

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVASIYALAR VAZIRLIGI
O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG‘LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI**

FARG‘ONA JAMOAT SALOMATLIGI TIBBIYOT INSTITUTI

**ABDUGANIYEVA AROFAT YERMAXAMATOVNA
KASALLIKLAR PROFILAKTIKASIDA SOG‘LIQNI SAQLASH TIZIMINI
RAQAMLASHTIRISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI**

(Monografiya)

Farg‘ona-2026

A.Y. Abduganiyeva

“Kasalliklar profilaktikasida sog‘liqni saqlash tizimini raqamlashtirishning zamonaviy yondashuvlari” Monografiya. Farg‘ona. 184 bet.

Bugungi kunda yuqumli kasalliklarning global va mahalliy miqyosdagi epidemiologik xavfi, ularning oldini olishda sanitariya-gigiyena madaniyatini yuksaltirish hamda sog‘liqni saqlash tizimiga zamonaviy raqamli texnologiyalarni integratsiya qilishning ilmiy-amaliy ahamiyati alohida o‘rin tutmoqda. Monografiyada sog‘liqni saqlash tizimini raqamlashtirishning nazariy va amaliy asoslari, epidemiologik ma’lumotlarni elektron shaklda yig‘ish, saqlash, qayta ishlash, tahlil qilish va ulardan samarali foydalanishning zamonaviy yondashuvlari inobatga olgan holda bayon etilgan.

Monografiya sog‘liqni saqlash tashkilotchilari, epidemiologlar, sanitariya-gigiyena mutaxassislari, jamoat salomatligi sohasida faoliyat yurituvchi mutaxassislar, ilmiy tadqiqotchilar, doktorantlar, magistrantlar va tibbiyot oliy ta’lim muassasalari professor-o‘qituvchilari uchun mo‘ljallangan.

Muallif:

Abduganiyeva Arofat Yermamaxamatovna Farg‘ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti Epidemiologiya va yuqumli kasalliklar, hamshiralik ishi kafedrası katta o‘qituvchisi PhD

Taqrizchilar:

F.A. Madaminov Farg‘ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti Epidemiologiya va yuqumli kasalliklar, hamshiralik ishi kafedrası PhD, dotsent

E.S.Abdumutalova Farg‘ona viloyati OITSGa qarshi kurashish markazi bosh shifokori t.f.n.

Monografiya Farg‘ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti Ilmiy kengashining 2026 yil “____” _____ - son bayoni bilan tasdiqlandi.

FJSTI Ekspert kengashi raisi t.f.d., prof.: A.A. Sidikov

Kengash kotibi, DSc, prof.: I.X. Iminaxunova

MUNDARIJA

Kirish	7
I BOB. TIBBIYOTNI RAQAMLI BOSHQARISHNING NAZARIY ASOSLARI	
1.1. Raqamli tibbiyot tushunchasi va uning rivojlanish bosqichlari	10
1.2. Sog‘liqni saqlash tizimida raqamli transformatsiyaning zarurati .	11
1.3. Raqamlashtirishning birlamchi tibbiy-sanitariya yordamidagi ahamiyati.....	13
1.4. Kasalliklar profilaktikasida raqamli texnologiyalardan foydalanishning zamonaviy konsepsiyalari.....	17
1.6. Raqamli sog‘liqni saqlash tizimlarida interoperabellik va ma’lumotlar almashinuvi.....	22
II BOB. KASALLIKLAR PROFILAKTIKASIDA RAQAMLI EPIDEMIOLOGIK MONITORING VA AXBOROT TIZIMLARI	
2.1. Epidemiologik monitoringning zamonaviy raqamli modeli.....	26
2.2. Elektron tibbiy ma’lumotlar bazasining kasalliklar profilaktikasidagi ahamiyati.....	31
2.3. Elektron epidemiologik nazorat tizimlari.....	32
2.4. Kasalliklarni erta aniqlash va raqamli ogohlantirish tizimlari.....	37
2.5. Epidemiologik ma’lumotlarni real vaqt rejimida yig‘ish va tahlil qilish.....	40
2.6. Raqamli skrining va xavf guruhlarini aniqlash tizimlari.....	44
2.7. Raqamli texnologiyalar asosida profilaktik tadbirlarni monitoring qilish.....	48
2.8. Raqamli epidemiologik monitoring samaradorligini baholash mezonlari.....	52
III BOB. SUN’IY INTELLEKT VA MASHINAVIY O‘QITISHNING KASALLIKLAR PROFILAKTIKASIDAGI IMKONIYATLARI	
3.1. Sun’iy intellektning sog‘liqni saqlash tizimidagi o‘rni.....	56
3.2. Kasallanish xavfini prognozlashning sun’iy intellekt modellari....	60
3.3. Epidemiologik o‘choqlarni erta aniqlashda sun’iy intellekt.....	65
3.4. Kasalliklarning mavsumiy va hududiy dinamikasini prognozlash.	70
3.5. Xavf guruhlarini avtomatlashtirilgan aniqlash.....	74
3.6. Sun’iy intellekt asosida profilaktik qarorlarni qo‘llab-quvvatlash tizimlari.....	79
3.7. Tibbiyotda sun’iy intellektdan foydalanishning etik, huquqiy va xavfsizlik masalalari.....	84

IV BOB. GAT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA KASALLIKLARNING HUDUDIIY TARQALISHI VA EPIDEMIOLOGIK XAVF ZONALARINI ANIQLASH	
4.1. GAT texnologiyalarining epidemiologiyadagi o‘rni.....	88
4.2. Kasalliklarning geografik tarqalishini raqamli xaritalash.....	93
4.3. Epidemiologik xavf zonalarini aniqlash metodologiyasi.....	98
4.4. Kasalliklarning “qizil hudud”larini aniqlash.....	104
4.6. GAT yordamida kasalliklarning makon-vaqt dinamikasini tahlil qilish.....	111
4.7. GAT asosida profilaktik tadbirlarni hududiy differensial rejalashtirish.....	118
4.8. Epidemiologik xavf xaritalarini yaratish va amaliyotga joriy etish	122
V BOB. RAQAMLI PROFILAKTIKA TIZIMIDA MA’LUMOTLAR XAVFSIZLIGI VA ETIK MASALALAR	
5.1. Tibbiy ma’lumotlarning maxfiyligi va himoyasi.....	126
5.2. Shaxsiy ma’lumotlarni raqamli tizimlarda himoyalash.....	131
5.3. Kiberxavfsizlik va sog‘liqni saqlash axborot tizimlari.....	135
VI BOB. KASALLIKLAR PROFILAKTIKASINI TAKOMILLASHTIRISHNING INTEGRATSIYALASHGAN RAQAMLI MODELII	
6.1. Raqamli profilaktika tizimining konseptual modeli.....	140
6.2. Elektron tibbiy ma’lumotlar, GIS va sun’iy intellektning integratsiyasi.....	145
6.3. Profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish algoritmi.....	150
6.4. Raqamli profilaktika tizimining samaradorlik indikatorlari.....	155
6.5. Integratsiyalashgan raqamli epidemiologik monitoring platformasining amaliy modeli.....	161
6.6. Taklif etilayotgan modelni sog‘liqni saqlash amaliyotiga joriy etish mexanizmlari.....	170
UMUMIY XULOSA.....	176
AMALIY TAVSIYALAR.....	181
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....	182

QISQARTMALAR VA SHARTLI BELGILAR

SI— sun'iy intellekt

API — Application Programming Interface — amaliy dasturlash interfeysi

ARIMA — AutoRegressive Integrated Moving Average — avtoregressiv integrallashgan sirg'aluvchi o'rtacha modeli

AUC — Area Under the Curve — ROC egri chizig'i ostidagi maydon

BTSY - Birlamchi tibbiy-sanitariya yordami

DSS — Decision Support System — qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimi

EHR — Electronic Health Record — elektron tibbiy karta

EMR — Electronic Medical Record — elektron tibbiy yozuv

GAT (GIS) — Geografik axborot tizimi

LSTM — Long Short-Term Memory — uzoq qisqa muddatli xotiraga ega neyron tarmoq

MAE — Mean Absolute Error — o'rtacha mutlaq xatolik

MAPE — Mean Absolute Percentage Error — o'rtacha mutlaq foiz xatolik

MHEWS — Medical Health Early Warning System — tibbiy sog'liqni saqlashning erta ogohlantirish tizimi

MSE — Mean Squared Error — o'rtacha kvadratik xatolik

PZR — polimeraza zanjir reaksiyasi

PHR — Personal Health Record — shaxsiy tibbiy ma'lumotlar yozuvi

ROC — Receiver Operating Characteristic — qabul qiluvchining operatsion xarakteristikasi egri chizig'i

RMSE — Root Mean Squared Error — o'rtacha kvadratik xatolikning kvadrat ildizi

SARIMA — Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average — mavsumiy avtoregressiv integrallashgan sirg'aluvchi o'rtacha modeli

JSST — Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti

XML — Extensible Markup Language — kengaytiriladigan belgilash tili

XGBoost — Extreme Gradient Boosting — ekstremal gradientli kuchaytirish algoritmi

KIRISH

Mavzuning dolzarbligi va ahamiyati. So‘nggi yillarda dunyo miqyosida sog‘liqni saqlash tizimining samaradorligini oshirish, tibbiy xizmat ko‘rsatish sifatini yaxshilash va aholiga qulaylik yaratish maqsadida raqamli texnologiyalarni joriy etish jarayoni jadallashdi. “Raqamli tibbiyot” (e-health, telemeditsina, elektron tibbiy boshqaruv) tushunchasi zamonaviy tibbiyotning ajralmas qismiga aylanib, diagnostika, profilaktika, epidemiologik nazorat va resurslarni boshqarishda yangi yondashuvlarni shakllantirmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining sog‘liqni saqlash tizimini modernizatsiya qilish bo‘yicha qabul qilgan qaror va farmonlarida tibbiy xizmatlarning shaffofligini oshirish, elektron tibbiy kartalar tizimini yo‘lga qo‘yish, telemeditsina xizmatlarini rivojlantirish va tibbiy ma’lumotlar bazasini yagona platformada boshqarish ustuvor vazifa sifatida belgilangan. Bu esa tibbiyotni raqamli transformatsiya qilish zaruriyatini yanada kuchaytirdi. Raqamli texnologiyalardan foydalanish nafaqat jarayonlarni avtomatlashtiradi, balki epidemiologik xavflarning oldini olish, karantin jarayonlarini samarali boshqarish, bemorlar to‘g‘risidagi ma’lumotlarga tezkor kirish kabi afzalliklarni yaratadi. Ayniqsa, COVID-19 pandemiyasi davrida raqamli boshqaruv tizimining o‘rni yanada yaqqol namoyon bo‘lib, telemeditsina platformalari, onlayn epidemiologik monitoring tizimlari va mobil sog‘liq nazorati ilovalari keng joriy etildi. Zamonaviy tibbiy boshqaruv an’anaviy usullardan farqli o‘laroq sun’iy intellekt, Big Data, biometriya, GIS-monitoring, blokcheyn, elektron statistik tahlil kabi innovatsion mexanizmlar asosida qurilmoqda. Bu jarayon nafaqat tibbiy xizmatlarni optimallashtiradi, balki kadrlar resurslarini to‘g‘ri taqsimlash, moliyaviy xarajatlarni nazorat qilish, tibbiy profilaktik ishlarning sifatini oshirishga ham xizmat qiladi.

Global miqyosda yuzaga kelayotgan epidemiologik tahdidlar, xususan o‘ta xavfli va karantin infeksiyalarning tez tarqalish xavfi, davlatlar oldiga sog‘liqni saqlash tizimini mustahkamlash, profilaktika choralari kuchaytirish va aholining xabardorligini oshirish kabi dolzarb vazifalarni qo‘ymoqda. O‘zbekiston Respublikasida ushbu tahdidlarga qarshi kurashish borasida bir qator muhim chora-

tadbirlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, 2022-yil 25-sonli SanQvaN sanitariya qoidalari asosida o'ta xavfli infeksiyalarning kirib kelishini oldini olish, aniqlash va bartaraf etish bo'yicha kompleks yondashuvlar ishlab chiqilgan. O'ta xavfli va karantin infeksiyalar — vabo, kuydirgi, o'lat, gemorragik isitmalar kabi kasalliklar — inson salomatligi uchun jiddiy tahdid tug'diradi. Ularning tez tarqalishi, yuqori o'lim darajasi va iqtisodiy-ijtimoiy oqibatlari tufayli ushbu kasalliklar bo'yicha profilaktik ta'lim berish, xodimlarni tayyorlash va aholining bilim darajasini oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Tibbiy ta'lim sifati va samaradorligini oshirishda zamonaviy raqamli texnologiyalarni qo'llanilishi zamonaviy kadrlarni tayyorlashdagi asosiy vazifalardan biridir. Onlayn ta'lim platformalari, virtual simulyatsiyalar, interaktiv testlar va sun'iy intellekt asosidagi baholash tizimlari orqali o'quv jarayonini yanada qulay, tezkor va sifatli tashkil etish imkoniyatini takomillashtirish oliy ta'lim tizimining dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, tibbiyot xodimlari, sanitariya-epidemiologiya mutaxassisleri va pedagoglar uchun raqamli vositalar orqali o'ta xavfli infeksiyalar bo'yicha bilim va ko'nikmalarni shakllantirish yuqori ahamiyatga ega. Shu nuqtai nazardan, tibbiyotni raqamli texnologiyalar orqali boshqarish tizimini ilmiy asosda o'rganish, uning amaliy ahamiyatini tahlil qilish va sog'liqni saqlash sohasida qo'llash samaradorligini asoslash bugungi kunda dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biridir.

Tadqiqot obyekti bo'lib sog'liqni saqlash tizimida kasalliklarning oldini olishga qaratilgan profilaktik tadbirlar, epidemiologik monitoring va aholiga ko'rsatiladigan profilaktik tibbiy xizmatlar tizimi.

Tadqiqotning predmeti sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirish jarayonida elektron tibbiy ma'lumotlar, raqamli epidemiologik monitoring, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va raqamli vositalardan foydalanishning kasalliklarni erta aniqlash, xavf guruhlarini belgilash, epidemiologik vaziyatni baholash hamda profilaktik tadbirlar samaradorligiga ta'siri.

Tadqiqot maqsadi Sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirish imkoniyatlaridan foydalanib, kasalliklarni erta aniqlash, epidemiologik xavfni baholash, yuqori xavf guruhlarini aniqlash va profilaktik tadbirlarning

samaradorligini oshirishga qaratilgan takomillashtirilgan profilaktik monitoring modelini ishlab chiqish va ilmiy asoslash.

Tadqiqot vazifalari

1. Sog'liqni saqlash tizimida kasalliklar profilaktikasini tashkil etishning zamonaviy holatini va raqamlashtirish darajasini o'rganish.
2. Profilaktik tadbirlarni amalga oshirishda qo'llanilayotgan raqamli texnologiyalar va axborot tizimlarining imkoniyatlarini baholash.
3. Elektron tibbiy va epidemiologik ma'lumotlardan foydalanishning kasalliklarni erta aniqlash va xavf guruhlarini shakllantirishdagi samaradorligini aniqlash.
4. Raqamli ma'lumotlar asosida kasalliklar bo'yicha epidemiologik xavfni baholash va prognozlash mezonlarini ishlab chiqish.
5. GIS texnologiyalari yordamida kasalliklarning hududiy tarqalishi va epidemiologik xavf zonalarini aniqlash imkoniyatlarini baholash.
6. Raqamli epidemiologik monitoring asosida profilaktik tadbirlarni rejalashtirish va maqsadli yo'naltirish algoritmini ishlab chiqish.
7. Taklif etilayotgan raqamli profilaktik monitoring modelining kasalliklarni erta aniqlash, profilaktik qamrov va epidemiologik boshqaruv samaradorligiga ta'sirini baholash.
8. Tadqiqot natijalari asosida sog'liqni saqlash tizimida raqamli profilaktika va epidemiologik monitoringni takomillashtirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Monografiya tadqiqot ishining nazariy ahamiyati raqamli texnologiyalarni kasalliklar profilaktikasi bilan integratsiyalashning ilmiy-metodologik asoslarini tizimlashtirish, raqamli profilaktikaning konseptual modelini shakllantirish va uning samaradorligini baholash mezonlarini asoslash bilan belgilanadi.

Amaliy ahamiyati esa mazkur nazariy yondashuvlarni elektron epidemiologik monitoring, GIS asosidagi xavf xaritalash, epidemiologik prognozlash, avtomatik ogohlantirish va profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish jarayonlariga tatbiq etish imkoniyati bilan ifodalanadi.

Shunday qilib, monografiyada taklif etilgan yondashuvlar sog‘liqni saqlash tizimida “kasallik aniqlangandan keyin chora ko‘rish” modelidan “xavfni oldindan aniqlash va profilaktik chorani oldindan rejalashtirish” modeliga o‘tish uchun ilmiy-uslubiy asos yaratadi. Bu esa raqamli texnologiyalardan foydalanish orqali profilaktik tibbiyotning samaradorligi, tezkorligi, manzilliligi va boshqaruvchanligini oshirishga xizmat qiladi.

I BOB. TIBBIYOTNI RAQAMLI BOSHQARISHNING NAZARIY ASOSLARI

1.1. Raqamli tibbiyot tushunchasi va uning rivojlanish bosqichlari

Zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimida “raqamli tibbiyot” (ing. Digital Health, e-health) tushunchasi keng qo‘llanilmoqda va u tibbiy xizmatlarni raqamli axborot texnologiyalari asosida boshqarish, nazorat qilish va optimallashtirish jarayonini anglatadi. Raqamli tibbiyot — bu shunchaki tibbiy xizmatlarning kompyuterlashtirilishi emas, balki tibbiy axborotni yig‘ish, tahlil qilish, qayta ishlash va qaror qabul qilishni avtomatlashtirishga qaratilgan kompleks boshqaruv tizimidir.

JSST ta’rifiga ko‘ra, raqamli tibbiyot — bu “sog‘liqni saqlash xizmatlarini ko‘rsatishda raqamli kommunikatsiya vositalari, tibbiy axborot tizimlari, sun’iy intellekt va telemeditsina texnologiyalaridan foydalangan holda profilaktika, diagnostika, davolash va rehabilitatsiyani tashkil etish tizimi” hisoblanadi.

1.1 jadval. Raqamli tibbiyotning shakllanish bosqichlari

Bosqich	Xususiyatlari
1-bosqich.	Kompyuterlashtirish davri (1990–2005 yillar) Tibbiyot muassasalarida kompyuterlarning joriy etilishi, bemorlar ma’lumotlarini elektron holda saqlashning boshlanishi.
2-bosqich.	Elektron boshqaruv davri (2006–2016 yillar) Elektron tibbiy karta, onlayn ro‘yxatdan o‘tish, klinik ma’lumotlar bazalarining paydo bo‘lishi.

3-bosqich.	Raqamli integratsiya davri (2016–2021 yillar) Telemeditsina, mobil sog‘liq ilovalari, elektron retsept, avtomatlashtirilgan tashxis qo‘yish tizimlari paydo bo‘ldi.
4-bosqich.	Sun‘iy intellekt va Big Data tibbiyoti (2021 yildan hozirgacha) Epidemiologik prognozlash, xavf monitoringi, AI orqali tashxis, raqamli karantin boshqaruvi, real vaqtli tahliliy platformalar.

1.2. Sog‘liqni saqlash tizimida raqamli transformatsiyaning zarurati

Zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimi tobora murakkablashib borayotgan epidemiologik vaziyat, aholining demografik o‘sishi, tibbiy xizmatlarga talabning keskin ortishi va resurslarning cheklanganligi sharoitida faoliyat yuritmoqda. An‘anaviy boshqaruv modeli bunday og‘ir yuklama ostida yuqori samaradorlikni ta‘minlay olmayotgani ilmiy-amaliy tahlillar orqali isbotlangan. Aynan shu sababli global darajada “Raqamli sog‘liqni saqlash” konsepsiyasi paydo bo‘ldi va raqamli transformatsiya zarurati kun tartibiga qat‘iy kirib keldi.

Raqamli transformatsiya zarur bo‘lgan asosiy omillar

1. Aholining sog‘liqni saqlash xizmatlariga bo‘lgan talabi ortmoqda

Jahon sog‘liqni Saqlash Tashkiloti (JSST) ma‘lumotlariga ko‘ra, har yili dunyo bo‘yicha 2 milliarddan ortiq inson malakali tibbiy xizmatga vaqtida murojaat qila olmaydi. Ayniqsa, chekka hududlarda yashovchi aholi, nogironlar va surunkali kasalliklarga chalingan bemorlar uchun doimiy tibbiy monitoring muammosi mavjud. Raqamli texnologiyalar aynan mana shu ijtimoiy tengsizlikni kamaytirish vazifasini bajaradi.

2. Epidemiologik xavf va pandemiyalarning kuchayishi

COVID-19 pandemiyasi tibbiy tizimning jismoniy resurslari chegaralangan holatlarda masofaviy tibbiy xizmat ko‘rsatishning ahamiyatini global miqyosda isbotladi. Raqamli epidemiologik monitoring, telekonsultatsiya va avtomatlashtirilgan diagnostika algoritmlari infeksiyalarni boshqarishda hal

qiluvchi vosita sifatida namoyon bo'ldi. Shu bois, raqamli transformatsiya endi ixtiyoriy innovatsiya emas, balki milliy xavfsizlik omili sifatida qaralmoqda.

