standarti. EBUS ning 89% sezgirliigi, 100% o'ziga xosligi va 91% salbiy bashoratli qiymati, shuningdek PET-KT bilan kombinatsiyada mediatsinal limfa tugunlarining xavfli bo'lish ehtimolini 6% dan pastga tushirishi bu usulni mediastinal staging uchun birinchi qator invaziv usul sifatida mustahkam o'rniga qo'ygan. Ayniqsa, kombinatsiyalashgan EBUS-EUS yondashuvining staging aniqligini 85–94% gacha yaxshilashi va bu ko'rsatkichning alohida usullardan statistik jihatdan ustunligi ( $p < 0,001$ ) ikki usulning birgalikda qo'llanilishini klinitsistlar uchun asosiy tavsiya sifatida belgilaydi.

To'rtinchi xulosa: Sun'iy intellekt — kelajakning diagnostik sherigi. Sun'iy intellekt va biomarkerga asoslangan usullarning integratsiyasi an'anaviy LDCT dan o'tkazib yuboradigan erta bosqichdagi saratonlarni aniqlashda sezgirlik va o'ziga xoslikni oshirish salohiyatini ko'rsatmoqda. Radiomika, chuqur o'qitish va suyuq biopsi texnologiyalarining uyg'unlashtirilishi o'pka raki tashxisotini yangi bosqichga olib chiqadi — bunda kasallik nafaqat KT tasviri yoki EBUS namunasi, balki qon tahlili va molekulyar biomarkerlar orqali ham erta aniqlanishi mumkin bo'ladi.

Beshinchi xulosa: Integratsiyalashgan yondashuv — yagona to'g'ri yo'l. O'pka raki tashxisotida KT va EBUS/UZD usullari bir-birining o'rnini bosa olmaydi — ular birgalikda ishlab, ikkita muhim vazifani bajaradi: KT dastlabki skrining va tugunlarni morfologik baholash bosqichida, EBUS esa gistologik verifikatsiya va mediatsinal staging bosqichida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ushbu integratsiyalashgan algoritmi keng klinik amaliyotga joriy etish, Lung-RADS 2022 tizimini standart sifatida qabul qilish va sun'iy intellekt texnologiyalarini diagnostik jarayonga kiritish O'zbekiston va butun Markaziy Osiyo mintaqasida o'pka raki bilan kasallanish va o'lim-yo'limni kamaytirish yo'lida hal qiluvchi qadam bo'la oladi.

Shunday qilib, zamonaviy o'pka raki diagnostikasi bir usulga bog'liq qolmasdan, KT skrining, standartlashtirilgan Lung-RADS tasnifi, EBUS yordamida gistologik tasdiqlash va sun'iy intellektni o'z ichiga olgan yaxlit, ko'p qirrali tizimni talab qiladi. Ushbu tizimning barcha bo'g'inlari to'liq va samarali ishlagan taqdirdagina o'pka raki bemorlarining omon qolish ko'rsatkichlarini sezilarli yaxshilash mumkin.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. World Health Organization (WHO). Global Cancer Observatory: Lung Cancer Fact Sheet. IARC, 2024.
2. American Cancer Society. Lung Cancer (Non-Small Cell and Small Cell) Early Detection Guidelines. 2023.

3. National Comprehensive Cancer Network (NCCN). Clinical Practice Guidelines in Oncology: Lung Cancer Screening. Version 2024.
4. Fleischner Society. Guidelines for Management of Pulmonary Nodules. Radiology Journal, 2017.
5. National Lung Screening Trial Research Team. Reduced Lung-Cancer Mortality with Low-Dose Computed Tomographic Screening. New England Journal of Medicine, 2011.
6. Henschke C.I. et al. Early Lung Cancer Action Project: CT screening results. The Lancet, 2006.
7. Bach P.B. et al. Screening for Lung Cancer: Evidence and Recommendations. JAMA, 2003.
8. Travis W.D. et al. WHO Classification of Tumours of the Lung, Pleura, Thymus and Heart. 5th Edition, 2021.
9. Gould M.K. et al. Evaluation of Individuals with Pulmonary Nodules. Chest Journal, 2013.
10. O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi. Onkologik kasalliklar diagnostikasi va davolash protokollari. Toshkent, 2022.
11. Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. Cancer Statistics. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2024.
12. European Society of Radiology (ESR). Thoracic Imaging Guidelines. 2023.