3. Tibbiy xodimlar yuklamasini kamaytirish ehtiyoji

JSST hisob-kitoblariga ko'ra, 2030-yilga kelib dunyo bo'yicha 15 milliondan ortiq tibbiy kadrlarga ehtiyoj paydo bo'ladi. Ayni vaqtda raqamli texnologiyalar yordamida avtomatlashtirilgan elektron retsept, laborator tahlil integratsiyasi, bemor holatini onlayn monitoring qilish orqali shifokorlarning rasmiyatchilik ishlariga ketadigan vaqti 40% gacha qisqartirilishi mumkin.

4. Tibbiy ma'lumotlarning aniqligi va shaffofligini ta'minlash

An'anaviy qog'oz hujjatlar tizimi ko'plab xatolarga olib keladi. JSST hisobotiga ko'ra, har 10 bemordan 1 tasida hujjatlashtirishdagi xatolik tufayli noto'g'ri klinik qaror qabul qilinishi mumkin. Raqamli transformatsiya esa blokcheyn, elektron kartalar va yagona ma'lumot bazalari orqali tibbiy ma'lumotlarning ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

5. Sog'liqni saqlash xarajatlarini optimallashtirish

Dunyo tibbiyot tizimlarida sarflanadigan xarajatlarning 25–30% gacha qismi takroriy tahlillar, noto'g'ri tashxislar va resurslarni noto'g'ri taqsimlash sababli yo'qolishi aniqlangan. Raqamli boshqaruv modeli resurslardan foydalanishni tahliliy algoritmlar orqali boshqarish, har bir tibbiy xizmatning iqtisodiy samaradorligini baholash imkonini beradi.

6. Aholining yalpi raqamli savodxonligi ortishi

martfon, internet va mobil tibbiy ilovalardan foydalanish keng tarqalganligi natijasida "e-bemor" konsepsiyasi shakllandi. Bu esa sog'liqni saqlash tizimi endi bemorni passiv qabul qiluvchi emas, balki tibbiy jarayonning faol ishtirokchisi sifatida ko'rishi zarurligini ko'rsatadi. Raqamli sog'liqni saqlash modeli quyidagi ustuvor yo'nalishlarni o'z ichiga oladi: Raqamli transformatsiya sog'liqni saqlash tizimida faqat texnologik jarayon emas, balki tibbiy falsafa, boshqaruv modeli va inson salomatligiga yondashuv paradigmasining o'zgarishidir.

1.2 jadval. Raqamli transformatsiyaning strategik vazifalari

Vazifa	Maqsad	Amalga oshirish mexanizmi
Yagona tibbiy ma'lumotlar bazasi	Bemor tarixini to'liq raqamlashtirish	Elektron sog'liq pasporti, blokcheyn
Masofaviy diagnostika va monitoring	Chekka hududlardagi aholiga xizmat ko'rsatish	Telemedisina platformalari, IoT qurilmalari
Sun'iy intellekt asosida klinik qaror qo'llab-quvvatlash tizimi	Tashxis aniqligini oshirish	AI tahlil algoritmlari
Epidemiologik raqamli nazorat	Infeksiya tarqalishini erta aniqlash	Big Data va raqamli epidemiologik monitoring
Tibbiyotda boshqaruvni optimallashtirish	Xarajatlarni kamaytirish, resurslarni nazoratlash	Tahliliy boshqaruv tizimlari (Health Analytics)

U orqali tibbiyot “davolash modeli”dan — “profilaktika va monitoring modeli”ga o'tadi. Shu nuqtai nazardan, raqamli transformatsiya XXI asr tibbiyotining asosiy strategik yo'nalishi sifatida e'tirof etiladi.

1.3. Raqamlashtirishning birlamchi tibbiy-sanitariya yordamidagi ahamiyati

Birlamchi tibbiy-sanitariya yordami (BTSY) sog'liqni saqlash tizimining aholiga eng yaqin va eng muhim bo'g'ini hisoblanadi. Aynan birlamchi bo'g'inda aholining kundalik tibbiy ehtiyojlari qondiriladi, kasalliklar profilaktikasi amalga oshiriladi, xavf omillari aniqlanadi, skrining va patronaj tadbirlari o'tkaziladi, surunkali kasalliklarga chalingan bemorlar muntazam kuzatuvga olinadi hamda zarurat tug'ilganda bemorlar ixtisoslashtirilgan tibbiy yordamga yo'naltiriladi. Shu sababli sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirishda birlamchi tibbiy-sanitariya yordamining raqamli transformatsiyasi alohida strategik ahamiyatga ega. Raqamli texnologiyalarni BTSYga integratsiya qilish tibbiy xizmatlarning mavjudligi va uzluksizligini oshirish, profilaktik yo'nalishni kuchaytirish, tibbiy ma'lumotlardan

samarali foydalanish hamda aholining sog'lig'ini boshqarish sifatini yaxshilash imkonini beradi.

BTSYni raqamlashtirishning asosiy yo'nalishlaridan biri elektron tibbiy karta tizimini joriy etishdir. Elektron tibbiy karta bemorning tibbiy tarixi, tashxislari, laboratoriya va instrumental tekshiruvlari, profilaktik ko'riklari, emlashlari, allergologik anamnezi va boshqa klinik ma'lumotlarini yagona elektron muhitda saqlash imkonini beradi. Natijada tibbiyot xodimi bemor haqida zarur ma'lumotlarni tezkor olish imkoniyatiga ega bo'ladi. Ayniqsa, bemor turli tibbiyot muassasalariga murojaat qilganda uning tibbiy ma'lumotlarining uzluksizligi va mavjudligi muhim ahamiyat kasb etadi. Elektron hujjat aylanishi qog'oz shaklidagi hujjatlarni kamaytirib, ma'lumotlarni takroran kiritish va inson omili bilan bog'liq ayrim xatolarni qisqartirishga yordam beradi.

Raqamlashtirish BTSYning profilaktik yo'nalishini kuchaytirish uchun katta imkoniyat yaratadi. An'anaviy tibbiy amaliyotda profilaktik tadbirlar ko'pincha bemorning tibbiyot muassasasiga murojaat qilishi bilan bog'liq bo'ladi. Raqamli tizimlar esa tibbiyot xodimiga xavf guruhlarini faol ravishda aniqlash va ular bilan maqsadli ishlash imkonini beradi. Masalan, yurak-qon tomir kasalliklari, qandli diabet, onkologik kasalliklar yoki boshqa surunkali kasalliklar bo'yicha xavf omillari mavjud bo'lgan shaxslarni elektron ma'lumotlar asosida ajratib olish, ularni skrining va profilaktik ko'riklarga taklif qilish mumkin. Bu yondashuv profilaktik tibbiyotning "kasallikni davolash"dan "kasallikning oldini olish"ga yo'naltirilishini kuchaytiradi.

Elektron skrining tizimlari BTSYda kasalliklarni erta aniqlashning samarali vositalaridan biri bo'lishi mumkin. Aholining ma'lum yosh guruhleri yoki xavf guruhlariga mansub shaxslar avtomatik ravishda skrining dasturlariga jalb etilishi, tekshiruv natijalari elektron bazaga kiritilishi va qayta ko'rik muddatlari nazorat qilinishi mumkin. Masalan, arterial gipertenziya, qandli diabet, ayrim onkologik kasalliklar va boshqa surunkali patologiyalar bo'yicha skrining natijalarini elektron monitoring qilish orqali kasalliklarni klinik belgilar kuchayishidan oldin aniqlash imkoniyati oshadi.

BTSYni raqamlashtirishda elektron patronaj va uyga tashriflarni monitoring qilish ham muhim o‘rin tutadi. Patronaj xodimlari homilador ayollar, chaqaloqlar, bolalar, keksalar, nogironligi bo‘lgan shaxslar va boshqa ehtiyojmand guruhlar haqida ma’lumotlarni elektron tizimda yuritishi mumkin. Uyga tashrif sanasi, aniqlangan muammolar, berilgan tavsiyalar va keyingi kuzatuv muddati raqamli shaklda qayd etiladi. Bu patronaj xizmatining uzluksizligini ta’minlash, bajarilishi lozim bo‘lgan tadbirlarni nazorat qilish va tibbiy xizmat sifatini baholash imkonini beradi.

Immunoprofilaktikani raqamlashtirish ham BTSY faoliyatining muhim yo‘nalishlaridan biridir. Elektron emlash registrlari yordamida shaxsning emlash tarixi, o‘tkazib yuborilgan emlashlar va navbatdagi emlash muddatlari nazorat qilinishi mumkin. Raqamli eslatmalar ota-onalar yoki bemorlarga emlash muddatlari haqida xabar berishga yordam beradi. Shu bilan birga, hududlar kesimida emlash qamrovini tahlil qilish, immunoprofilaktikada muammoli hududlarni aniqlash va vaksinalarga bo‘lgan ehtiyojni rejalashtirish imkoniyati kengayadi.

Raqamlashtirish surunkali kasalliklarga chalingan bemorlarni dinamik kuzatuv tizimini ham takomillashtiradi. Elektron registrlar orqali bemorning arterial bosimi, glyukoza darajasi, tana vazni, laboratoriya ko‘rsatkichlari va boshqa klinik parametrlarining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi kuzatilishi mumkin. Ayrim hollarda mobil qurilmalar yoki masofaviy monitoring vositalari orqali bemor tomonidan o‘lchangan ko‘rsatkichlar tibbiyot xodimiga elektron shaklda yuboriladi. Bu holat kasallikning nazoratdan chiqishini erta aniqlash va o‘z vaqtida tibbiy choralar ko‘rish imkonini oshiradi.

BTSYda telemeditsina texnologiyalaridan foydalanish tibbiy xizmatlarning hududiy mavjudligini kengaytiradi. Ayniqsa, uzoq yoki tibbiy mutaxassislar yetishmaydigan hududlarda birlamchi bo‘g‘in shifokori tor mutaxassis bilan masofaviy konsultatsiya tashkil qilishi mumkin. Telemeditsina orqali profilaktik maslahatlar, qayta konsultatsiyalar, ayrim surunkali kasalliklarni kuzatish va tibbiy ta’lim tadbirlarini amalga oshirish mumkin. Natijada bemorning ixtisoslashtirilgan tibbiyot muassasasiga asossiz murojaatlari kamayishi va tibbiy resurslardan oqilona foydalanish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Mobil sog'liqni saqlash texnologiyalari ham BTSYning profilaktik salohiyatini oshiradi. Mobil ilovalar orqali aholiga sog'lom turmush tarzi, ratsional ovqatlanish, jismoniy faollik, zararli odatlardan voz kechish, emlash va skrining tadbirlari haqida ma'lumot berish mumkin. Shuningdek, foydalanuvchilarga profilaktik ko'rik, emlash yoki shifokor qabulining sanasi haqida avtomatik eslatmalar yuborish mumkin. Bunday texnologiyalar aholining o'z salomatligiga mas'uliyatli munosabatini shakllantirishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.

Raqamlashtirish BTSYda epidemiologik monitoring imkoniyatlarini ham kengaytiradi. Birlamchi tibbiy bo'g'inda aniqlangan yuqumli kasallik holatlari elektron shaklda epidemiologik nazorat tizimiga uzatilishi mumkin. Kasalliklarning hududiy, mavsumiy va yosh guruhlari bo'yicha dinamikasi tezkor tahlil qilinadi. Agar ma'lum hududda kasallanish ko'rsatkichlari kutilgan darajadan oshsa, tizim orqali tegishli mutaxassislariga signal berilishi mumkin. Shu tariqa raqamlashtirish epidemik vaziyatni erta aniqlash va profilaktik choralarni o'z vaqtida kuchaytirishga yordam beradi.

BTSYda GIS texnologiyalaridan foydalanish kasalliklar va xavf omillarining hududiy taqsimlanishini tahlil qilish imkonini beradi. Masalan, kasallanish darajasi yuqori bo'lgan mahallalar, sanitariya-gigiyenik sharoiti nisbatan noqulay hududlar yoki tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyati cheklangan hududlarni xaritalash mumkin. Bunday ma'lumotlar asosida profilaktik tadbirlar hududiy xavf darajasiga muvofiq differensial rejalashtiriladi. Yuqori xavfli hududlarga qo'shimcha skrining, sanitariya-ma'rifiy tadbirlar yoki tibbiy resurslarni yo'naltirish mumkin.

Raqamli tizimlar BTSY faoliyatining sifat ko'rsatkichlarini monitoring qilish imkonini ham beradi. Profilaktik ko'riklar qamrovi, skrining natijalari, emlash qamrovi, patronaj tashriflari, surunkali bemorlarni kuzatish, kasalliklarni erta aniqlash va boshqa indikatorlar elektron tarzda shakllantirilishi mumkin. Rahbariyat ushbu ma'lumotlar asosida hudud yoki tibbiyot muassasasining faoliyatini baholashi, muammoli yo'nalishlarni aniqlashi va boshqaruv qarorlarini qabul qilishi mumkin.

Biroq BTSYni raqamlashtirish bilan bog‘liq ayrim muammolar ham mavjud. Ularga texnik infratuzilmaning yetarli emasligi, internet tarmog‘ining barqarorligi, tibbiyot xodimlarining raqamli kompetensiyasi, turli axborot tizimlarining o‘zaro integratsiyalashmaganligi, ma’lumotlar sifati va maxfiyligini ta’minlash masalalari kiradi. Shuningdek, raqamli texnologiyalardan foydalanishda aholining raqamli savodxonligi va hududlar o‘rtasidagi raqamli tengsizlikni hisobga olish zarur. Raqamlashtirish tibbiyot xodimining klinik mas’uliyatini almashtirmasligi, balki uning faoliyatini qo‘llab-quvvatlovchi vosita sifatida tashkil etilishi lozim.

Shunday qilib, birlamchi tibbiy-sanitariya yordamining raqamlashtirilishi sog‘liqni saqlash tizimining profilaktik yo‘nalishini kuchaytirish, aholining tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyatini kengaytirish, kasalliklarni erta aniqlash va xavf guruhlarini faol kuzatish uchun muhim imkoniyat yaratadi. Elektron tibbiy kartalar, elektron skrining, immunoprofilaktika registrlari, elektron patronaj, telemeditsina, mobil sog‘liqni saqlash, GIS va raqamli epidemiologik monitoringning integratsiyasi BTSYni zamonaviy, ma’lumotlarga asoslangan va aholiga yo‘naltirilgan tizimga aylantirishga xizmat qiladi. Shu nuqtayi nazardan, raqamlashtirishni birlamchi tibbiy-sanitariya yordamiga joriy etish nafaqat tibbiy xizmatlarni avtomatlashtirish, balki kasalliklarni oldindan aniqlash, xavfni baholash, profilaktik tadbirlarni individual va hududiy ehtiyojlarga moslashtirish hamda sog‘liqni saqlash resurslarini samarali boshqarishning strategik mexanizmi sifatida qaralishi lozim.

1.4. Kasalliklar profilaktikasida raqamli texnologiyalardan foydalanishning zamonaviy konsepsiyalari

Kasalliklarning oldini olish zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimining ustuvor yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, profilaktik tibbiyotning asosiy maqsadi kasallik rivojlanishidan oldin xavf omillarini aniqlash, ularni kamaytirish, kasalliklarni erta bosqichda aniqlash va aholining sog‘lom turmush tarzini shakllantirishdan iborat. Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi profilaktik tibbiyotning mazmuni va tashkiliy mexanizmlarini tubdan o‘zgartirmoqda. Bugungi kunda profilaktika faqat tibbiyot muassasasiga murojaat qilgan shaxsga ko‘rsatiladigan xizmat sifatida emas,

balki aholi salomatligini doimiy monitoring qilish, xavfni oldindan baholash va individual hamda hududiy profilaktik choralarni avtomatik ravishda shakllantirishga asoslangan tizim sifatida qaralmoqda.

Raqamli texnologiyalardan foydalanishning zamonaviy konsepsiyasi, avvalo, “reaktiv tibbiyotdan proaktiv profilaktik tibbiyotga o‘tish” tamoyiliga asoslanadi. An’anaviy yondashuvda bemor kasallik belgilari paydo bo‘lgandan keyin tibbiy yordamga murojaat qiladi. Raqamli profilaktika konsepsiyasida esa tibbiy va epidemiologik ma’lumotlar doimiy ravishda yig‘ilib, kasallik xavfi mavjud shaxslar va guruhlar oldindan aniqlanadi. Masalan, elektron tibbiy kartalardagi ma’lumotlar, laboratoriya natijalari, profilaktik ko‘riklar va xavf omillari asosida yurak-qon tomir kasalliklari, qandli diabet yoki boshqa surunkali kasalliklar rivojlanish xavfi yuqori bo‘lgan shaxslarni aniqlash mumkin. Natijada profilaktik choralar kasallik rivojlanishidan oldin amalga oshiriladi.

Zamonaviy raqamli profilaktikaning muhim konsepsiyalaridan biri risk-stratifikatsiya, ya’ni aholini kasallik rivojlanish xavfi darajasiga ko‘ra guruhlashdir. Bunda elektron tibbiy ma’lumotlar, demografik ko‘rsatkichlar, klinik va laboratoriya parametrlar, turmush tarzi hamda boshqa xavf omillari tahlil qilinadi. Aholi shartli ravishda past, o‘rta va yuqori xavf guruhlariga ajratilishi mumkin. Yuqori xavf guruhidagi shaxslar uchun chuqurlashtirilgan tekshiruv, muntazam monitoring yoki individual profilaktik dasturlar belgilanadi. Bunday yondashuv profilaktik resurslarni barcha aholiga bir xil taqsimlash o‘rniga, epidemiologik va klinik ehtiyoj yuqori bo‘lgan guruhlariga yo‘naltirish imkonini beradi.

Individualizatsiyalangan profilaktika ham raqamli sog‘liqni saqlashning muhim konsepsiyasidir. Raqamli texnologiyalar orqali har bir shaxsning yoshi, jinsi, kasallik tarixi, irsiy va klinik xavf omillari, turmush tarzi hamda tibbiy ehtiyojlariga mos profilaktik tavsiyalar ishlab chiqish mumkin. Masalan, arterial bosimi yuqori bo‘lgan shaxsga qon bosimini muntazam nazorat qilish, ovqatlanishni korreksiya qilish va jismoniy faollikni oshirish bo‘yicha individual tavsiyalar berilishi mumkin. Bunday yondashuv profilaktikaning umumiy tavsiyalardan aniq shaxsga yo‘naltirilgan boshqaruvga o‘tishini ta’minlaydi.

Raqamli profilaktikaning yana bir muhim yo‘nalishi raqamli skrining tizimlarini rivojlantirishdir. Elektron platformalar orqali ma’lum yosh yoki xavf guruhiga kiruvchi shaxslarni avtomatik aniqlash, ularni skriningga chaqirish, tekshiruv natijalarini elektron qayd etish va keyingi nazorat muddatlarini belgilash mumkin. Bunda skriningning qamrovi va muntazamligi oshadi. Masalan, onkologik kasalliklar, arterial gipertenziya, qandli diabet va boshqa kasalliklar bo‘yicha skrining dasturlarini raqamli boshqarish orqali kasalliklarni erta aniqlash samaradorligini oshirish mumkin.

Sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish kasalliklar profilaktikasining yangi bosqichini shakllantirmoqda. Ushbu texnologiyalar katta hajmdagi tibbiy va epidemiologik ma’lumotlarni tahlil qilib, kasallik rivojlanishining ehtimolini prognozlash imkonini beradi. Masalan, bemorning yoshi, tana massasi indeksi, arterial bosimi, laboratoriya ko‘rsatkichlari, avvalgi tashxislari va boshqa ma’lumotlari asosida ma’lum kasallik rivojlanish xavfini hisoblash mumkin. Epidemiologik darajada esa sun’iy intellekt kasallanishning mavsumiyligi, hududiy tarqalishi va xavf omillari asosida epidemik vaziyatning kelajakdagi rivojlanishini prognozlashda qo‘llanilishi mumkin.

Raqamli epidemiologik monitoring yuqumli kasalliklar profilaktikasida alohida ahamiyatga ega. Elektron tibbiy ma’lumotlar, laboratoriya natijalari, sanitariya-epidemiologik ma’lumotlar va boshqa manbalarni integratsiyalash orqali kasallanishning real vaqtga yaqin monitoringini tashkil etish mumkin. Agar muayyan hududda kasallanish kutilgan darajadan oshsa, avtomatlashtirilgan tizim tegishli mutaxassislarga signal berishi mumkin. Bu epidemiologik o‘choqlarni erta aniqlash va epidemiyaga qarshi tadbirlarni o‘z vaqtida boshlash imkonini beradi.

GIS texnologiyalari asosidagi profilaktika kasalliklarning geografik tarqalishini tahlil qilish va hududiy xavf zonalarini aniqlashga qaratilgan. Kasallanish ko‘rsatkichlari, aholi zichligi, ekologik holat, sanitariya-gigiyena sharoitlari, ichimlik suvi ta’minoti, migratsiya va boshqa omillar GIS platformasida birlashtirilishi mumkin. Natijada kasalliklarning “issiq nuqtalari” va epidemiologik

xavfi yuqori hududlar aniqlanadi. Ushbu ma'lumotlar asosida profilaktik tadbirlarni hududiy jihatdan differensial rejalashtirish mumkin.

Zamonaviy konsepsiyalardan biri mHealth — mobil sog'liqni saqlash texnologiyalaridan foydalanishdir. Smartfonlar va mobil ilovalar aholining profilaktik jarayondagi ishtirokini kuchaytiradi. Foydalanuvchilarga emlash muddatlari, profilaktik ko'riklar, skrining tekshiruvlari, dori vositalarini qabul qilish va sog'lom turmush tarzi bo'yicha eslatmalar yuborilishi mumkin. Jismoniy faollik, uyqu, yurak urish tezligi, tana vazni kabi ayrim ko'rsatkichlarni monitoring qilish imkonini beruvchi qurilmalar ham sog'lom turmush tarzini shakllantirishda qo'llaniladi.

Telemeditsina asosidagi profilaktika tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyati cheklangan aholi guruhlari uchun muhim ahamiyatga ega. Masofaviy konsultatsiyalar orqali xavf omillarini baholash, profilaktik maslahat berish, surunkali kasalliklarga chalingan bemorlarni kuzatish va kerak bo'lganda mutaxassis konsultatsiyasini tashkil etish mumkin. Telemeditsina birlamchi tibbiy-sanitariya yordami bilan ixtisoslashtirilgan tibbiy yordam o'rtasidagi axborot almashinuvini yaxshilashga ham xizmat qiladi.

Kasalliklar profilaktikasida raqamli xulq-atvor intervensiyalari ham rivojlanmoqda. Bunda mobil ilovalar, SMS-xabarlar, ijtimoiy tarmoqlar va boshqa raqamli kommunikatsiya vositalari orqali aholining sog'lom xulq-atvorini shakllantirishga qaratilgan ta'sirlar amalga oshiriladi. Masalan, chekishni tashlash, jismoniy faollikni oshirish, sog'lom ovqatlanish, vaznni nazorat qilish va profilaktik ko'riklardan o'tish bo'yicha individual eslatmalar va tavsiyalar berilishi mumkin. Ushbu yondashuvda foydalanuvchining xulq-atvori haqidagi ma'lumotlardan foydalanib, tavsiyalarni individual ehtiyojga moslashtirish mumkin.

Raqamli profilaktikaning muhim konsepsiyalaridan yana biri aholining salomatligini boshqarishda raqamli ishtirokni kuchaytirishdir. Zamonaviy texnologiyalar aholiga o'z sog'lig'i haqidagi ma'lumotlarga kirish, profilaktik tadbirlar jadvalini kuzatish, tibbiyot xodimi bilan muloqot qilish va sog'lom turmush tarzi bo'yicha tavsiyalar olish imkonini beradi. Bu "bemor — shifokor"

munosabatlarini o‘zaro axborot almashinuvi va hamkorlikka asoslangan modelga o‘zgartiradi.

Raqamli profilaktikaning samarali ishlashi uchun ma’lumotlarni integratsiyalash va interoperabellik muhim ahamiyatga ega. Elektron tibbiy karta, laboratoriya tizimi, epidemiologik monitoring, GIS, immunizatsiya registri va boshqa axborot tizimlari o‘zaro ma’lumot almasha olishi kerak. Integratsiyalashgan ma’lumotlar bazasi kasallik xavfini kompleks baholash, profilaktik tadbirlarni muvofiqlashtirish va sog‘liqni saqlash resurslarini oqilona taqsimlash imkonini beradi.

Shu bilan birga, raqamli texnologiyalardan foydalanish axborot xavfsizligi, shaxsiy ma’lumotlarni himoya qilish, ma’lumotlar sifati va raqamli tengsizlik kabi muammolarni ham keltirib chiqaradi. Tibbiy ma’lumotlarning maxfiyligini ta’minlash, ma’lumotlarga kirish huquqlarini chegaralash, axborot tizimlarini kiberhujumlardan himoya qilish va raqamli texnologiyalardan foydalanish imkoniyati cheklangan aholining ehtiyojlarini hisobga olish zarur. Shu sababli raqamli profilaktika texnologik innovatsiya bilan bir qatorda tashkiliy, huquqiy, etik va ijtimoiy mexanizmlarga ham tayanishi lozim.

Umuman olganda, kasalliklar profilaktikasida raqamli texnologiyalardan foydalanishning zamonaviy konsepsiyalari proaktiv profilaktika, xavfni stratifikatsiya qilish, individualizatsiyalangan profilaktika, raqamli skrining, real vaqt epidemiologik monitoringi, GIS asosida xavf zonalarini aniqlash, sun’iy intellekt yordamida prognozlash, telemeditsina va mobil sog‘liqni saqlash kabi yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi. Ushbu yondashuvlarning integratsiyasi profilaktik tibbiyotni ma’lumotlarga asoslangan, tezkor, individual va hududiy xavflarga moslashuvchan tizimga aylantiradi. Natijada kasalliklarni faqat paydo bo‘lgandan keyin aniqlash emas, balki ularning rivojlanish ehtimolini oldindan baholash, yuqori xavf guruhlarini aniqlash va profilaktik tadbirlarni oldindan rejalashtirish imkoniyati kengayadi. Shu jihatdan raqamli texnologiyalar sog‘liqni saqlash tizimida profilaktikaning samaradorligini oshirish va aholining salomatligini boshqarishning zamonaviy ilmiy-amaliy vositasi sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

1.5. Raqamli sog‘liqni saqlash tizimlarida interoperabellik va ma’lumotlar almashinuvi

Raqamli sog‘liqni saqlash tizimlarining samarali faoliyat yuritishi turli tibbiy axborot tizimlari, tibbiyot muassasalari, laboratoriyalar, dorixonalar, epidemiologik nazorat xizmatlari va boshqa sog‘liqni saqlash subyektlari o‘rtasida ma’lumotlarning uzluksiz va xavfsiz almashinuviga bevosita bog‘liq. Zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimida katta hajmdagi ma’lumotlar turli manbalarda shakllanadi: elektron tibbiy kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, radiologik tasvirlar, immunizatsiya registrlari, epidemiologik kuzatuv tizimlari, dorixona axborot tizimlari, telemeditsina platformalari va mobil sog‘liqni saqlash ilovalari shular jumlasidandir. Agar ushbu tizimlar bir-biri bilan ma’lumot almasha olmasa, raqamlashtirishdan kutilayotgan samaradorlik to‘liq namoyon bo‘lmaydi. Shu sababli interoperabellik raqamli sog‘liqni saqlashning asosiy texnologik va tashkiliy tamoyillaridan biri hisoblanadi.

Interoperabellik tushunchasi turli axborot tizimlarining ma’lumotlarni almashishi, qabul qilishi, qayta ishlashi va ulardan umumiy maqsadda foydalanish imkoniyatini anglatadi. Bunda gap faqat ma’lumotlarni bir tizimdan ikkinchisiga texnik jihatdan uzatish haqida emas, balki uzatilgan ma’lumotning mazmuni, tuzilishi va ma’nosi boshqa tizim tomonidan to‘g‘ri tushunilishi haqida ham boradi. Masalan, bir tibbiyot muassasasida laboratoriya natijasi elektron shaklda qayd etilib, boshqa muassasaga yuborilganda, qabul qiluvchi tizim ushbu natijani aynan bir xil ma’noda talqin qilishi kerak. Demak, interoperabellik texnik, sintaktik, semantik va tashkiliy darajalarni o‘z ichiga oluvchi kompleks jarayondir.

Texnik interoperabellik turli tizimlarning bir-biri bilan bog‘lanishi va ma’lumot almashishi uchun zarur bo‘lgan apparat, tarmoq va dasturiy vositalarning mavjudligini anglatadi. Bunda serverlar, ma’lumotlar bazalari, internet tarmoqlari, API interfeyslar va ma’lumotlarni uzatish protokollari muhim ahamiyatga ega. Texnik infratuzilma qanchalik rivojlangan bo‘lmasin, tizimlar o‘rtasida yagona ma’lumot almashish qoidalari mavjud bo‘lmasa, to‘liq integratsiyani ta’minlash qiyin.

Sintaktik interoperabellik ma'lumotlarning qanday formatda tuzilishi va uzatilishini belgilaydi. Turli axborot tizimlari ma'lumotlarni bir xil yoki o'zaro mos formatlarda qabul qilishi va qayta ishlashi kerak. Tibbiy axborot almashinuvida standartlashtirilgan formatlardan foydalanish ma'lumotlarning bir tizimdan ikkinchisiga o'tganda buzilmasligini ta'minlaydi. Masalan, bemorning identifikatsiya ma'lumotlari, tashxis, laboratoriya natijalari va davolash haqidagi axborot belgilangan standartlar asosida tuzilishi lozim.

Semantik interoperabellik esa ma'lumotlarning mazmuniy jihatdan bir xil talqin qilinishini ta'minlaydi. Bu ayniqsa tibbiyotda muhim, chunki bir xil klinik holat turli tizimlarda turlicha nomlanishi yoki kodlanishi mumkin. Tashxislar, laboratoriya tekshiruvlari, dori vositalari va klinik holatlarni yagona terminologik va kodlash tizimlari asosida ifodalash ma'lumotlarni avtomatlashtirilgan qayta ishlash va tahlil qilish imkoniyatini oshiradi. Semantik moslik bo'lmasa, katta hajmdagi tibbiy ma'lumotlarni birlashtirish va sun'iy intellekt yordamida tahlil qilishda xatolar yuzaga kelishi mumkin.

Tashkiliy interoperabellik esa turli tibbiyot muassasalari va tashkilotlar o'rtasida ma'lumot almashishning huquqiy, boshqaruv va tashkiliy mexanizmlarini qamrab oladi. Ma'lumotni kim kiritishi, kim ko'rishi, qaysi maqsadda foydalanishi, qancha muddat saqlanishi va qaysi tashkilotlar o'rtasida almashilishi mumkinligi aniq belgilangan bo'lishi kerak. Shu sababli interoperabellik faqat axborot texnologiyalari mutaxassislarining vazifasi emas, balki sog'liqni saqlashni boshqarish, tibbiy standartlashtirish va huquqiy tartibga solish bilan bog'liq kompleks masaladir.

Raqamli sog'liqni saqlash tizimlarida ma'lumotlar almashinuvinin eng muhim yo'nalishlaridan biri elektron tibbiy karta va laboratoriya axborot tizimlarining integratsiyasidir. Bemor tibbiyot muassasasiga murojaat qilganda shifokor laboratoriya tekshiruviga elektron buyurtma yuborishi, biologik namuna laboratoriyada identifikatsiya qilinishi va tekshiruv natijasi avtomatik tarzda elektron tibbiy kartaga qaytarilishi mumkin. Bunday tizim qo'lda ma'lumot kiritish

ehtiyojini kamaytiradi, natijalarni yetkazish tezligini oshiradi va ma'lumotlarning yo'qolishi yoki noto'g'ri kiritilishi xavfini pasaytiradi.

Epidemiologik nazorat tizimlari bilan integratsiya kasalliklar profilaktikasi uchun ayniqsa muhimdir. Masalan, birlamchi tibbiy-sanitariya muassasasida yuqumli kasallik gumon qilingan bemor aniqlanganda, uning asosiy epidemiologik va laboratoriya ma'lumotlari tegishli elektron epidemiologik monitoring tizimiga uzatilishi mumkin. Laboratoriyada infeksiya tasdiqlangach, natija avtomatik ravishda epidemiologik tizimda aks etadi. Bu epidemiologik vaziyatni tezkor baholash, o'choqlarni aniqlash va epidemiyaga qarshi tadbirlarni o'z vaqtida tashkil etishga yordam beradi.

Ma'lumotlar almashinuvining yana bir muhim yo'nalishi immunizatsiya registrlari bilan bog'liq. Elektron emlash tizimlari orqali shaxsning emlash tarixi, vaksina turi, dozasi, emlash sanasi va keyingi emlash muddatlari yagona elektron bazada yuritilishi mumkin. Ushbu ma'lumotlarning birlamchi tibbiy-sanitariya yordamidagi elektron tizimlar bilan integratsiyasi immunizatsiya qamrovini nazorat qilish, emlashdan ortda qolgan shaxslarni aniqlash va profilaktik tadbirlarni rejalashtirish imkonini beradi.

Interoperabellik GIS va epidemiologik ma'lumotlar bazalarining integratsiyasi uchun ham muhimdir. Elektron tibbiy tizimlardan olingan kasallanish ma'lumotlari geografik ma'lumotlar bilan bog'langanda, kasalliklarning hududiy tarqalishini xaritalash va epidemiologik xavf zonalarini aniqlash mumkin. Masalan, kasallanishning ma'lum hududda oshishi GIS xaritasida aks ettirilib, ushbu hududda sanitariya-gigiyena sharoitlari, aholi zichligi, suv ta'minoti va boshqa xavf omillari bilan bog'liq holda tahlil qilinadi.

Ma'lumotlar almashinuvi sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar texnologiyalarini rivojlantirish uchun ham asos yaratadi. Sun'iy intellekt algoritmalarining samarali ishlashi uchun katta hajmdagi sifatli va standartlashtirilgan ma'lumotlar zarur. Agar elektron tibbiy kartalar, laboratoriya natijalari, epidemiologik ma'lumotlar va GIS ma'lumotlari yagona raqamli muhitga integratsiyalashsa, kasalliklarni prognozlash, xavf guruhlarini aniqlash va profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlash imkoniyatlari

kengayadi. Shu sababli interoperabellik kelajakdagi sun'iy intellektga asoslangan sog'liqni saqlash tizimining fundamental shartlaridan biridir.

Raqamli tizimlar o'rtasidagi ma'lumot almashinuvida xalqaro standartlar muhim rol o'ynaydi. Tibbiy axborot tizimlari o'rtasida ma'lumot almashishni standartlashtirish uchun HL7, FHIR, DICOM kabi standartlardan foydalanish mumkin. FHIR zamonaviy veb-texnologiyalarga asoslangan holda sog'liq haqidagi ma'lumotlarni turli tizimlar o'rtasida almashish uchun qo'llanadigan standartlardan biri hisoblanadi. DICOM esa tibbiy tasvirlar, jumladan rentgen, KT va MRT tasvirlarini saqlash va almashish uchun keng qo'llanadi. Standartlardan foydalanish turli ishlab chiqaruvchilarning dasturiy tizimlari o'rtasidagi moslikni yaxshilaydi.

Interoperabellikni ta'minlashda bemorni yagona identifikatsiya qilish ham katta ahamiyatga ega. Agar bir shaxs turli tibbiyot muassasalarida turlicha identifikatsiya qilinsa, uning ma'lumotlari bir nechta alohida yozuvlarga bo'linib ketishi mumkin. Yagona identifikator yoki ishonchli identifikatsiya mexanizmi bemorning turli tibbiy ma'lumotlarini birlashtirishga yordam beradi. Shu bilan birga, shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish talablari qat'iy bajarilishi lozim.

Raqamli ma'lumotlar almashinuvida axborot xavfsizligi va maxfiylik alohida o'rin tutadi. Tibbiy ma'lumotlar shaxsiy va maxfiy axborot bo'lganligi sababli ularni uzatish, saqlash va qayta ishlash jarayonlarida ruxsatsiz kirishdan himoya qilish zarur. Ma'lumotlarni shifrlash, foydalanuvchini autentifikatsiya qilish, kirish huquqlarini darajalash, audit jurnallarini yuritish va zaxira nusxalarini yaratish asosiy xavfsizlik choralariga kiradi. Bundan tashqari, tibbiy ma'lumotlardan ilmiy tadqiqot yoki statistik tahlil uchun foydalanilganda shaxsni aniqlash imkonini beruvchi ma'lumotlarni himoyalash yoki tegishli tartibda anonimlashtirish talab etiladi.

Interoperabellikni joriy etishda bir qator muammolar mavjud. Ular orasida turli tibbiyot muassasalarida qo'llanilayotgan axborot tizimlarining texnik jihatdan farqlanishi, eski dasturiy ta'minot, yagona standartlarning yetarli darajada joriy etilmaganligi, ma'lumotlarning sifati va to'liqligi, internet infratuzilmasining hududlar bo'yicha farqlanishi hamda tibbiyot xodimlarining raqamli

kompetensiyalari turlicha ekanligi muhim o‘rin tutadi. Shuningdek, turli tashkilotlar o‘rtasida ma’lumot almashishning huquqiy va tashkiliy mexanizmlari aniq belgilanishi zarur.

Mazkur muammolarni bartaraf etish uchun sog‘liqni saqlash tizimida yagona raqamli arxitektura va interoperabellik siyosatini shakllantirish muhimdir. Bunda yagona ma’lumotlar standartlarini ishlab chiqish, tibbiy terminologiyani standartlashtirish, elektron identifikatsiya tizimini joriy etish, axborot tizimlarini API va standart protokollar orqali integratsiyalash, kiberxavfsizlikni kuchaytirish hamda tibbiyot xodimlarining raqamli kompetensiyalarini oshirishga e’tibor qaratish lozim.

Umuman olganda, interoperabellik raqamli sog‘liqni saqlash tizimlarining alohida texnologik funksiyasi emas, balki tibbiy ma’lumotlarning uzluksizligi va sog‘liqni saqlash tizimining yagona axborot makonini shakllantirishning fundamental sharti hisoblanadi. Elektron tibbiy kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, immunizatsiya registrlari, epidemiologik monitoring, GIS, telemeditsina va sun’iy intellekt tizimlarining o‘zaro integratsiyasi tibbiy xizmat sifatini oshirish, kasalliklarni erta aniqlash, epidemiologik xavfni baholash va profilaktik tadbirlarni samarali tashkil etish imkonini beradi. Shu sababli sog‘liqni saqlash tizimini raqamlashtirishning keyingi bosqichida asosiy e’tibor faqat yangi axborot tizimlarini joriy etishga emas, balki ularning o‘zaro ishlashi, ma’lumotlarning yagona standartlarda almashinuvi, xavfsizligi va amaliy qarorlar qabul qilish jarayoniga integratsiyasini ta’minlashga qaratilishi lozim.

II BOB. KASALLIKLAR PROFILAKTIKASIDA RAQAMLI EPIDEMIOLOGIK MONITORING VA AXBOROT TIZIMLARI

2.1. Epidemiologik monitoringning zamonaviy raqamli modeli

Epidemiologik monitoring yuqumli va yuqumli bo‘lmagan kasalliklarning tarqalishi, dinamikasi, xavf omillari hamda ularning hududiy xususiyatlarini muntazam kuzatish, tahlil qilish va baholashga qaratilgan sog‘liqni saqlash tizimining muhim tarkibiy qismidir. Zamonaviy sharoitda epidemiologik

vaziyatning tez o'zgarishi, aholi migratsiyasining kuchayishi, urbanizatsiya, iqlim o'zgarishi, yangi va qayta paydo bo'layotgan infeksiyalar hamda katta hajmdagi tibbiy ma'lumotlarning shakllanishi epidemiologik monitoringning an'anaviy usullarini raqamli texnologiyalar bilan takomillashtirishni talab etmoqda. Shu nuqtayi nazardan, epidemiologik monitoringning zamonaviy raqamli modeli kasalliklar to'g'risidagi ma'lumotlarni avtomatlashtirilgan tarzda yig'ish, yagona axborot makonida integratsiyalash, real vaqtga yaqin rejimda tahlil qilish, epidemiologik xavfni prognozlash va profilaktik qarorlarni tezkor qabul qilishga asoslangan kompleks tizim sifatida qaraladi.

Zamonaviy raqamli epidemiologik monitoring modelining asosiy maqsadi epidemiologik jarayonlar to'g'risidagi ma'lumotlarni imkon qadar erta, to'liq, aniq va tezkor olish hamda ushbu ma'lumotlardan epidemiyaga qarshi va profilaktik tadbirlarni boshqarishda foydalanishdan iborat. An'anaviy monitoringda ma'lumotlar ko'pincha qog'oz shaklida yoki alohida statistik hisobotlar orqali yig'ilib, yuqori turuvchi tashkilotlarga ma'lum vaqt oralig'ida yuboriladi. Raqamli modelda esa ma'lumotlar birlamchi tibbiy-sanitariya muassasalari, shifoxonalar, laboratoriyalar, tez tibbiy yordam xizmatlari, sanitariya-epidemiologiya bo'linmalari va boshqa manbalardan elektron shaklda avtomatik yoki yarim avtomatik tarzda olinadi.

Raqamli epidemiologik monitoring modelining birinchi bosqichi ma'lumotlarni yig'ish hisoblanadi. Ushbu bosqichda kasallanish holatlari, bemorning yoshi va jinsi, yashash hududi, klinik belgilari, laboratoriya natijalari, epidemiologik anamnezi, kasallikning boshlanish sanasi va boshqa muhim ko'rsatkichlar elektron shaklda qayd etiladi. Yuqumli kasalliklarda laboratoriya diagnostikasi natijalari alohida ahamiyatga ega. Masalan, PCR, immunologik yoki mikrobiologik tekshiruv natijalarining elektron epidemiologik tizimga integratsiyasi kasallik etiologiyasini tezkor aniqlash va epidemiologik vaziyatni aniqroq baholash imkonini beradi.

Laboratoriya axborot tizimlarining epidemiologik monitoring bilan integratsiyasi zamonaviy raqamli modelning muhim xususiyatlaridan biridir. Laboratoriyada aniqlangan musbat natija avtomatik ravishda epidemiologik monitoring tizimida aks

ettirilishi mumkin. Bu ma'lumotlarni qo'lda qayta kiritish ehtiyojini kamaytiradi, vaqtni tejaydi va inson omili bilan bog'liq xatolarni kamaytiradi. Ayniqsa, respirator infeksiyalar, o'tkir ichak infeksiyalari, virusli gepatitlar, OIV infeksiyasi va boshqa yuqumli kasalliklar bo'yicha laboratoriya ma'lumotlarining tezkor integratsiyasi epidemiologik nazorat samaradorligini oshiradi.

Raqamli modelning ikkinchi bosqichi ma'lumotlarni integratsiyalash va yagona ma'lumotlar bazasini shakllantirishdan iborat. Turli tibbiyot muassasalarida shakllangan ma'lumotlar yagona platformaga birlashtiriladi. Bunda elektron tibbiy kartalar, laboratoriya natijalari, immunizatsiya registrlari, epidemiologik xabarlar, statsionar ma'lumotlari va boshqa manbalar o'zaro bog'lanadi. Interoperabellik tamoyillari asosida tashkil etilgan bunday tizim epidemiologik vaziyatni alohida manbalar emas, balki kompleks ma'lumotlar asosida baholash imkonini beradi.

Geografik axborot tizimlari (GIS) zamonaviy epidemiologik monitoring modelining muhim komponentidir. Kasallik holatlarini geografik ma'lumotlar bilan bog'lash orqali ularning hududiy tarqalishi interaktiv xaritalarda aks ettiriladi. GIS yordamida kasallanish darajasi yuqori bo'lgan hududlar, epidemik o'choqlar, "issiq nuqtalar", xavfli hududlar va kasallik tarqalishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin bo'lgan ekologik yoki ijtimoiy omillar aniqlanadi. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalari bo'yicha kasallanish ko'rsatkichlarini ichimlik suvi ta'minoti, sanitariya holati va aholi zichligi bilan birgalikda xaritalash orqali epidemiologik xavf zonalarini aniqlash mumkin.

Zamonaviy raqamli modelning navbatdagi bosqichi avtomatlashtirilgan tahlil va epidemiologik indikatorlarni hisoblashdir. Tizim kasallanish darajasi, o'sish sur'ati, mavsumiylik, yosh va jins bo'yicha taqsimlanish, hududiy farqlar, o'lim ko'rsatkichi, laboratoriya tasdiqlanish darajasi va boshqa epidemiologik indikatorlarni avtomatik hisoblaydi. Dinamik qatorlar yordamida joriy epidemiologik vaziyat avvalgi yillar ko'rsatkichlari bilan taqqoslanadi. Bu esa odatiy epidemiologik fonning o'zgarishini tezda aniqlash imkonini beradi.

Raqamli epidemiologik monitoringning muhim afzalligi erta ogohlantirish tizimini (Early Warning System) shakllantirish imkoniyatidir. Tizim ma'lum bir kasallik

bo'yicha kuzatilayotgan ko'rsatkichlar belgilangan epidemiologik chegaradan oshganda avtomatik signal yaratishi mumkin. Masalan, ma'lum bir hududda o'tkir respirator infeksiyalar yoki o'tkir ichak infeksiyalari sonining odatdagi ko'rsatkichdan keskin oshishi aniqlansa, epidemiologik xizmatga avtomatik xabar yuboriladi. Bu epidemiologga vaziyatni chuqurroq tekshirish va zarur hollarda epidemiyaga qarshi choralarni tezkor boshlash imkonini beradi.

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish zamonaviy epidemiologik monitoringning istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. Katta hajmdagi epidemiologik ma'lumotlarni tahlil qilish orqali sun'iy intellekt kasallanish dinamikasidagi yashirin qonuniyatlarni aniqlashi, epidemik xavfni baholashi va kelajakdagi epidemiologik vaziyatni prognozlashga yordam berishi mumkin. Masalan, kasallanishning oldingi yillardagi dinamikasi, mavsumiylik, meteorologik ko'rsatkichlar, aholi zichligi, migratsiya va boshqa omillar asosida ma'lum kasallik bo'yicha xavf darajasini prognozlash modeli ishlab chiqilishi mumkin.

Raqamli monitoring modelida epidemiologik prognozlash alohida o'rin tutadi. Prognozlash orqali kelgusi kunlar, haftalar yoki oylar davomida kasallanish ehtimoliy dinamikasini baholash mumkin. Bu sog'liqni saqlash resurslarini oldindan rejalashtirish, laboratoriya quvvatlarini tayyorlash, dori vositalari va tibbiy buyumlar ehtiyojini hisoblash, tibbiyot xodimlarini safarbar qilish hamda profilaktik tadbirlarni kuchaytirish uchun muhimdir.

Zamonaviy epidemiologik monitoringda mobil texnologiyalar ham keng imkoniyat yaratadi. Tibbiyot xodimlari mobil qurilmalar orqali epidemiologik o'choqlardagi ma'lumotlarni bevosita joyning o'zida elektron tizimga kiritishi mumkin. Masalan, epidemiologik tekshiruv davomida bemorlar, kontakt shaxslar, o'choqning geografik koordinatalari, sanitariya holati va amalga oshirilgan tadbirlar haqidagi ma'lumotlar planshet yoki smartfon orqali tizimga yuboriladi. Bu ma'lumotlarning markaziy bazaga tezkor yetib borishini ta'minlaydi.

Kontaktlarni raqamli kuzatish ayrim yuqumli kasalliklar bo'yicha epidemiyaga qarshi tadbirlarni takomillashtirish imkonini beradi. Epidemiologik o'choqda aniqlangan bemor bilan aloqada bo'lgan shaxslar elektron ro'yxatga olinib, ularning

tibbiy kuzatuv, laboratoriya tekshiruvlari va zarur profilaktik tadbirlari monitoring qilinishi mumkin. Bunda shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish va tegishli huquqiy talablar qat'iy ta'minlanishi kerak.

Raqamli epidemiologik monitoring modeli profilaktik tadbirlarni boshqarish bilan bevosita bog'liq. Tizim orqali yuqori xavfli hududlar aniqlangach, ularga yo'naltiriladigan profilaktik resurslar differensial tarzda rejalashtiriladi. Masalan, emlash qamrovi past bo'lgan hududlarda immunoprofilaktika tadbirlarini kuchaytirish, ichak infeksiyalari yuqori hududlarda sanitariya-gigiyena tadbirlarini kuchaytirish yoki respirator infeksiyalar ko'paygan hududlarda epidemiologik nazoratni kuchaytirish mumkin.

Raqamli modelning yana bir muhim xususiyati **vizual analitik panellar (boshqaruv paneli)**dan foydalanishdir. Boshqaruv panellarida kasallanish ko'rsatkichlari, hududlar kesimidagi epidemiologik vaziyat, laboratoriya natijalari, kasalliklarning mavsumiy dinamikasi va xavf indikatorlari grafik, jadval va interaktiv xaritalar ko'rinishida aks ettiriladi. Bunday vizualizatsiya epidemiologlar va sog'liqni saqlash rahbarlariga katta hajmdagi ma'lumotlarni qisqa vaqt ichida tushunish va boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkonini beradi.

Biroq raqamli epidemiologik monitoringni joriy etishda ma'lumotlarning sifati, axborot xavfsizligi va maxfiyligi muhim muammo hisoblanadi. Noto'g'ri yoki to'liq bo'lmagan ma'lumotlar epidemiologik tahlil natijalarining ishonchliligini pasaytirishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarni standartlashtirish, validatsiya qilish, dublikatlarni aniqlash, ma'lumotlarni muntazam yangilash va tibbiyot xodimlarining raqamli kompetensiyalarini oshirish zarur. Shuningdek, bemorlarning shaxsiy ma'lumotlari himoyalaniishi, tizimga kirish huquqlari darajalarga ajratilishi va ma'lumotlarni uzatish hamda saqlash jarayonlari xavfsiz tashkil etilishi lozim.

Umuman olganda, epidemiologik monitoringning zamonaviy raqamli modeli ma'lumotlarni yig'ish, integratsiyalash, avtomatik tahlil qilish, GIS orqali vizualizatsiya, sun'iy intellekt asosida prognozlash, erta ogohlantirish va profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlashning yagona tizimini tashkil etadi. Bunday model epidemiologik vaziyatni faqat retrospektiv baholashdan real vaqtga yaqin

monitoring va proaktiv boshqaruvga o'tish imkonini beradi. Natijada kasalliklarning erta aniqlanishi, epidemik xavfni tezkor baholash, profilaktik resurslarni xavf darajasiga muvofiq taqsimlash va epidemiyaga qarshi tadbirlarning samaradorligini oshirish mumkin. Shu jihatdan raqamli epidemiologik monitoring zamonaviy profilaktik tibbiyot va sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirishning eng muhim amaliy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

2.2. Elektron tibbiy ma'lumotlar bazasining kasalliklar profilaktikasidagi ahamiyati

Zamonaviy sog'liqni saqlash tizimida kasalliklarning oldini olish, epidemiologik vaziyatni baholash va aholi salomatligini samarali boshqarish tibbiy ma'lumotlarni tezkor yig'ish, saqlash, tahlil qilish hamda ulardan amaliyotda foydalanishga bevosita bog'liq. Shu nuqtai nazardan, elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi sog'liqni saqlash tizimining muhim raqamli infratuzilmalaridan biri hisoblanadi. Elektron ma'lumotlar bazasi bemorlarning tibbiy tarixi, laboratoriya va instrumental tekshiruv natijalari, tashxislar, davolash jarayoni, emlash holati, xavf omillari va profilaktik tadbirlar haqidagi ma'lumotlarni yagona raqamli muhitda tizimlashtirish imkonini beradi.

Elektron tibbiy ma'lumotlar bazasining asosiy afzalliklaridan biri kasalliklarni erta aniqlash va xavf guruhlarini shakllantirish imkoniyatidir. An'anaviy qog'oz shaklidagi tibbiy hujjatlarda ma'lumotlarni izlash, taqqoslash va umumlashtirish ko'p vaqt talab qiladi. Elektron tizimda esa bemorning oldingi murojaatlari, laboratoriya natijalari, surunkali kasalliklari, emlash holati va boshqa epidemiologik jihatdan muhim ko'rsatkichlari tezkor ravishda aniqlanishi mumkin. Bu, ayniqsa, yuqumli va yuqumsiz kasalliklarning xavf guruhlarini aniqlashda katta ahamiyatga ega.

Elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi epidemiologik nazoratni takomillashtirishning muhim vositasidir. Yuqumli kasalliklar to'g'risidagi ma'lumotlarning markazlashtirilgan tarzda yig'ilishi kasallanish dinamikasini real vaqtga yaqin rejimda kuzatish imkonini beradi. Kasallik holatlarining hududlar, yosh guruhleri, jins, mavsum, ijtimoiy omillar va boshqa epidemiologik belgilar bo'yicha

taqsimlanishini tahlil qilish orqali kasalliklarning tarqalish qonuniyatlari aniqlanadi. Natijada epidemiologik vaziyat yomonlashayotgan hududlar yoki aholi guruhlari o'z vaqtida aniqlanib, ularga nisbatan maqsadli profilaktik choralar ishlab chiqiladi.

Elektron ma'lumotlar bazasi infeksiyon kasalliklar o'choqlarini tezkor aniqlashda ham muhim ahamiyatga ega. Masalan, ma'lum bir hududda ichak infeksiyalari bilan kasallanish holatlarining qisqa vaqt ichida ko'payishi elektron monitoring tizimi orqali aniqlanishi mumkin. Bunday ma'lumotlar epidemiologga kasallanishning hududiy va vaqt bo'yicha o'zgarishini baholash, ehtimoliy yuqish omillarini aniqlash va epidemiyaga qarshi tadbirlarni o'z vaqtida tashkil etish imkonini beradi. Shu bilan birga, laboratoriya diagnostikasi natijalarini elektron bazaga integratsiya qilish kasallik etiologiyasini tezkor aniqlash va turli qo'zg'atuvchilar bo'yicha epidemiologik vaziyatni baholash imkoniyatini oshiradi.

Profilaktik tibbiyotda elektron tibbiy ma'lumotlar bazasining yana bir muhim yo'nalishi immunoprofilaktikani nazorat qilishdir. Aholining emlash holati to'g'risidagi ma'lumotlarni elektron shaklda yuritish orqali qaysi shaxslar yoki guruhlar ma'lum vaksinalarni olgani, revaksinatsiyaga muhtojligi yoki emlashdan chetda qolganini aniqlash mumkin. Ayniqsa, bolalar orasida emlash qamrovini monitoring qilish yuqumli kasalliklarning oldini olishda katta amaliy ahamiyatga ega. Elektron tizim orqali emlash muddatlarini nazorat qilish va profilaktik tadbirlarni rejalashtirish inson omili bilan bog'liq xatolarni kamaytiradi.

Elektron ma'lumotlar bazasi yuqumsiz kasalliklarning profilaktikasida ham keng qo'llanilishi mumkin. Arterial gipertoniya, qandli diabet, yurak-qon tomir kasalliklari, semirish va onkologik kasalliklar kabi patologiyalar bo'yicha ma'lumotlarni uzoq muddat davomida to'plash va tahlil qilish yuqori xavf guruhlarini aniqlash imkonini beradi. Masalan, arterial qon bosimi, tana massasi indeksi, glyukoza miqdori va lipid almashinuvi ko'rsatkichlarining dinamikasi elektron bazada kuzatilib, kasallik rivojlanish xavfi yuqori bo'lgan shaxslar uchun individual profilaktik dasturlar ishlab chiqilishi mumkin.

Elektron ma'lumotlar bazasining kasalliklar profilaktikasidagi samaradorligi uning turli axborot tizimlari bilan integratsiyalashuviga ham bog'liq. Birlamchi tibbiy-

sanitariya yordami muassasalari, shifoxonalar, laboratoriyalar, epidemiologik nazorat xizmatlari va boshqa tibbiyot tashkilotlari o'rtasida ma'lumot almashinuvi ta'minlanganda bemor to'g'risidagi axborotning uzluksizligi va to'liqligi oshadi. Interoperabellik tamoyillariga asoslangan tizimlar ma'lumotlarni turli platformalar o'rtasida standartlashtirilgan shaklda almashish imkonini beradi. Bu esa takroriy tekshiruvlarni kamaytirish, diagnostik jarayonni tezlashtirish va profilaktik tadbirlarning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi epidemiologik tahlil va prognozlash uchun ham muhim axborot manbai hisoblanadi. Unda uzoq yillar davomida to'plangan ma'lumotlar asosida kasallanishning ko'p yillik dinamikasi, mavsumiyliги, hududiy xususiyatlari va xavf omillari aniqlanadi. Zamonaviy statistik va matematik modellash usullaridan foydalanish orqali kelgusidagi epidemiologik vaziyatni prognoz qilish mumkin. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarida kasallanishning mavsumiy o'zgarishi, yosh guruhlari bo'yicha taqsimlanishi va qo'zg'atuvchilar tarkibini elektron ma'lumotlar bazasi asosida tahlil qilish profilaktik tadbirlarni kasallanish ko'payishidan oldin rejalashtirish imkonini beradi.

Shuningdek, elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi individual profilaktikani rivojlantirishga yordam beradi. Har bir bemorning individual xavf omillari hisobga olinib, unga mos profilaktik tavsiyalar ishlab chiqilishi mumkin. Masalan, yurak-qon tomir kasalliklari xavfi yuqori bo'lgan shaxslar muntazam tibbiy ko'rikka chaqirilishi, emlashdan chetda qolgan shaxslar to'g'risida xabarnoma yuborilishi yoki laboratoriya ko'rsatkichlari o'zgarishi aniqlangan bemorlar qo'shimcha tekshiruvga yo'naltirilishi mumkin. Bunday yondashuv "reaktiv tibbiyot"dan "profilaktik va proaktiv tibbiyot"ga o'tishni ta'minlaydi.

Elektron ma'lumotlar bazasidan foydalanishda axborot xavfsizligi va bemorlarning shaxsiy ma'lumotlarini himoya qilish alohida ahamiyatga ega. Tibbiy ma'lumotlar maxfiy axborot hisoblanganligi sababli ularga kirishni boshqarish, autentifikatsiya, ma'lumotlarni shifrlash, zaxira nusxalarini yaratish va foydalanuvchilarning huquqlarini differensiallashtirish kabi choralar amalga oshirilishi zarur. Shuningdek, ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlashda amaldagi qonunchilik va tibbiy axborot

xavfsizligi talablariga rioya qilish elektron sog‘liqni saqlash tizimining ishonchliligini ta’minlaydi.

Xulosa qilib aytganda, elektron tibbiy ma’lumotlar bazasi kasalliklarning profilaktikasini zamonaviy raqamli texnologiyalar asosida tashkil etishning muhim vositasidir. U kasalliklarni erta aniqlash, xavf guruhlarini shakllantirish, epidemiologik vaziyatni monitoring qilish, emlash jarayonlarini nazorat qilish, profilaktik tadbirlarni rejalashtirish va ularning samaradorligini baholash imkonini beradi. Elektron ma’lumotlarni laboratoriya diagnostikasi, epidemiologik monitoring va statistik tahlil tizimlari bilan integratsiyalash kelajakda sog‘liqni saqlash tizimining tezkorligi va samaradorligini yanada oshiradi. Shu sababli elektron tibbiy ma’lumotlar bazasini rivojlantirish nafaqat tibbiy xizmat sifatini yaxshilash, balki aholi salomatligini muhofaza qilish va kasalliklarning oldini olishga qaratilgan samarali boshqaruv qarorlarini qabul qilishning muhim sharti hisoblanadi.

2.3. Elektron epidemiologik nazorat tizimlari

Elektron epidemiologik nazorat tizimlari zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimining muhim raqamli yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, yuqumli kasalliklarning tarqalishini uzluksiz kuzatish, epidemiologik vaziyatni tezkor baholash, xavf omillarini aniqlash va epidemiyaga qarshi chora-tadbirlarni o‘z vaqtida tashkil etish imkonini beradi. An’anaviy epidemiologik nazorat tizimlarida ma’lumotlarni qog‘oz shaklida yig‘ish, umumlashtirish va yuqori tashkilotlarga yetkazish ko‘p vaqt talab qilgan. Elektron tizimlarda esa ma’lumotlar raqamli shaklda avtomatik yoki yarim avtomatik tarzda yig‘ilib, markaziy ma’lumotlar bazasiga uzatiladi va zamonaviy analitik vositalar yordamida qayta ishlanadi.

Elektron epidemiologik nazoratning asosiy vazifasi aholi orasida kasallanish holatlari to‘g‘risidagi ma’lumotlarni tezkor yig‘ish va epidemiologik jihatdan tahlil qilishdan iborat. Tizimga bemorning yoshi, jinsi, yashash hududi, kasallik boshlangan sana, klinik tashxis, laboratoriya tekshiruv natijalari, kasallikning og‘irlik darajasi, ehtimoliy yuqish omillari va epidemiologik anamnez kabi ma’lumotlar kiritilishi mumkin. Mazkur ma’lumotlarning yagona elektron bazada

jamlanishi kasalliklarning hududiy va vaqt bo'yicha tarqalishini aniqlash imkonini beradi.

Elektron epidemiologik nazorat tizimlarining muhim afzalligi kasallik holatlarini real vaqtga yaqin rejimda kuzatish imkoniyatidir. Masalan, ma'lum bir hududda o'tkir ichak infeksiyalari, gripp, qizamiq yoki boshqa yuqumli kasalliklar bilan kasallanish holatlari keskin oshsa, tizim ushbu o'zgarishni avtomatik ravishda aniqlashi va mas'ul mutaxassislariga signal berishi mumkin. Bunday yondashuv epidemiologik xavfni erta aniqlash va epidemiyaning keng tarqalishidan oldin profilaktik hamda epidemiyaga qarshi tadbirlarni boshlash uchun sharoit yaratadi.

Elektron epidemiologik nazorat tizimlarida laboratoriya ma'lumotlarining integratsiyasi alohida ahamiyatga ega. Bemorlarning biologik namunalarini tekshirish natijalari, jumladan, bakterial ekish, immunologik testlar va polimeraza zanjir reaksiyasi (PCR) natijalari elektron tizimga kiritilganda, klinik va laboratoriya ma'lumotlari yagona axborot muhitida birlashtiriladi. Bu kasallik qo'zg'atuvchilarining etiologik tarkibini aniqlash, yangi yoki kam uchraydigan patogenlarning paydo bo'lishini kuzatish va epidemiologik vaziyatni yanada aniq baholash imkonini beradi.

Elektron epidemiologik nazorat hududiy monitoringni takomillashtirishda ham muhim vositadir. Geografik axborot tizimlari (GIS) bilan integratsiyalangan elektron platformalar yordamida kasallik holatlarini xaritada ko'rsatish, kasallanish darajasi yuqori bo'lgan hududlarni aniqlash va epidemiologik o'choqlarning hududiy chegaralarini baholash mumkin. Raqamli epidemiologik xaritalar kasalliklarning tarqalish yo'nalishlarini vizual ko'rsatish bilan birga, profilaktik resurslarni eng xavfli hududlarga yo'naltirish imkonini beradi.

Elektron nazorat tizimlarining yana bir muhim funksiyasi epidemiologik ogohlantirishlarni avtomatlashtirishdir. Tizimda kasallanishning ma'lum epidemiologik chegaralari yoki indikatorlari belgilanadi. Ushbu chegaralar oshib ketganda avtomatik signal shakllantirilishi mumkin. Masalan, ma'lum hududda qisqa vaqt ichida bir xil etiologiyaga ega kasalliklarning ko'payishi, bir nechta bog'liq epidemiologik holatlarning aniqlanishi yoki laboratoriya natijalarida

ma'lum patogenning keskin ko'payishi favqulodda epidemiologik tekshiruv o'tkazish uchun asos bo'lishi mumkin.

Elektron epidemiologik nazorat tizimlari retrospektiv va operativ epidemiologik tahlilni uyg'unlashtirish imkonini beradi. Retrospektiv tahlil yordamida kasallikning ko'p yillik dinamikasi, mavsumiyligi, hududiy xususiyatlari va xavf omillari o'rganiladi. Operativ tahlil esa ayni vaqtdagi epidemiologik vaziyatni baholashga qaratiladi. Ushbu ikki yo'nalishning elektron platformada birlashtirilishi epidemiologik vaziyatni chuqurroq tushunish va ilmiy asoslangan boshqaruv qarorlarini qabul qilishga yordam beradi.

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish texnologiyalarining rivojlanishi elektron epidemiologik nazorat tizimlarining imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda. Katta hajmdagi epidemiologik ma'lumotlar asosida kasallanish dinamikasini prognoz qilish, yuqori xavfli hududlarni aniqlash, mavsumiy epidemiyalarni oldindan baholash va turli xavf omillari o'rtasidagi murakkab bog'liqliklarni aniqlash mumkin. Bunday texnologiyalar epidemiologga qaror qabul qilishda yordam beruvchi analitik vosita sifatida xizmat qiladi.

Elektron epidemiologik nazorat tizimlari profilaktik tadbirlarni rejalashtirish va baholash uchun ham katta ahamiyatga ega. Masalan, emlash qamrovi, kasallanish darajasi, epidemiyaga qarshi tadbirlarning o'z vaqtida bajarilishi va laboratoriya diagnostikasi samaradorligi elektron tarzda monitoring qilinishi mumkin. Natijada profilaktik tadbirlarning qaysi hudud yoki aholi guruhida yetarli darajada amalga oshirilmayotgani aniqlanib, mavjud resurslarni qayta taqsimlash imkoniyati paydo bo'ladi.

Bunday tizimlarni samarali ishlatish uchun ma'lumotlarning sifati muhim hisoblanadi. Elektron bazaga noto'g'ri, to'liq bo'lmagan yoki kechiktirilgan ma'lumotlarning kiritilishi epidemiologik tahlil natijalarining ishonchliligini pasaytirishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarni standartlashtirish, yagona kodlash tizimlaridan foydalanish, ma'lumotlarni muntazam tekshirish va tibbiyot xodimlarini raqamli texnologiyalardan foydalanishga o'rgatish zarur.

Axborot xavfsizligi ham elektron epidemiologik nazoratning muhim tarkibiy qismidir. Epidemiologik ma'lumotlar ko'pincha bemorlarning shaxsiy va tibbiy ma'lumotlarini o'z ichiga oladi. Shu sababli ma'lumotlarni himoyalash, foydalanuvchilarning tizimga kirish huquqlarini chegaralash, autentifikatsiya, shifrlash, zaxira nusxalarini yaratish va ma'lumotlardan foydalanish tarixini qayd etish kabi choralar ko'rilishi lozim.

Xulosa qilib aytganda, elektron epidemiologik nazorat tizimlari yuqumli kasalliklarning oldini olish va epidemik xavflarni boshqarishda zamonaviy, tezkor va samarali vosita hisoblanadi. Ular epidemiologik ma'lumotlarni tezkor yig'ish, laboratoriya natijalarini integratsiya qilish, kasalliklarning hududiy tarqalishini monitoring qilish, epidemiologik o'choqlarni erta aniqlash, avtomatik ogohlantirishlar shakllantirish va kasallanishni prognozlash imkonini beradi. Elektron epidemiologik nazoratni elektron tibbiy ma'lumotlar bazalari, laboratoriya axborot tizimlari, GIS texnologiyalari va analitik platformalar bilan integratsiyalash kelgusida epidemiologik monitoringning aniqligi va samaradorligini yanada oshiradi.

2.4. Kasalliklarni erta aniqlash va raqamli ogohlantirish tizimlari

Kasalliklarni erta aniqlash va raqamli ogohlantirish tizimlari zamonaviy sog'liqni saqlash hamda epidemiologik nazoratning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Raqamli texnologiyalarning tibbiyotga jadal joriy etilishi natijasida kasalliklarning dastlabki belgilarini aniqlash, epidemiologik xavflarni baholash, xavf guruhlarini belgilash va tegishli mutaxassislarni o'z vaqtida ogohlantirish imkoniyatlari kengaymoqda. Bunday tizimlarning asosiy maqsadi kasallik yoki epidemiologik hodisa keng tarqalishidan oldin xavfni aniqlash va profilaktik hamda epidemiyaga qarshi choralarni tezkor boshlashdan iborat.

An'anaviy tibbiy nazoratda kasallikni aniqlash ko'pincha bemorning tibbiyot muassasasiga murojaat qilishi, shifokor ko'rigi va laboratoriya tekshiruvlaridan keyin amalga oshiriladi. Raqamli tizimlarda esa turli manbalardan kelib tushadigan ma'lumotlarni birlashtirish orqali kasallikning dastlabki signallarini aniqlash mumkin. Elektron tibbiy kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, elektron retseptlar,

shifoxonaga yotqizish ma'lumotlari, tez tibbiy yordam chaqiruvlari va epidemiologik kuzatuv ma'lumotlari ana shunday manbalar qatoriga kiradi.

Kasalliklarni erta aniqlashning muhim yo'nalishlaridan biri elektron tibbiy ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilishdir. Masalan, bemorlarda tana haroratining ko'tarilishi, nafas yo'llari simptomlari, diareya, qusish, teri toshmali yoki boshqa klinik belgilar tez-tez qayd etila boshlasa, raqamli tizim ushbu ma'lumotlarni umumlashtirib, muayyan kasallik bo'yicha epidemiologik xavf mavjudligi haqida signal berishi mumkin. Bu ayniqsa gripp, o'tkir respirator infeksiyalar, o'tkir ichak infeksiyalari, qizamiq va boshqa yuqumli kasalliklarning tarqalishini erta aniqlashda muhimdir.

Raqamli ogohlantirish tizimlarining asosiy komponentlaridan biri avtomatik signal shakllantirish mexanizmidir. Tizimga ma'lum epidemiologik chegaralar va indikatorlar kiritiladi. Kasallanish ko'rsatkichi belgilangan chegaradan oshganda, ma'lum bir hududda bir xil klinik belgilar bilan murojaatlar keskin ko'payganda yoki laboratoriya natijalarida muayyan qo'zg'atuvchi aniqlanishi ko'payganda avtomatik ogohlantirish hosil qilinadi. Ogohlantirishlar tibbiyot muassasasi rahbariyati, epidemiologlar, sanitariya-epidemiologik xizmat va boshqa mas'ul mutaxassislariga yuborilishi mumkin.

Bunday tizimlarda "signal" va "tasdiqlangan epidemiologik hodisa" tushunchalarini farqlash muhim. Raqamli ogohlantirish kasallik yoki epidemiya mavjudligini avtomatik ravishda tasdiqlamaydi. U faqat qo'shimcha epidemiologik tekshiruv va klinik-laboratoriya baholashni talab qiladigan ehtimoliy xavfni ko'rsatadi. Shu sababli har qanday avtomatik signal epidemiolog yoki boshqa malakali mutaxassis tomonidan tekshirilishi va klinik hamda laboratoriya ma'lumotlari bilan tasdiqlanishi kerak.

Kasalliklarni erta aniqlash tizimlarida laboratoriya diagnostikasi alohida o'rin tutadi. Zamonaviy PCR, antigen, serologik va boshqa laboratoriya tekshiruvlari natijalarining elektron tizimga integratsiyalashuvi patogenlarning tarqalishini tezkor monitoring qilish imkonini beradi. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarida rotavirus, norovirus, adenovirus yoki boshqa enteropatogenlar aniqlanishi to'g'risidagi

ma'lumotlar elektron epidemiologik tizimga avtomatik uzatilsa, etiologik tarkibning o'zgarishini tezkor baholash mumkin. Bu profilaktik tadbirlarni kasallik qo'zg'atuvchisining xususiyatlariga moslashtirishga yordam beradi.

Raqamli ogohlantirish tizimlari geografik axborot tizimlari bilan integratsiyalanganida ularning samaradorligi yanada ortadi. Kasallik holatlarini elektron xaritalarda ko'rsatish orqali kasallanishning hududiy to'planish nuqtalari, epidemiologik o'choqlar va yuqori xavfli hududlar aniqlanadi. Masalan, bir nechta qo'shni mahallalarda qisqa vaqt ichida bir xil infeksiya holatlari qayd etilsa, tizim ularni hududiy jihatdan bog'lab, epidemiologik tekshiruv uchun signal shakllantirishi mumkin.

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish algoritmlari kasalliklarni erta aniqlashning yangi imkoniyatlarini yaratmoqda. Katta hajmdagi tibbiy va epidemiologik ma'lumotlarni tahlil qilish orqali algoritmlar kasallanishning odatiy modelidan chetga chiqadigan o'zgarishlarni aniqlashi mumkin. Masalan, ma'lum hududda odatdagidan yuqori darajada isitma bilan murojaatlar ko'payishi, ma'lum klinik sindromlarning guruhlanishi yoki laboratoriya natijalarida kutilmagan o'zgarishlar epidemiologik xavfning dastlabki belgisi bo'lishi mumkin. Biroq sun'iy intellekt asosidagi prognozlar ham mutaxassis tomonidan klinik va epidemiologik jihatdan baholanishi lozim.

Kasalliklarni erta aniqlash tizimlarida "bir manbali" emas, balki ko'p manbali monitoring tamoyilidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Tibbiyot muassasalari ma'lumotlari bilan bir qatorda laboratoriya natijalari, tez tibbiy yordam chaqiruvlari, dorixonalardagi dori vositalariga bo'lgan talabning o'zgarishi, maktab va maktabgacha ta'lim muassasalaridagi davomat ko'rsatkichlari kabi qo'shimcha indikatorlar ham epidemiologik vaziyatni baholashda yordam berishi mumkin. Bir nechta mustaqil manbalarda bir xil signalning paydo bo'lishi epidemiologik xavfni yanada ishonchli baholash imkonini beradi.

Raqamli ogohlantirish tizimlarining samaradorligi ogohlantirishning tezligi bilan birga uning aniqligiga ham bog'liq. Juda ko'p yolg'on ijobiy signallar tibbiyot xodimlarining ortiqcha yuklanishiga va muhim ogohlantirishlarga e'tiborning

kamayishiga olib kelishi mumkin. Aksincha, juda yuqori chegaralar belgilanishi haqiqiy epidemiologik xavflarning kech aniqlanishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun tizim indikatorlari, chegaraviy qiymatlari va algoritmlari muntazam ravishda epidemiologik ma'lumotlar asosida takomillashtirib borilishi kerak.

Kasalliklarni erta aniqlash tizimlarida axborot xavfsizligi va shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish ham muhim talab hisoblanadi. Tizimda saqlanadigan tibbiy ma'lumotlar maxfiy bo'lgani sababli foydalanuvchilarning tizimga kirish huquqlarini chegaralash, autentifikatsiya, ma'lumotlarni shifrlash, zaxira nusxalarini yaratish va ma'lumotlardan foydalanishni nazorat qilish zarur. Shu bilan birga, epidemiologik tahlil uchun zarur bo'lmagan shaxsiy identifikatsiya ma'lumotlarini cheklash yoki anonimlashtirish ma'lumotlar xavfsizligini oshiradi.

Raqamli ogohlantirish tizimlari nafaqat epidemiyalarni aniqlash, balki profilaktik tadbirlarni boshqarishda ham qo'llaniladi. Masalan, emlashdan chetda qolgan aholi guruhlarini aniqlash, profilaktik ko'rik muddati yaqinlashgan bemorlarni eslatish, surunkali kasalliklarga ega shaxslarni muntazam nazoratga chaqirish yoki epidemiologik xavf oshgan hududlarda sanitariya-profilaktik tadbirlarni kuchaytirish bo'yicha avtomatik bildirishnomalar yuborish mumkin.

Xulosa qilib aytganda, kasalliklarni erta aniqlash va raqamli ogohlantirish tizimlari zamonaviy epidemiologik nazoratning proaktiv modelini shakllantirishga xizmat qiladi. Ular elektron tibbiy ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish, laboratoriya natijalarini integratsiyalash, epidemiologik signallarni aniqlash, xavfli hududlarni belgilash va mas'ul mutaxassislarni o'z vaqtida ogohlantirish imkonini beradi. Elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi, laboratoriya axborot tizimlari, GIS, sun'iy intellekt va epidemiologik monitoring platformalarining yagona raqamli infratuzilmaga birlashtirilishi kasalliklarni erta aniqlash va ularning tarqalishining oldini olish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

2.5. Epidemiologik ma'lumotlarni real vaqt rejimida yig'ish va tahlil qilish

Zamonaviy epidemiologik nazorat tizimlarida ma'lumotlarni o'z vaqtida yig'ish, tezkor qayta ishlash va amaliy qarorlar qabul qilish kasalliklarning tarqalishining

oldini olishda muhim ahamiyatga ega. An'anaviy epidemiologik kuzatuvda ma'lumotlarni qog'oz shaklida yig'ish, umumlashtirish va yuqori tashkilotlarga yetkazish ma'lum vaqt talab qiladi. Raqamli texnologiyalar asosidagi real vaqt rejimidagi epidemiologik monitoring esa kasallanish holatlari, laboratoriya natijalari va boshqa epidemiologik ko'rsatkichlarni deyarli uzluksiz kuzatish, tahlil qilish va xavfli o'zgarishlarga tezkor javob berish imkonini yaratadi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti real vaqtga yaqin sindromik nazoratni sog'liq uchun potensial xavflarni erta aniqlashga yordam beradigan ma'lumotlarni yig'ish, tahlil qilish, talqin qilish va tarqatish jarayoni sifatida tavsiflaydi.

Real vaqt rejimida epidemiologik ma'lumotlarni yig'ishning asosiy maqsadi epidemiologik vaziyat haqidagi axborotning kechikishini kamaytirish va qaror qabul qiluvchi mutaxassislarni dolzarb ma'lumotlar bilan ta'minlashdir. Bunday tizimlarda ma'lumotlar birlamchi tibbiy-sanitariya muassasalari, shifoxonalar, laboratoriyalar, tez tibbiy yordam xizmatlari, sanitariya-epidemiologik xizmatlar va boshqa manbalardan olinishi mumkin. Elektron tibbiy kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, mobil ilovalar va veb-platformalar ma'lumotlarni markaziy serverga tezkor uzatish imkonini beradi.

Epidemiologik ma'lumotlarning asosiy tarkibiga kasallik holatining qayd etilgan sanasi, bemorning yoshi va jinsi, yashash hududi, klinik belgilari, dastlabki va yakuniy tashxisi, laboratoriya tekshiruv natijalari, kasallikning og'irlik darajasi, ehtimoliy yuqish omillari, epidemiologik anamnez hamda kasallikning oqibati kabi ko'rsatkichlar kiradi. Yuqumli kasalliklar monitoringida patogenning turi, serotipi yoki genotipi haqidagi ma'lumotlarni ham elektron tizimga kiritish katta ahamiyatga ega. Turli manbalardan olingan ma'lumotlarni yagona tizimda birlashtirish epidemiologik jarayonni kompleks baholash imkonini beradi. JSST ham sog'liq holatini va tendensiyalarni monitoring qilish uchun turli manbalardan olingan ma'lumotlardan foydalanish zarurligini ta'kidlaydi.

Real vaqt rejimida ma'lumot yig'ishning muhim afzalligi ma'lumotlarning tezkor yangilanib borishidir. Masalan, birlamchi tibbiy muassasada o'tkir ichak infeksiyasi bilan bemor murojaat qilganida, uning klinik va epidemiologik ma'lumotlari

elektron tizimga kiritiladi. Agar laboratoriya tekshiruvda rotavirus yoki norovirus aniqlansa, natija ham tizimga qo'shiladi. Shu tariqa alohida bemor haqidagi ma'lumot umumiy epidemiologik monitoringning bir qismiga aylanadi. Bir hududda bunday holatlar soni qisqa vaqt ichida ortib borsa, tizim kasallanishning odatiy ko'rsatkichdan chetga chiqishini aniqlashi mumkin.

Real vaqt rejimida yig'ilgan ma'lumotlarni tahlil qilish bir necha bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda ma'lumotlarning to'liqligi, aniqligi va takrorlanmaganligi tekshiriladi. Ikkinchi bosqichda ma'lumotlar standartlashtiriladi va yagona formatga keltiriladi. Uchinchi bosqichda epidemiologik ko'rsatkichlar hisoblanadi. Bunda kasallanish darajasi, o'sish sur'ati, yosh va jins bo'yicha taqsimlanish, hududiy farqlar, mavsumiylik va boshqa indikatorlar aniqlanadi. Keyingi bosqichda olingan natijalar grafik, jadval, diagramma yoki elektron xaritalar ko'rinishida vizualizatsiya qilinadi.

Real vaqt epidemiologik tahlilida sindromik monitoring alohida ahamiyatga ega. Bunda yakuniy laboratoriya tashxisini kutmasdan, bemorlarda kuzatilayotgan klinik sindromlar asosida epidemiologik vaziyat baholanadi. Masalan, ma'lum hududda qisqa vaqt ichida yuqori tana harorati va yo'tal bilan murojaat qilganlar yoki diareya va qusish bilan kasallanganlar sonining keskin oshishi epidemiologik signal sifatida qayd etilishi mumkin. Keyinchalik ushbu signal laboratoriya va epidemiologik tekshiruvlar orqali tasdiqlanadi. Bunday yondashuv xavfni ancha erta aniqlashga imkon beradi.

Real vaqt ma'lumotlarini tahlil qilishda avtomatik ogohlantirish tizimlari muhim o'rin egallaydi. Tizimga kasallanishning bazaviy yoki kutilayotgan darajasi va ogohlantirish chegaralari kiritiladi. Agar yangi holatlar soni belgilangan chegaradan oshsa, tizim avtomatik ravishda signal hosil qiladi. Signal epidemiolog, shifokor yoki boshqa mas'ul mutaxassisga elektron pochta, SMS, mobil ilova yoki maxsus boshqaruv paneli orqali yuborilishi mumkin. Bu epidemiologik tekshiruvni boshlash va zarur profilaktik choralarni tezlashtiradi.

Real vaqt ma'lumotlarini geografik axborot tizimlari bilan birlashtirish epidemiologik vaziyatni hududiy baholash imkonini yanada oshiradi. Kasallik

holatlarini elektron xaritada belgilash orqali kasallanishning geografik to'planish joylari, epidemiologik o'choqlar va yuqori xavfli hududlar aniqlanadi. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarining bir nechta qo'shni hududlarda bir vaqtning o'zida ko'payishi suv, oziq-ovqat yoki boshqa umumiy yuqish omili mavjudligini taxmin qilishga asos bo'lishi mumkin.

Laboratoriya axborot tizimlarining epidemiologik monitoring bilan integratsiyasi ayniqsa muhimdir. Laboratoriya natijalarining elektron shaklda avtomatik uzatilishi diagnostika va epidemiologik nazorat o'rtasidagi vaqt oralig'ini qisqartiradi. Bu nafaqat kasallik qo'zg'atuvchilarini tez aniqlash, balki ularning hududlar bo'yicha tarqalishi va vaqt davomida o'zgarishini kuzatish imkonini beradi. Elektron, holatga asoslangan real vaqt monitoringi ma'lumotlar sifatini avtomatik tekshirish va yosh, jins hamda hudud bo'yicha tahlil qilishni ham yengillashtiradi.

Real vaqt rejimida epidemiologik ma'lumotlarni yig'ish va tahlil qilishda raqamli boshqaruv panelilar muhim amaliy vosita hisoblanadi. Boshqaruv panelida kasallanishning joriy ko'rsatkichi, kunlik va haftalik o'zgarishlar, hududlar kesimidagi taqsimlanish, laboratoriya tasdiqlangan holatlar, xavf guruhlari va epidemiologik ogohlantirishlar aks ettirilishi mumkin. Bunday vizualizatsiya katta hajmdagi ma'lumotlarni qisqa vaqt ichida tushunish va ustuvor muammolarni aniqlash imkonini beradi. JSST tomonidan qo'llaniladigan raqamli tizimlarda avtomatik va real vaqt tahlili, ma'lumotlarni vizualizatsiya qilish hamda ma'lumotlar sifatini nazorat qilish mexanizmlari qo'llanilmoqda.

Real vaqt ma'lumotlari asosida prognozlash texnologiyalaridan ham foydalanish mumkin. Epidemiologik ko'rsatkichlarning vaqt qatori, mavsumiylik, meteorologik omillar, aholining harakatchanligi va boshqa omillarni birgalikda tahlil qilish orqali kasallanishning kelgusidagi o'zgarishlari prognoz qilinadi. Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish algoritmlari katta hajmdagi ma'lumotlar ichidan epidemiologik xavf bilan bog'liq bo'lgan murakkab qonuniyatlarni aniqlash imkonini beradi. Biroq avtomatik prognozlar epidemiologik va klinik mutaxassislarning ekspert bahosini almashtirmasligi, balki qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi vosita sifatida ishlatilishi kerak.

Real vaqt rejimida ma'lumotlardan foydalanishda ularning sifati muhim masala hisoblanadi. Kechiktirib kiritilgan, to'liq bo'lmagan yoki noto'g'ri kodlangan ma'lumotlar epidemiologik vaziyatni noto'g'ri baholashga olib kelishi mumkin. Shuning uchun ma'lumotlarni standartlashtirish, avtomatik validatsiya, dublikatlarni aniqlash, mantiqiy nazorat va muntazam sifat auditi tizimning ajralmas qismi bo'lishi kerak. JSST sog'liq ma'lumotlarining o'z vaqtida, ishonchli va valid bo'lishini epidemiologik monitoringning muhim sharti sifatida ko'rsatadi.

Shuningdek, real vaqt epidemiologik monitoringida axborot xavfsizligi va ma'lumotlarning maxfiyligi ta'minlanishi zarur. Elektron tizimlarda bemorning shaxsiy ma'lumotlari mavjud bo'lishi sababli foydalanuvchilarning kirish huquqlarini boshqarish, autentifikatsiya, shifrlash, zaxira nusxalarini yaratish va ma'lumotlardan foydalanish tarixini nazorat qilish kabi mexanizmlar joriy etiladi. Zarur hollarda epidemiologik tahlil uchun ma'lumotlar anonimlashtirilgan yoki agregatsiyalangan shaklda ishlatiladi.

Xulosa qilib aytganda, epidemiologik ma'lumotlarni real vaqt rejimida yig'ish va tahlil qilish zamonaviy epidemiologik nazoratni reaktiv modeldan proaktiv modelga o'tkazish imkonini beradi. Bunday tizimlar kasallik holatlarini tezkor qayd etish, ma'lumotlarni avtomatik tekshirish, epidemiologik ko'rsatkichlarni hisoblash, xavfli o'zgarishlarni aniqlash, avtomatik ogohlantirishlar shakllantirish va boshqaruv qarorlarini tezlashtirishga xizmat qiladi. Elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi, laboratoriya axborot tizimlari, GIS, boshqaruv panelilar va prognozlash algoritmlarining yagona raqamli muhitda integratsiyalashuvi epidemiyalarni erta aniqlash va ularga tezkor javob berish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. JSST ham zamonaviy kuzatuv tizimlarining uzluksiz monitoring, real vaqtga yaqin ma'lumot yig'ish va tezkor javob berish imkoniyatlarini alohida ta'kidlaydi.

2.6. Raqamli skrining va xavf guruhlarini aniqlash tizimlari

Raqamli skrining va xavf guruhlarini aniqlash tizimlari zamonaviy profilaktik tibbiyot va raqamli sog'liqni saqlashning muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Skriningning asosiy maqsadi klinik belgilari hali yaqqol namoyon bo'lmagan kasalliklarni yoki kasallik rivojlanish xavfi yuqori bo'lgan shaxslarni erta

aniqlashdan iborat. Raqamli texnologiyalar ushbu jarayonni avtomatlashtirish, katta hajmdagi ma'lumotlarni tezkor qayta ishlash, xavf omillarini kompleks baholash va individual profilaktik tadbirlarni rejalashtirish imkonini beradi.

An'anaviy skrining jarayonida aholi ma'lum yosh, jins yoki boshqa mezonlar asosida guruhlariga ajratilib, tibbiy ko'rik va laboratoriya tekshiruvlariga jalb qilinadi. Raqamli skriningda esa elektron tibbiy kartalar, laboratoriya natijalari, diagnostik tekshiruvlar, anamnestik ma'lumotlar va boshqa raqamli ma'lumotlar avtomatik ravishda tahlil qilinishi mumkin. Natijada kasallik rivojlanishi ehtimoli yuqori bo'lgan shaxslarni aniqlash va ularga nisbatan individual kuzatuv strategiyasini ishlab chiqish imkoniyati kengayadi.

Raqamli skrining tizimining asosiy tarkibiy qismlariga ma'lumotlarni yig'ish, ma'lumotlarni standartlashtirish, xavf omillarini baholash, algoritmik tahlil, xavf darajasini tasniflash va natijalar asosida ogohlantirish mexanizmlari kiradi. Tizimga bemorning yoshi, jinsi, tana massasi indeksi, arterial qon bosimi, laboratoriya ko'rsatkichlari, avvalgi tashxislari, irsiy moyillik, turmush tarzi bilan bog'liq omillar va boshqa klinik ma'lumotlar kiritilishi mumkin. Ushbu ma'lumotlarning birgalikdagi tahlili individual xavf profilini shakllantirish imkonini beradi.

Xavf guruhlarini aniqlashda raqamli tizimlar kasallikning turi va maqsadiga qarab turli mezonlardan foydalanadi. Yuqumli kasalliklar profilaktikasida xavf guruhlariga infeksiya bilan kontaktda bo'lgan shaxslar, immuniteti yetarli bo'lmagan aholi guruhlari, epidemiologik jihatdan noqulay hududlarda yashovchilar yoki kasallikning og'ir kechishi ehtimoli yuqori bo'lgan shaxslar kiritilishi mumkin. Yuqumsiz kasalliklarda esa yurak-qon tomir kasalliklari, qandli diabet, onkologik kasalliklar va boshqa patologiyalar uchun xavf omillari hisobga olinadi.

Raqamli skriningning muhim afzalligi xavf guruhlarini dinamik ravishda qayta baholash imkoniyatidir. Oddiy skriningda xavf darajasi ma'lum bir vaqtda baholansa, elektron tizimlarda yangi laboratoriya natijalari, tashxislar yoki boshqa klinik ma'lumotlar paydo bo'lganda xavf ko'rsatkichi avtomatik ravishda yangilanishi mumkin. Masalan, bemorning arterial qon bosimi yoki qondagi

glyukoza miqdorida takroriy o'zgarishlar aniqlansa, tizim uning xavf toifasini qayta ko'rib chiqishi va qo'shimcha tekshiruv zarurligi haqida signal berishi mumkin.

Raqamli skrining tizimlarida xavfni stratifikatsiya qilish, ya'ni shaxslarni past, o'rta va yuqori xavf guruhlariga ajratish muhim ahamiyatga ega. Bunda klinik ko'rsatkichlar, epidemiologik omillar va laboratoriya natijalari ma'lum algoritm asosida baholanadi. Yuqori xavf guruhiga kiritilgan shaxslar uchun tibbiy ko'riklarni tezlashtirish, qo'shimcha diagnostik tekshiruvlar o'tkazish yoki profilaktik tadbirlarni kuchaytirish tavsiya etilishi mumkin. Past xavf guruhidagi shaxslar esa standart profilaktik kuzatuvda qoladi.

Yuqumli kasalliklar epidemiologiyasida raqamli skriningning ahamiyati ayniqsa katta. Epidemiologik xavf mavjud bo'lgan hududlarda kasallik belgilari yoki xavf omillariga ega shaxslarni tezkor aniqlash infeksiya tarqalishining oldini olishga yordam beradi. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalari bo'yicha elektron skrining tizimida diareya, qusish, isitma, epidemiologik anamnez, oziq-ovqat va suv bilan bog'liq ehtimoliy xavf omillari qayd etilishi mumkin. Ushbu ma'lumotlar asosida qo'shimcha laboratoriya tekshiruviga muhtoj shaxslar ajratib olinadi.

Raqamli skrining epidemiologik monitoring bilan integratsiyalashganda yanada samarali bo'ladi. Skrining natijalari hududiy epidemiologik ma'lumotlar bilan birlashtirilsa, nafaqat individual, balki guruh va hudud darajasidagi xavfni baholash mumkin. Masalan, ma'lum hududda kasallanish ko'rsatkichining ortishi bilan bir vaqtda xavf omillariga ega shaxslar sonining ko'payishi epidemiologik vaziyatni chuqurroq o'rganish uchun asos bo'lishi mumkin.

Elektron skrining tizimlarida avtomatik ogohlantirish funksiyasi ham muhim o'rin tutadi. Agar shaxsning xavf ko'rsatkichi belgilangan chegaradan oshsa, tizim tibbiyot xodimiga yoki mas'ul mutaxassisga xabar yuborishi mumkin. Bunda "yuqori xavf", "qo'shimcha tekshiruv zarur", "profilaktik kuzatuvni kuchaytirish" kabi elektron signallar shakllantiriladi. Bu tibbiyot xodimining katta hajmdagi ma'lumotlar orasidan ustuvor bemorlarni tezroq aniqlashiga yordam beradi.

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish texnologiyalari raqamli skrining imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda. Ushbu texnologiyalar katta hajmdagi

klinik va epidemiologik ma'lumotlardan foydalanib, kasallik rivojlanishi bilan bog'liq murakkab qonuniyatlarni aniqlashi mumkin. Masalan, bir nechta mustaqil xavf omillarining kombinatsiyasi kasallik rivojlanish ehtimolini oshirishi mumkin. Mashinaviy o'qitish algoritmlari bunday bog'liqliklarni aniqlab, xavf prognozini shakllantirishda yordam beradi. Biroq algoritm tomonidan berilgan natija yakuniy tashxis hisoblanmaydi va malakali tibbiyot mutaxassisi tomonidan baholanishi kerak.

Raqamli skrining tizimlaridan foydalanishda diagnostik testlarning sifat ko'rsatkichlari muhim ahamiyatga ega. Skrining testi uchun sezgirlik, spetsifiklik, musbat va manfiy prognostik qiymatlar hamda yolg'on musbat va yolg'on manfiy natijalar ulushi baholanishi kerak. Ayniqsa, ommaviy skrining dasturlarida yuqori sezgirlik kasallik holatlarini imkon qadar ko'p aniqlash uchun muhim bo'lsa, yuqori spetsifiklik ortiqcha tekshiruvlar sonini kamaytirishga yordam beradi.

Raqamli skriningning yana bir muhim yo'nalishi individual profilaktik tavsiyalarni avtomatlashtirishdir. Xavf guruhiga kiritilgan shaxsga uning xavf profiliga mos ravishda muntazam tibbiy ko'rik, laboratoriya tekshiruvi, emlash, ovqatlanish yoki turmush tarzini o'zgartirish bo'yicha tavsiyalar berilishi mumkin. Shu tariqa profilaktik tibbiyot umumiy tavsiyalardan individual xavfga asoslangan yondashuvga o'tadi.

Bunday tizimlarni joriy etishda ma'lumotlarning sifati va axborot xavfsizligi alohida e'tiborni talab qiladi. Noto'g'ri yoki to'liq bo'lmagan ma'lumotlar xavf darajasini noto'g'ri baholashga olib kelishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarni avtomatik validatsiya qilish, takroriy yozuvlarni aniqlash va muntazam yangilash mexanizmlari joriy etilishi zarur. Bemorlarning shaxsiy ma'lumotlarini himoya qilish uchun autentifikatsiya, ma'lumotlarni shifrlash, foydalanuvchi huquqlarini cheklash va ma'lumotlardan foydalanishni nazorat qilish choralari qo'llanilishi lozim.

Raqamli skrining tizimlarining samaradorligi tibbiyot xodimlarining raqamli kompetensiyasiga ham bog'liq. Epidemiologlar, shifokorlar, hamshiralar va laboratoriya mutaxassislari tizimdan to'g'ri foydalanish, ma'lumotlarni sifatli

kiritish va avtomatik shakllantirilgan xavf signallarini klinik-epidemiologik nuqtai nazardan to'g'ri talqin qilish bo'yicha tayyorgarlikka ega bo'lishlari kerak.

Xulosa qilib aytganda, raqamli skrining va xavf guruhlarini aniqlash tizimlari kasalliklarni erta aniqlash, yuqori xavfga ega shaxslarni ajratish va profilaktik tadbirlarni individual darajada tashkil etish imkonini beruvchi zamonaviy vositadir. Ularning elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi, laboratoriya axborot tizimlari va epidemiologik monitoring platformalari bilan integratsiyalashuvi kasalliklarning oldini olish samaradorligini oshiradi. Raqamli skriningdan oqilona foydalanish orqali tibbiy resurslarni yuqori xavf guruhlariga yo'naltirish, kasalliklarni erta bosqichda aniqlash va aholi salomatligini muhofaza qilishning proaktiv modelini shakllantirish mumkin.

2.7. Raqamli texnologiyalar asosida profilaktik tadbirlarni monitoring qilish

Zamonaviy sog'liqni saqlash tizimida kasalliklarning oldini olishga qaratilgan profilaktik tadbirlarni samarali tashkil etish bilan bir qatorda, ularning bajarilishi va natijadorligini muntazam monitoring qilish ham muhim ahamiyatga ega. Raqamli texnologiyalarning rivojlanishi profilaktik tadbirlarni real vaqtga yaqin rejimda kuzatish, ma'lumotlarni avtomatik yig'ish, tahlil qilish, muammoli hududlarni aniqlash va boshqaruv qarorlarini tezkor qabul qilish imkonini bermoqda. Shu sababli raqamli monitoring zamonaviy profilaktik tibbiyot va epidemiologik nazorat tizimining ajralmas qismiga aylanmoqda.

Profilaktik tadbirlarni raqamli monitoring qilishning asosiy maqsadi rejalashtirilgan chora-tadbirlarning o'z vaqtida, to'liq va sifatli bajarilishini baholash hamda ularning aholi salomatligiga ta'sirini aniqlashdan iborat. Bunda profilaktik ko'riklar, emlash, sanitariya-gigiyena tadbirlari, epidemiologik o'choqlarda amalga oshiriladigan dezinfeksiya ishlari, kontakt shaxslarni kuzatish, laboratoriya skriningi, sog'lom turmush tarzini targ'ib qilish va boshqa tadbirlar haqidagi ma'lumotlar elektron shaklda yig'iladi.

Raqamli monitoring tizimining muhim manbalaridan biri elektron tibbiy ma'lumotlar bazasidir. Unda bemorlarning profilaktik ko'rikdan o'tishi, emlash holati, laboratoriya tekshiruvlari, xavf guruhiga mansubligi va tibbiy kuzatuv

natijalari qayd etilishi mumkin. Ushbu ma'lumotlarni markazlashtirilgan tarzda tahlil qilish orqali qaysi profilaktik tadbirlar bajarilganligi, qaysi shaxslar yoki guruhlar nazoratdan chetda qolganligi aniqlanadi.

Immunoprofilaktika sohasida raqamli monitoring ayniqsa katta amaliy ahamiyatga ega. Elektron emlash registrlari orqali aholining emlash qamrovi, vaktsina turi, emlash sanasi, revaksinatsiya muddati va emlashdan chetda qolgan shaxslar haqidagi ma'lumotlarni kuzatish mumkin. Tizim emlash muddati yaqinlashgan shaxslar to'g'risida avtomatik eslatma yuborishi yoki emlash qamrovi past bo'lgan hududlarni aniqlashi mumkin. Bu emlash tadbirlarini maqsadli rejalashtirish va yuqumli kasalliklarning oldini olish samaradorligini oshiradi.

Yuqumli kasalliklarning profilaktikasida epidemiologik o'choqlarda amalga oshiriladigan tadbirlarni monitoring qilish ham muhimdir. Masalan, bemor aniqlanganidan keyin kontakt shaxslarni aniqlash, ularni tibbiy kuzatuvga olish, laboratoriya tekshiruvlarini tashkil etish, dezinfektsiya tadbirlarini o'tkazish va zarur hollarda izolyatsiya choralari ko'rish talab qilinadi. Ushbu jarayonlarning har biri elektron tizimda qayd etilsa, epidemiolog amalga oshirilgan va hali bajarilmagan tadbirlarni nazorat qilishi mumkin.

Raqamli monitoringda indikatorlarga asoslangan yondashuv muhim o'rin tutadi. Profilaktik tadbirlarning samaradorligini baholash uchun qamrov darajasi, tadbirning o'z vaqtida bajarilishi, aniqlangan xavf guruhlarining nazoratga olinishi, laboratoriya tekshiruvlarining qamrovi, emlashdan chetda qolgan shaxslar ulushi va kasallanish ko'rsatkichining o'zgarishi kabi indikatorlardan foydalaniladi. Ushbu ko'rsatkichlar elektron boshqaruv panellarida aks ettirilib, hududlar va vaqt davrlari bo'yicha taqqoslanishi mumkin.

Geografik axborot tizimlari (GAT) profilaktik tadbirlarni hududiy monitoring qilish imkoniyatini kengaytiradi. Masalan, emlash qamrovi past bo'lgan hududlar, yuqumli kasalliklar ko'p qayd etilayotgan mahallalar yoki sanitariya sharoitlari bilan bog'liq xavf yuqori bo'lgan hududlar elektron xaritalarda aks ettirilishi mumkin. Natijada profilaktik resurslarni epidemiologik jihatdan eng muhim hududlarga yo'naltirish imkoniyati paydo bo'ladi.

Raqamli monitoring tizimlarining muhim afzalliklaridan biri avtomatik ogohlantirish mexanizmlaridan foydalanishdir. Agar ma'lum bir hududda emlash qamrovi belgilangan minimal darajadan pasaysa, profilaktik ko'riklar o'z vaqtida bajarilmasa yoki epidemiologik xavf ko'rsatkichi oshsa, tizim mas'ul mutaxassisga avtomatik signal yuborishi mumkin. Bunday yondashuv muammolarni faqat hisobot davri yakunida emas, balki ular yuzaga kelgan paytda aniqlash imkonini beradi.

Profilaktik tadbirlarning natijadorligini baholashda raqamli texnologiyalar faqat tadbirlarning bajarilganligini emas, balki ularning real epidemiologik samaradorligini ham tahlil qilish imkonini beradi. Masalan, ma'lum hududda emlash qamrovi oshirilgandan keyin tegishli yuqumli kasallik bilan kasallanish darajasining qanday o'zgarganini elektron ma'lumotlar asosida baholash mumkin. Xuddi shuningdek, sanitariya-gigiyena tadbirlari kuchaytirilgandan keyin ichak infeksiyalari bilan kasallanish dinamikasidagi o'zgarishlar tahlil qilinishi mumkin.

Raqamli texnologiyalar profilaktik tadbirlarni rejalashtirishni ham takomillashtiradi. Oldingi yillarda to'plangan epidemiologik ma'lumotlar asosida kasallanishning mavsumiyligi, hududiy xususiyatlari va xavf omillari aniqlanadi. Ushbu ma'lumotlar kelgusi davr uchun profilaktik tadbirlarning hajmi va muddatlarini belgilashda ishlatiladi. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalari yoz oylarida ko'payishi aniqlansa, sanitariya-gigiyena nazorati, ichimlik suvi sifati monitoringi va aholi o'rtasidagi sanitariya-ma'rifiy tadbirlarni epidemiologik ko'tarilishdan oldin kuchaytirish mumkin.

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish texnologiyalarining joriy etilishi profilaktik monitoringning yangi imkoniyatlarini yaratmoqda. Katta hajmdagi epidemiologik ma'lumotlarni tahlil qilish orqali kasallanishning o'zgarishiga ta'sir qiluvchi omillar aniqlanishi va yuqori xavfli hududlar prognoz qilinishi mumkin. Shu asosda profilaktik tadbirlarni resurslar mavjudligiga qarab ustuvorlashtirish va eng katta epidemiologik samaraga ega choralarni tanlash imkoniyati paydo bo'ladi.

Raqamli monitoring tizimlarida ma'lumotlar sifati alohida ahamiyatga ega. Profilaktik tadbirlar to'g'risidagi ma'lumotlarning noto'g'ri, kechiktirilgan yoki to'liq bo'lmagan holda kiritilishi monitoring natijalarining ishonchliligini

pasaytiradi. Shuning uchun elektron tizimlarda avtomatik validatsiya, dublikatlarni aniqlash, ma'lumotlarning to'liqligini nazorat qilish va muntazam audit mexanizmlaridan foydalanish zarur. Tibbiyot xodimlarining raqamli kompetensiyasini oshirish ham ma'lumotlar sifatini ta'minlashning muhim shartidir. Profilaktik monitoringda axborot xavfsizligi va shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish ham ta'minlanishi kerak. Elektron tizimlarda bemorlarning tibbiy ma'lumotlari saqlanishi sababli foydalanuvchilarning tizimga kirish huquqlarini chegaralash, autentifikatsiya, ma'lumotlarni shifrlash, zaxira nusxalarini yaratish va ma'lumotlardan foydalanish tarixini nazorat qilish kabi mexanizmlar joriy etiladi. Epidemiologik tahlil uchun zarur hollarda shaxsni bevosita aniqlash imkonini bermaydigan anonimlashtirilgan ma'lumotlardan foydalanish maqsadga muvofiq. Raqamli monitoringning yana bir muhim jihati turli tibbiy va epidemiologik axborot tizimlarining o'zaro integratsiyasidir. Birlamchi tibbiy-sanitariya yordami muassasalari, shifoxonalar, laboratoriyalar, emlash registrlari va epidemiologik nazorat tizimlari o'rtasida ma'lumot almashinuvi yo'lga qo'yilganda profilaktik tadbirlarning umumiy holatini kompleks baholash mumkin. Interoperabellikning ta'minlanishi ma'lumotlarni takroran kiritish zaruratini kamaytiradi va boshqaruv qarorlarining tezkorligini oshiradi.

Xulosa qilib aytganda, raqamli texnologiyalar asosida profilaktik tadbirlarni monitoring qilish kasalliklarning oldini olish tizimini an'anaviy hisobotga asoslangan yondashuvdan uzluksiz, ma'lumotlarga asoslangan va proaktiv boshqaruv modeliga o'tkazish imkonini beradi. Elektron tibbiy ma'lumotlar bazalari, emlash registrlari, epidemiologik monitoring platformalari, GIS, raqamli boshqaruv panelilar va avtomatik ogohlantirish tizimlarining integratsiyasi profilaktik tadbirlarning bajarilishini tezkor nazorat qilish, kamchiliklarni aniqlash va resurslarni samarali taqsimlash imkonini beradi. Natijada profilaktik chora-tadbirlarning o'z vaqtida va manzilli amalga oshirilishi ta'minlanib, yuqumli va yuqumsiz kasalliklarning oldini olish samaradorligi oshadi.

2.8. Raqamli epidemiologik monitoring samaradorligini baholash mezonlari

Raqamli epidemiologik monitoring tizimlari yuqumli kasalliklarni kuzatish, epidemiologik xavflarni erta aniqlash, kasalliklarning tarqalish dinamikasini baholash va profilaktik hamda epidemiyaga qarshi chora-tadbirlarni boshqarishda muhim ahamiyatga ega. Biroq raqamli tizimning mavjudligi uning avtomatik ravishda samarali ishlayotganligini anglatmaydi. Tizimning amaliy qiymatini aniqlash uchun uning ma'lumotlarni yig'ish tezligi, aniqligi, to'liqligi, epidemiologik signallarni aniqlash qobiliyati, foydalanuvchilar uchun qulayligi va boshqaruv qarorlariga ta'siri kabi ko'rsatkichlarini muntazam baholab borish zarur. Raqamli epidemiologik monitoring samaradorligini baholashning birinchi muhim mezon ma'lumotlarning to'liqligi hisoblanadi. Epidemiologik tizimga kasallik holatlari, laboratoriya natijalari, bemorlarning demografik ma'lumotlari, epidemiologik anamnez va profilaktik tadbirlar haqidagi ma'lumotlar imkon qadar to'liq kiritilishi kerak. Ma'lumotlarning yetishmasligi kasallanish darajasini noto'g'ri baholashga, xavf guruhlarini aniqlashda xatolarga va epidemik vaziyatni noto'g'ri talqin qilishga olib kelishi mumkin. Shu sababli to'liq kiritilgan yozuvlar ulushi monitoring tizimining muhim sifat indikatorlaridan biridir.

Ikkinchi muhim mezon — ma'lumotlarning aniqligi va ishonchliligi. Elektron tizimga kiritilgan ma'lumotlar haqiqiy klinik va laboratoriya holatiga mos kelishi lozim. Noto'g'ri tashxis kodi, takroriy yozuvlar, noto'g'ri sana yoki hudud ma'lumotlari epidemiologik tahlil natijalarini buzishi mumkin. Ma'lumotlarning aniqligini baholash uchun elektron bazadagi ma'lumotlarni tibbiy hujjatlar, laboratoriya registrlari yoki boshqa ishonchli manbalar bilan solishtirish mumkin. Dublikatlarni avtomatik aniqlash va ma'lumotlarni validatsiya qilish mexanizmlari tizim sifatini oshiradi.

Ma'lumotlarni o'z vaqtida olish raqamli epidemiologik monitoringning eng muhim samaradorlik ko'rsatkichlaridan biridir. Epidemiologik hodisa bilan uning tizimda qayd etilishi o'rtasidagi vaqt qancha qisqa bo'lsa, javob choralarini shuncha tez boshlash mumkin. Bu ko'rsatkichni kasallik aniqlangan vaqtdan ma'lumot elektron tizimga kiritilgan vaqtgacha bo'lgan interval orqali baholash mumkin. Masalan,

laboratoriya natijasining tizimga avtomatik uzatilishi qo'lda kiritishga nisbatan kechikishni sezilarli kamaytiradi.

Epidemiologik signalni aniqlash tezligi ham tizim samaradorligining muhim mezonidir. Raqamli monitoring tizimi kasallanishning odatiy darajasidan keskin oshishini, bir hududda kasallik holatlarining guruhlanishini yoki muayyan patogenning ko'payishini imkon qadar erta aniqlashi kerak. Bunda "signalni aniqlash vaqti" va "epidemiologik hodisaning boshlanishi" o'rtasidagi vaqt farqi baholanadi. Ushbu interval qisqargan sari tizimning erta ogohlantirish qobiliyati yuqori hisoblanadi.

Raqamli monitoring tizimining muhim mezonlaridan biri sezgirlikdir. Sezgirlik tizimning mavjud epidemiologik hodisalarning haqiqiy qismini aniqlay olish qobiliyatini ifodalaydi. Epidemiologik ogohlantirish tizimlari uchun yuqori sezgirlik muhim, chunki xavfli hodisani o'tkazib yuborish epidemiyaning kech aniqlanishiga olib kelishi mumkin. Biroq faqat yuqori sezgirlikka erishish yetarli emas, chunki haddan tashqari ko'p yolg'on signallar tizimning amaliy samaradorligini pasaytiradi. Shu sababli spetsifiklik ham baholanishi kerak. Spetsifiklik tizimning epidemiologik xavf mavjud bo'lmagan holatlarda ortiqcha ogohlantirishlar hosil qilmaslik qobiliyatini ko'rsatadi. Tizim juda ko'p yolg'on musbat signallar hosil qilsa, epidemiologlar va tibbiyot xodimlarining ish yuklamasi ortadi va muhim signallarni ajratish qiyinlashadi. Shuning uchun optimal tizim yuqori sezgirlik va yetarli spetsifiklik o'rtasidagi muvozanatni ta'minlashi kerak.

Ijobiy prognostik qiymat ham raqamli epidemiologik monitoringni baholashda qo'llanishi mumkin. U tizim tomonidan berilgan epidemiologik signallarning qanchasi keyinchalik haqiqiy epidemiologik hodisa sifatida tasdiqlanganini ko'rsatadi. Mazkur ko'rsatkich qancha yuqori bo'lsa, tizimning ogohlantirishlari shuncha amaliy ahamiyatga ega bo'ladi. Ayniqsa, avtomatik signalizatsiya tizimlarida ushbu ko'rsatkichni muntazam baholash algoritmlarning chegaraviy qiymatlarini takomillashtirishga yordam beradi.

Qamrov darajasi raqamli monitoringning yana bir muhim mezonidir. Tizim hududdagi barcha tibbiyot muassasalari, laboratoriyalar yoki maqsadli aholi

guruhlarini qanchalik qamrab olganligi bilan baholanadi. Agar ayrim hududlar yoki muassasalar tizimga ma'lumot bermasa, epidemiologik vaziyatning umumiy ko'rinishi to'liq bo'lmaydi. Shu sababli raqamli monitoring tizimining hududiy, muassasalararo va aholi guruhlari bo'yicha qamrovi alohida nazorat qilinishi lozim. Laboratoriya ma'lumotlari bilan integratsiya darajasi ham tizim samaradorligini belgilaydi. Laboratoriya tekshiruv natijalarining elektron tarzda epidemiologik tizimga uzatilishi kasalliklarning etiologik tarkibini tezkor aniqlash imkonini beradi. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarida rotavirus, norovirus, adenovirus, salmonella yoki boshqa patogenlar bo'yicha natijalarning avtomatik integratsiyasi epidemiologik vaziyatni aniqroq baholashga yordam beradi. PCR natijalarining elektron tizimga tezkor kiritilishi esa virusli infeksiyalar monitoringining tezkorligini oshiradi.

Interoperabellik darajasi, ya'ni turli axborot tizimlarining o'zaro ma'lumot almashish qobiliyati ham muhim mezondir. Birlamchi tibbiy-sanitariya muassasalari, shifoxonalar, laboratoriyalar, emlash registrlari va sanitariya-epidemiologik xizmatlar o'rtasida ma'lumot almashinuvi samarali tashkil etilgan bo'lsa, epidemiologik monitoringning to'liqligi va tezkorligi oshadi. Tizimlararo integratsiya takroriy ma'lumot kiritishni kamaytirib, inson omili bilan bog'liq xatolarni ham qisqartiradi.

Texnik barqarorlik va tizimning uzluksiz ishlashi ham samaradorlikning muhim ko'rsatkichidir. Elektron monitoring platformasi tez-tez ishlamay qolsa, ma'lumotlarni kechiktirib yuborsa yoki serverga ulanishda muammolar kuzatilsa, epidemiologik nazoratning uzluksizligi buziladi. Shu sababli tizimning ishlash vaqti, texnik nosozliklar soni, ma'lumotlarni qayta tiklash imkoniyati va zaxira tizimlarining mavjudligi baholanadi.

Foydalanuvchilar uchun qulaylik tizimning amaliy samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi. Epidemiolog, shifokor, laboratoriya xodimi yoki boshqa foydalanuvchi kerakli ma'lumotni tez topa olishi, yangi holatni oson qayd etishi va avtomatik shakllantirilgan hisobotlarni tushunarli ko'rinishda olishi kerak. Murakkab va

noqulay interfeys ma'lumotlarni noto'g'ri kiritish yoki tizimdan foydalanish darajasining pasayishiga olib kelishi mumkin.

Raqamli monitoring tizimining samaradorligini baholashda boshqaruv qarorlariga ta'siri eng muhim yakuniy mezonlardan biri hisoblanadi. Tizimdan olingan ma'lumotlar asosida epidemiyaga qarshi tadbirlar qanchalik tez tashkil etilgani, epidemiologik o'choqlarning qanchalik tez tekshirilgani, profilaktik resurslarning qanday taqsimlangani va kasallanish dinamikasiga qanday ta'sir ko'rsatgani baholanadi. Ya'ni monitoring tizimining samaradorligi faqat ma'lumot yig'ish bilan emas, balki ushbu ma'lumotlarning amaliy qarorlarga aylanishi bilan belgilanadi.

Profilaktik tadbirlar samaradorligining o'zgarishi ham muhim natijaviy indikator hisoblanadi. Raqamli monitoring joriy etilgandan keyin kasalliklarni aniqlash va xabar berish vaqti qisqarishi, emlash qamrovi oshishi, epidemiologik o'choqlarni nazoratga olish tezlashishi yoki kasallanish darajasi pasayishi tizimning ijobiy ta'sirini ko'rsatishi mumkin. Bunda "raqamli tizim joriy etilishidan oldin" va "joriy etilgandan keyin" davrlarini taqqoslash maqsadga muvofiq.

Raqamli epidemiologik monitoringni kompleks baholash uchun asosiy mezonlarni quyidagi guruhlariga ajratish mumkin:

2.1 jadval Raqamli epidemiologik monitoringni baholash mezonlari

Baholash yo'nalishi	Asosiy mezonlar
Ma'lumot sifati	To'liqlik, aniqlik, ishonchlilik, dublikatlar ulushi
Tezkorlik	Ma'lumotni kiritish kechikishi, signalni aniqlash vaqti
Epidemiologik aniqlash	Sezgirlik, spetsifiklik, ijobiy prognostik qiymat
Qamrov	Hududlar, tibbiyot muassasalari va aholi guruhlari qamrovi
Integratsiya	Laboratoriya, elektron tibbiy karta va boshqa tizimlar bilan interoperabellik
Texnik samaradorlik	Tizimning uzluksiz ishlashi, texnik nosozliklar, ma'lumotlarni tiklash

Foydalanuvchanlik	Interfeys qulayligi, ma'lumotlarni izlash va hisobot yaratish tezligi
Natijadorlik	Epidemiologik o'choqlarni aniqlash va javob berish tezligi
Profilaktik ta'sir	Kasallanish, asoratlar va epidemik tarqalish ko'rsatkichlarining o'zgarishi

Raqamli epidemiologik monitoring tizimini baholash bir martalik tadbir emas, balki muntazam jarayon bo'lishi kerak. Epidemiologik vaziyat, texnologik imkoniyatlar va sog'liqni saqlash tizimining ehtiyojlari o'zgarib borishi sababli indikatorlar ham davriy ravishda qayta ko'rib chiqilishi zarur. Baholash natijalari asosida ma'lumot yig'ish algoritmlari, avtomatik ogohlantirish chegaralari, foydalanuvchi interfeysi va tizimlararo integratsiya mexanizmlari takomillashtiriladi.

Xulosa qilib aytganda, raqamli epidemiologik monitoring samaradorligi ma'lumotlarning to'liqligi va aniqligidan tortib, epidemiologik xavflarni qanchalik tez aniqlash va ularga javob berishgacha bo'lgan ko'plab mezonlar orqali baholanadi. Eng samarali tizim nafaqat katta hajmdagi ma'lumotlarni yig'adi, balki ularni tezkor va ishonchli tahlil qilib, epidemiologik signallarni erta aniqlaydi va natijalarni amaliy boshqaruv qarorlariga aylantiradi. Shu sababli raqamli monitoringni baholashda texnik ko'rsatkichlar bilan bir qatorda uning epidemiologik va profilaktik natijalarga real ta'sirini ham hisobga olish zarur.

III BOB. SUN'IY INTELLEKT VA MASHINAVIY O'QITISHNING KASALLIKLAR PROFILAKTIKASIDAGI IMKONIYATLARI

3.1. Sun'iy intellektning sog'liqni saqlash tizimidagi o'rni

Sun'iy intellekt (SI) zamonaviy sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirish va takomillashtirishning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. U katta hajmdagi tibbiy ma'lumotlarni qayta ishlash, murakkab bog'liqliklarni aniqlash, kasalliklarni erta aniqlash, klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlash, epidemiologik vaziyatni prognoz qilish va profilaktik tadbirlarni individuallashtirish imkonini beradi. Sog'liqni saqlashda sun'iy intellektdan foydalanishning asosiy maqsadi shifokorni

almashtirish emas, balki tibbiyot xodimining qaror qabul qilish jarayonini ilmiy asoslangan ma'lumotlar bilan qo'llab-quvvatlash, tibbiy xizmat sifatini oshirish va resurslardan samarali foydalanishni ta'minlashdan iborat.

Sun'iy intellekt tushunchasi kompyuter tizimlarining inson aqliy faoliyatiga xos bo'lgan ma'lumotni tahlil qilish, o'rganish, tasniflash, prognozlash va qarorlarni qo'llab-quvvatlash kabi vazifalarni bajarish qobiliyatini anglatadi. Tibbiyotda sun'iy intellektning asosiy texnologik yo'nalishlariga mashinaviy o'qitish, chuqur o'qitish, tabiiy tilni qayta ishlash, kompyuter ko'rishi va katta ma'lumotlar analitikasi kiradi. Ushbu texnologiyalar elektron tibbiy kartalar, laboratoriya natijalari, diagnostik tasvirlar, genomik ma'lumotlar va epidemiologik ma'lumotlarni qayta ishlashda qo'llanilishi mumkin.

Sun'iy intellektning sog'liqni saqlashdagi eng muhim yo'nalishlaridan biri kasalliklarni erta aniqlash va diagnostikani qo'llab-quvvatlashdir. SI algoritmlari katta hajmdagi klinik ma'lumotlarni tahlil qilib, kasallik bilan bog'liq bo'lishi mumkin bo'lgan belgilar kombinatsiyasini aniqlaydi. Masalan, tibbiy tasvirlarni tahlil qilishda sun'iy intellekt rentgen, kompyuter tomografiyasi, magnit-rezonans tomografiya va boshqa diagnostik tasvirlarda patologik o'zgarishlarni aniqlashga yordam berishi mumkin. Shu bilan birga, SI tomonidan aniqlangan natija yakuniy tashxis o'rnini bosa olmaydi va malakali shifokor tomonidan klinik ma'lumotlar bilan birgalikda baholanishi kerak.

Sun'iy intellekt elektron tibbiy ma'lumotlarni tahlil qilish imkoniyatlarini ham sezilarli darajada kengaytiradi. Elektron tibbiy kartalarda katta hajmdagi ma'lumotlar to'planadi, biroq ularni inson tomonidan to'liq va tezkor tahlil qilish qiyin. SI algoritmlari bemorning yoshi, jinsi, laboratoriya ko'rsatkichlari, oldingi tashxislari, dori vositalari, klinik belgilar va boshqa omillarni birgalikda tahlil qilib, kasallik rivojlanishi xavfini baholashi mumkin. Bu yuqori xavf guruhlarini aniqlash va individual profilaktik kuzatuvni tashkil etishga yordam beradi.

Profilaktik tibbiyotda sun'iy intellektidan foydalanish alohida ahamiyatga ega. Kasallik hali rivojlanmasdan oldin xavf omillarini aniqlash, yuqori xavfga ega shaxslarni ajratish va ularga mos profilaktik tavsiyalar ishlab chiqish mumkin.

Masalan, yurak-qon tomir kasalliklari, qandli diabet yoki ayrim onkologik kasalliklar rivojlanish xavfini baholash uchun klinik va laboratoriya ko'rsatkichlaridan foydalanish mumkin. Shu tariqa profilaktik tibbiyot umumiy tavsiyalardan individual xavfga asoslangan yondashuvga o'tadi.

Sun'iy intellekt epidemiologik nazorat va kasalliklar monitoringida ham muhim o'rin tutadi. Epidemiologik tizimlarda katta hajmdagi ma'lumotlar doimiy ravishda yangilanib boradi. SI ushbu ma'lumotlardan foydalanib kasallanishning odatiy ko'rsatkichidan chetga chiqishlarni aniqlashi, hududiy va mavsumiy tendensiyalarni baholashi hamda epidemiologik xavflarni prognoz qilishi mumkin. Masalan, o'tkir respirator infeksiyalar yoki o'tkir ichak infeksiyalarining ma'lum hududlarda odatdagidan yuqori darajada qayd etilishi avtomatik tarzda aniqlanib, epidemiologik tekshiruv uchun signal shakllantirilishi mumkin.

Epidemiologiyada sun'iy intellektning yana bir muhim imkoniyati epidemiyalarni prognoz qilishdir. Bunda tarixiy kasallanish ma'lumotlari bilan bir qatorda mavsumiylik, aholi zichligi, migratsiya, meteorologik ko'rsatkichlar, sanitariya sharoitlari va boshqa omillar tahlil qilinishi mumkin. Mashinaviy o'qitish algoritmlari ushbu omillar o'rtasidagi murakkab bog'liqliklarni aniqlab, kasallanishning kelgusidagi o'zgarishini prognoz qilishga yordam beradi. Bunday prognozlar profilaktik resurslarni oldindan rejalashtirish va epidemiologik xavf yuqori bo'lgan hududlarda choralarni kuchaytirish imkonini beradi.

Sun'iy intellekt laboratoriya diagnostikasida ham qo'llanilishi mumkin. Laboratoriya natijalarining katta ma'lumotlar bazasini tahlil qilish orqali patogenlarning tarqalishi, antibiotiklarga chidamlilik tendensiyalari va kasalliklarning etiologik tarkibidagi o'zgarishlar aniqlanadi. Ayniqsa, PCR va boshqa molekulyar diagnostika usullari natijalarining elektron epidemiologik tizimlarga integratsiyalashuvi SI asosidagi epidemiologik tahlil uchun katta ma'lumotlar bazasini shakllantiradi.

Sun'iy intellektning sog'liqni saqlashdagi yana bir yo'nalishi klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimlaridir. Bunday tizimlar shifokorga mavjud klinik ma'lumotlar asosida ehtimoliy tashxislar, qo'shimcha tekshiruvlar yoki xavf

omillari haqida ma'lumot berishi mumkin. Masalan, bemorning klinik va laboratoriya ko'rsatkichlari ma'lum kasallik ehtimolini oshirayotgan bo'lsa, tizim shifokorga qo'shimcha diagnostik baholash zarurligini ko'rsatishi mumkin. Bunday tizimlarning vazifasi shifokorning klinik qarorini almashtirish emas, balki uni qo'llab-quvvatlashdir.

Shaxsiylashtirilgan tibbiyot rivojida ham sun'iy intellektning imkoniyatlari katta. Har bir bemorning individual klinik, laboratoriya va genetik xususiyatlarini hisobga olish orqali davolash va profilaktika strategiyalarini moslashtirish mumkin. SI katta hajmdagi ma'lumotlarni birlashtirib, bemorning individual xavf profilini shakllantirishga yordam beradi. Kelajakda ushbu yondashuv dori vositalarini tanlash, davolash samaradorligini prognozlash va nojo'ya ta'sirlar xavfini baholashda yanada keng qo'llanilishi kutiladi.

Sun'iy intellekt tibbiy resurslarni boshqarishda ham foydali vosita hisoblanadi. Shifoxonalardagi bemorlar oqimini prognoz qilish, bo'sh o'rinlar va tibbiy xodimlarga bo'lgan ehtiyojni baholash, laboratoriya va diagnostik xizmatlar yuklamasini rejalashtirish kabi vazifalarda algoritmik modellar qo'llanishi mumkin. Epidemiologik vaziyat keskinlashgan davrda resurslarni xavf yuqori bo'lgan hududlarga tezkor yo'naltirish imkoniyati sog'liqni saqlash tizimining barqarorligini oshiradi.

Shu bilan birga, sun'iy intellektdan foydalanish qator muammolarni ham yuzaga keltiradi. Eng muhim masalalardan biri ma'lumotlar sifatidir. SI algoritmi noto'g'ri, yetarli bo'lmagan yoki bir tomonlama ma'lumotlar asosida o'qitilsa, uning natijalari ham ishonchsiz bo'lishi mumkin. Shuning uchun algoritmnlarni ishlab chiqishda ma'lumotlarning reprezentativligi, aniqligi va klinik jihatdan mosligi ta'minlanishi zarur.

Axborot xavfsizligi va bemorlarning maxfiyligi ham muhim masala hisoblanadi. Sun'iy intellekt tizimlari katta hajmdagi shaxsiy tibbiy ma'lumotlardan foydalanishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarni himoyalash, ularga kirish huquqlarini boshqarish, shifrlash, anonimlashtirish va ma'lumotlardan qonuniy foydalanishni ta'minlash zarur. Tibbiy ma'lumotlardan foydalanishda bemor huquqlari va

maxfiylik tamoyillariga rioya qilish sun'iy intellektning ishonchli qo'llanilishining asosiy shartlaridan biridir.

Yana bir muhim muammo algoritmik xolislik va shaffoflik bilan bog'liq. Agar SI tizimi ma'lum yosh, jins, hudud yoki boshqa guruhlar bo'yicha yetarli ma'lumotlarga ega bo'lmasa, ayrim guruhlar uchun noto'g'ri prognoz berishi mumkin. Shuning uchun algoritmlarni turli aholi guruhlarida validatsiya qilish, diagnostik sezgirlik va spetsifiklikni baholash hamda model natijalarini muntazam nazorat qilish zarur.

Sun'iy intellekt tibbiyot xodimlarining raqamli kompetensiyasini ham talab qiladi. Shifokorlar va epidemiologlar SI tomonidan berilgan natijalarni tanqidiy baholay olishi, algoritmning imkoniyatlari va cheklovlarini tushunishi kerak. Ayniqsa, klinik qarorlar faqat avtomatik algoritmgaga asoslanmasligi, balki bemorning individual holati, klinik tajriba va boshqa ishonchli tibbiy ma'lumotlar bilan birgalikda baholanishi lozim.

Xulosa qilib aytganda, sun'iy intellekt sog'liqni saqlash tizimida kasalliklarni erta aniqlash, diagnostikani takomillashtirish, xavf guruhlarini aniqlash, epidemiologik monitoring, epidemiyalarni prognoz qilish, individual profilaktika va tibbiy resurslarni boshqarishda katta imkoniyatlarga ega. Ayniqsa, elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi, laboratoriya axborot tizimlari va epidemiologik monitoring platformalari bilan integratsiyalangan SI texnologiyalari sog'liqni saqlash tizimini yanada proaktiv va ma'lumotlarga asoslangan modelga o'tkazishi mumkin. Biroq sun'iy intellektidan samarali foydalanish uchun yuqori sifatli ma'lumotlar, texnik infratuzilma, malakali mutaxassislar, axborot xavfsizligi va etik-me'yoriy talablarning ta'minlanishi zarur. Shu shartlar bajarilganda sun'iy intellekt kasalliklarning oldini olish va aholi salomatligini muhofaza qilishda kuchli innovatsion vositaga aylanishi mumkin.

3.2. Kasallanish xavfini prognozlashning sun'iy intellekt modellari

Kasallanish xavfini prognozlashning sun'iy intellekt (SI) modellari zamonaviy epidemiologik nazorat va profilaktik tibbiyotning istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu modellar katta hajmdagi klinik, epidemiologik, laboratoriya,

demografik va ekologik ma'lumotlarni birgalikda tahlil qilib, muayyan kasallikning rivojlanishi yoki ma'lum hududda kasallanish darajasining oshishi ehtimolini oldindan baholash imkonini beradi. An'anaviy epidemiologik prognozlash usullaridan farqli ravishda, sun'iy intellekt algoritmlari ko'p sonli o'zgaruvchilar o'rtasidagi murakkab va chiziqli bo'lmagan bog'liqliklarni aniqlashi mumkin.

Kasallanish xavfini prognozlashning asosiy maqsadi epidemiologik hodisa yuzaga kelganidan keyin javob berish emas, balki uning ehtimolini oldindan aniqlash va profilaktik choralarni o'z vaqtida tashkil etishdir. Masalan, ma'lum hududda yuqumli kasallik bilan kasallanish ehtimoli oshayotgan bo'lsa, epidemiologik xizmatlar laboratoriya diagnostikasini kuchaytirishi, tibbiy resurslarni qayta taqsimlashi, xavf guruhlarini faol kuzatishi va aholi o'rtasida profilaktik tadbirlarni kuchaytirishi mumkin.

Sun'iy intellekt asosidagi prognozlash tizimlarining ishlashi uchun turli manbalardan ma'lumotlar to'planadi. Bular qatoriga elektron tibbiy kartalar, laboratoriya natijalari, epidemiologik kuzatuv ma'lumotlari, demografik ko'rsatkichlar, meteorologik ma'lumotlar, sanitariya holati, aholi zichligi, migratsiya va harakatchanlik ko'rsatkichlari hamda profilaktik tadbirlar haqidagi ma'lumotlar kiradi. Ma'lumotlar qancha to'liq, sifatli va reprezentativ bo'lsa, prognozlash modelining ishonchliligi shuncha yuqori bo'lishi mumkin.

Kasallanish xavfini prognozlashda avvalo maqsadli ko'rsatkich aniqlanadi. Model individual shaxsda kasallik rivojlanish ehtimolini yoki ma'lum hududda kasallanishning oshish ehtimolini prognoz qilishi mumkin. Individual darajada model "kelgusi ma'lum vaqt davomida ushbu shaxsda kasallik rivojlanish xavfi qanday?" degan savolga javob beradi. Populyatsion darajada esa "qaysi hududda yoki qaysi davrda kasallanish ko'payishi ehtimoli yuqori?" degan masala hal qilinadi.

Sun'iy intellektning eng ko'p qo'llaniladigan modellaridan biri logistik regressiya bo'lib, u kasallik mavjudligi yoki kelajakda rivojlanish ehtimolini baholash uchun ishlatiladi. Ushbu usul nisbatan sodda va talqin qilish oson bo'lib, xavf omillari bilan kasallik o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash imkonini beradi. Masalan, yosh, tana

massasi indeksi, arterial qon bosimi, laboratoriya ko'rsatkichlari va boshqa omillar asosida ma'lum kasallikning rivojlanish ehtimolini hisoblash mumkin.

Qaror daraxtlari (Decision Tree) va Random Forest algoritmlari ham tibbiy prognozlashda keng qo'llanadi. Qaror daraxti ma'lumotlarni ketma-ket shartlar asosida guruhlarga ajratadi. Random Forest esa ko'plab qaror daraxtlarini birlashtirib, yakuniy prognozni shakllantiradi. Ushbu usullar turli xavf omillari o'rtasidagi murakkab bog'liqliklarni aniqlashda foydali bo'lib, individual xavfni guruhlarga ajratish uchun qo'llanishi mumkin.

Gradient boosting algoritmlari, jumladan XGBoost, LightGBM va boshqa boosting modellar ham kasallanish xavfini prognozlashda samarali vositalardan hisoblanadi. Ular bir nechta sodda modellarni ketma-ket birlashtirib, prognoz aniqligini oshirishga harakat qiladi. Bunday algoritmlar katta hajmdagi klinik va epidemiologik ma'lumotlarda murakkab munosabatlarni aniqlash uchun ishlatilishi mumkin.

Neyron tarmoqlar va chuqur o'qitish (Deep Learning) modellari katta hajmdagi va murakkab tuzilishga ega ma'lumotlarni qayta ishlashda muhim ahamiyatga ega. Ular tibbiy tasvirlar, vaqt qatorlari, laboratoriya ma'lumotlari va boshqa murakkab ma'lumotlar bilan ishlashi mumkin. Masalan, bemorning vaqt davomida to'plangan klinik ko'rsatkichlari asosida kasallik rivojlanish xavfini baholashda chuqur neyron tarmoqlardan foydalanish mumkin.

Epidemiologik prognozlashda vaqt qatorlari modellari alohida o'rin tutadi. Kasallanish ko'rsatkichlari kunlik, haftalik, oylik yoki yillik shaklda to'planib, ularning vaqt bo'yicha dinamikasi tahlil qilinadi. Sun'iy intellekt asosidagi LSTM kabi rekurrent neyron tarmoqlari vaqt qatorlaridagi uzoq muddatli bog'liqliklarni o'rganish imkonini beradi. Bu mavsumiy kasalliklar, gripp, o'tkir respirator infeksiyalar yoki o'tkir ichak infeksiyalarining kelgusidagi dinamikasini prognozlashda foydali bo'lishi mumkin.

Kasallanish xavfini prognozlashda hududiy va geografik ma'lumotlar ham katta ahamiyatga ega. GAT texnologiyalari yordamida kasallik holatlari xaritalanadi va hududlar bo'yicha xavf darajasi aniqlanadi. Sun'iy intellekt ushbu geografik

ma'lumotlarni aholi zichligi, sanitariya sharoitlari, suv ta'minoti, iqlim va boshqa omillar bilan birgalikda tahlil qilishi mumkin. Natijada "yuqori", "o'rta" va "past" epidemiologik xavfga ega hududlar aniqlanadi.

Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarini prognozlashda kasallanishning mavsumiyligi, ichimlik suvi sifati, sanitariya holati, oziq-ovqat xavfsizligi, yosh tarkibi, aholi zichligi, laboratoriya tasdiqlangan patogenlar va meteorologik ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin. Model ushbu omillar asosida kelgusi haftalar yoki oylar davomida kasallanishning oshish ehtimolini baholaydi. Agar prognoz epidemiologik xavf oshayotganini ko'rsatsa, profilaktik va sanitariya-gigiyenik tadbirlarni oldindan kuchaytirish mumkin.

Sun'iy intellekt modelini yaratish bir necha bosqichdan iborat. Birinchi bosqichda ma'lumotlar yig'iladi va yagona ma'lumotlar bazasi shakllantiriladi. Ikkinchi bosqichda ma'lumotlarning sifati tekshiriladi, yetishmayotgan qiymatlar aniqlanadi va zarur hollarda to'ldiriladi. Uchinchi bosqichda muhim prediktorlar, ya'ni kasallanishni prognoz qilishda foydalaniladigan o'zgaruvchilar tanlanadi. Keyinchalik ma'lumotlar o'qitish va test to'plamlariga ajratilib, model ishlab chiqiladi va mustaqil ma'lumotlarda sinovdan o'tkaziladi.

Modelning sifatini baholashda bir nechta statistik ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Klassifikatsiya modellarida sezgirlik, spetsifiklik, aniqlik, musbat prognostik qiymat, manfiy prognostik qiymat va ROC-AUC (Receiver Operating Characteristic - Area Under the Curve) kabi ko'rsatkichlar muhimdir. ROC-AUC qiymati modelning xavfli va xavfsiz holatlarni bir-biridan ajratish qobiliyatini baholashga yordam beradi. Prognoz qilinayotgan hodisa kam uchraydigan bo'lsa, faqat accuracy ko'rsatkichidan foydalanish noto'g'ri xulosaga olib kelishi mumkin; shu sababli sezgirlik, spetsifiklik va boshqa ko'rsatkichlarni kompleks baholash zarur.

Agar model kasallanish soni yoki darajasini prognoz qilsa, o'rtacha mutlaq xatolik (MAE – mean absolute error), o'rtacha kvadrat xatolik (MSE – mean squared error), ildiz ostidagi o'rtacha kvadrat xatolik (RMSE - Root Mean Squared Error) va boshqa regressiya ko'rsatkichlaridan foydalanish mumkin. Prognoz qiymati bilan real

kuzatilgan qiymat o'rtasidagi farq qancha kichik bo'lsa, modelning prognozlash qobiliyati shuncha yuqori hisoblanadi.

Sun'iy intellekt modelini faqat texnik jihatdan yuqori aniqlik bilan baholash yetarli emas. Model klinik va epidemiologik validatsiyadan ham o'tishi kerak. Bir hudud yoki ma'lum aholi guruhida yaxshi ishlagan model boshqa hududda xuddi shunday natija bermasligi mumkin. Shu sababli modelni turli yosh guruhlari, jinslar, hududlar va epidemiologik sharoitlarda sinash, tashqi validatsiya qilish va vaqt o'tishi bilan uning ishlashini qayta baholash zarur.

Sun'iy intellekt prognozlarining amaliy ahamiyati qarorlarni qo'llab-quvvatlash bilan belgilanadi. Model yuqori xavfli hudud yoki guruhni aniqlagandan so'ng, epidemiolog tegishli profilaktik choralarni tanlashi mumkin. Masalan, laboratoriya diagnostikasini kuchaytirish, tibbiy brigadalarni yo'naltirish, emlash qamrovini oshirish, sanitariya nazoratini kuchaytirish yoki aholini xabardor qilish kabi choralar amalga oshiriladi. Shunday qilib, prognozlash modeli mustaqil qaror qabul qiluvchi emas, balki epidemiologik boshqaruvni qo'llab-quvvatlovchi vosita sifatida ishlaydi.

Sun'iy intellekt modellaridan foydalanishda ma'lumotlarning xolisligi va algoritmik bias masalasiga alohida e'tibor berish lozim. Agar modelni o'qitishda ma'lum hudud, yosh yoki ijtimoiy guruh ma'lumotlari yetarli bo'lmasa, ushbu guruh uchun prognozlar ishonchliligi pasayishi mumkin. Shuning uchun o'quv ma'lumotlarining reprezentativligi ta'minlanishi va modelning turli guruhlardagi ishlash ko'rsatkichlari alohida baholanishi kerak.

Bundan tashqari, tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi va axborot xavfsizligi ta'minlanishi zarur. SI modelini ishlab chiqishda bemorlarning shaxsiy ma'lumotlari ishlatilsa, ularni himoyalash, anonimlashtirish yoki psevdonimlashtirish, kirish huquqlarini boshqarish va ma'lumotlarni xavfsiz saqlash mexanizmlari qo'llanilishi kerak. Model ishlab chiqish va undan foydalanish jarayonida tibbiy etikaga hamda amaldagi huquqiy talablarga rioya qilish muhimdir.

Sun'iy intellekt modellarining yana bir muhim xususiyati izohlanuvchanlikdir. Tibbiyot xodimi model nima sababdan ma'lum bir shaxs yoki hududni yuqori xavf

guruhiga kiritganini tushunishi kerak. Shu sababli muhim xavf omillarining model natijasiga ta'sirini ko'rsatish, masalan, yosh, mavsumiylik, laboratoriya natijalari yoki epidemiologik anamnezning ahamiyatini tushuntirish imkonini beruvchi usullardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Xulosa qilib aytganda, kasallanish xavfini prognozlashning sun'iy intellekt modellari epidemiologik monitoringni proaktiv boshqaruv modeliga o'tkazish uchun katta imkoniyat yaratadi. Logistik regressiya, Random Forest, gradient boosting, neyron tarmoqlar va vaqt qatorlari modellari yordamida individual hamda populyatsion darajada kasallanish xavfini baholash mumkin. Ushbu modellar elektron tibbiy ma'lumotlar, laboratoriya natijalari, epidemiologik monitoring, GIS va boshqa raqamli manbalar bilan integratsiyalashganda yanada samarali ishlaydi. Biroq SI prognozlarini amaliyotga joriy etishda modelning aniqligi bilan bir qatorda validatsiya, izohlanuvchanlik, ma'lumotlar sifati, axborot xavfsizligi va klinik-epidemiologik ekspertiza talablariga qat'iy rioya qilish zarur.

3.3. Epidemiologik o'choqlarni erta aniqlashda sun'iy intellekt

Epidemiologik o'choqlarni erta aniqlash yuqumli kasalliklarning tarqalishini cheklash va epidemiyaga qarshi tadbirlarni o'z vaqtida tashkil etishning muhim shartidir. An'anaviy epidemiologik nazorat tizimlarida o'choqlar ko'pincha kasallanish ko'rsatkichlarining sezilarli darajada oshishi yoki bir nechta bemorlar o'rtasidagi epidemiologik bog'liqlik aniqlangandan keyin qayd etiladi. Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt (SI)ning rivojlanishi esa katta hajmdagi epidemiologik ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilish, odatiy kasallanish modelidan chetga chiqishlarni aniqlash va ehtimoliy epidemiologik o'choqlar haqida erta signal berish imkonini yaratmoqda.

Sun'iy intellektning epidemiologik o'choqlarni aniqlashdagi asosiy vazifasi turli manbalardan kelib tushayotgan ma'lumotlarni birlashtirish va ular orasidagi yashirin qonuniyatlarni aniqlashdan iborat. Bunday ma'lumotlarga elektron tibbiy kartalar, laboratoriya tekshiruvlari, tez tibbiy yordam chaqiruvlari, shifoxonaga yotqizish holatlari, epidemiologik tekshiruv natijalari, emlash ma'lumotlari, geografik ma'lumotlar va boshqa raqamli ko'rsatkichlar kiradi. SI ushbu ma'lumotlarni tezkor

qayta ishlab, epidemiologik jihatdan muhim o'zgarishlarni inson tomonidan bajariladigan tahlilga qaraganda tezroq aniqlashi mumkin.

Epidemiologik o'choq deganda ma'lum hudud va vaqt oralig'ida infeksiya manbai, yuqish mexanizmi va xavf ostidagi shaxslar o'rtasida epidemiologik bog'liqlik mavjud bo'lgan holatlar majmuasi tushuniladi. O'choqning dastlabki bosqichida kasallik holatlari soni kam bo'lishi mumkin. Shu sababli oddiy statistik monitoring orqali uni aniqlash qiyinlashadi. Sun'iy intellekt esa individual holatlarning vaqti, joylashuvi, klinik belgilar va laboratoriya natijalari o'rtasidagi bog'liqliklarni birgalikda tahlil qilib, kichik, ammo epidemiologik jihatdan muhim klasterlarni aniqlashga yordam beradi.

SI yordamida anomaliyalarni aniqlash epidemiologik o'choqlarni erta aniqlashning muhim usullaridan biridir. Model ma'lum hudud uchun kasallanishning odatiy darajasini o'rganadi va yangi ma'lumotlar kelib tushishi bilan real ko'rsatkichlarni kutilayotgan qiymatlar bilan taqqoslaydi. Agar kasallanish odatiy ko'rsatkichdan sezilarli darajada chetlashsa, tizim epidemiologik signal hosil qiladi. Masalan, ma'lum mahallada o'tkir ichak infeksiyasi bilan murojaatlar odatdagidan keskin oshsa, bu holat suv yoki oziq-ovqat orqali yuqish ehtimolini tekshirish uchun signal bo'lishi mumkin.

Klaster tahlili ham sun'iy intellektning muhim imkoniyatlaridan biridir. Bunda kasallik holatlari vaqt, hudud, yosh, klinik belgilar, laboratoriya natijalari va boshqa xususiyatlar bo'yicha guruhlanadi. Agar bir-biriga yaqin hududda yashovchi yoki bir xil muassasada bo'lgan shaxslar orasida o'xshash infeksiya holatlari qisqa vaqt ichida paydo bo'lsa, algoritm ularni potensial epidemiologik klaster sifatida belgilashi mumkin. Keyinchalik epidemiologik tekshiruv orqali ushbu klasterning haqiqiy o'choq yoki tasodifiy guruhlanish ekanligi aniqlanadi.

Epidemiologik o'choqlarni aniqlashda geografik axborot tizimlari (GIS) va sun'iy intellektning integratsiyasi katta ahamiyatga ega. Kasallik holatlari xaritada ko'rsatilganda ularning hududiy to'planishi, tarqalish yo'nalishi va yangi holatlarning o'choqqa yaqinligi aniqlanishi mumkin. SI algoritmlari geografik ma'lumotlarni aholi zichligi, transport oqimi, sanitariya sharoitlari, suv ta'minoti va

boshqa omillar bilan birgalikda tahlil qilib, yangi epidemiologik o'choq paydo bo'lishi mumkin bo'lgan hududlarni prognoz qilishga yordam beradi.

Vaqt qatorlarini tahlil qilish epidemiologik o'choqlarni aniqlashda yana bir muhim yo'nalishdir. Kasallanishning kunlik, haftalik yoki oylik dinamikasi tahlil qilinib, mavsumiy va tasodifiy o'zgarishlar ajratib olinadi. Sun'iy intellekt modellari kasallanishning odatiy vaqt modelini o'rganib, undan keskin chetga chiqishlarni aniqlaydi. Bu ayniqsa mavsumiylik xususiyatiga ega bo'lgan gripp, o'tkir respirator infeksiyalar va o'tkir ichak infeksiyalarini monitoring qilishda muhimdir.

Sun'iy intellektning afzalligi shundaki, u faqat tasdiqlangan tashxislarni emas, balki sindromik ma'lumotlarni ham tahlil qilishi mumkin. Masalan, laboratoriya natijasi hali tayyor bo'lmagan bo'lsa ham, bir hududda isitma, yo'tal, diareya, qusish yoki boshqa bir xil klinik sindrom bilan murojaatlar sonining ortishi epidemiologik signal sifatida qayd etilishi mumkin. Keyinchalik laboratoriya tekshiruvlari ushbu signalning etiologik sababini aniqlashga yordam beradi.

Laboratoriya ma'lumotlarining sun'iy intellekt tizimiga integratsiyalashuvi epidemiologik o'choqlarni aniqlash aniqligini oshiradi. PZR, bakteriologik, serologik va boshqa laboratoriya tekshiruvlari natijalari elektron epidemiologik platformaga uzatilganda, SI bir xil patogen bilan bog'liq holatlarni avtomatik ravishda guruhlash imkoniga ega bo'ladi. Masalan, bir hududda qisqa vaqt davomida norovirus yoki rotavirus bilan laboratoriya tasdiqlangan holatlar ko'payishi ehtimoliy o'choqni aniqlash uchun muhim signal bo'lishi mumkin.

Epidemiologik o'choqlarni aniqlashda mashinali o'qitish algoritmlari turli vazifalarni bajarishi mumkin. Random Forest, gradient boosting, neyron tarmoqlar va boshqa algoritmlar kasallik holatlarining o'choqqa tegishli bo'lish ehtimolini baholashi mumkin. Nazorat qilinmagan o'qitish algoritmlari esa oldindan belgilangan guruhlarsiz ma'lumotlardagi o'xshashliklarni aniqlash va noma'lum klasterlarni topish imkonini beradi. Shu sababli sun'iy intellekt epidemiologik o'choqning faqat mavjudligini emas, balki uning ehtimoliy shakllanish mexanizmlarini o'rganishda ham foydali bo'lishi mumkin.

Sun'iy intellekt asosidagi avtomatik ogohlantirish tizimlari aniqlangan epidemiologik signallarni mas'ul mutaxassislariga yetkazish imkonini beradi. Masalan, tizim epidemiologik xavf chegarasidan oshish, bir hududda o'xshash kasalliklarning guruhlanishi yoki muayyan patogenning keskin ko'payishi holatlarida avtomatik bildirishnoma yaratishi mumkin. Ogohlantirish epidemiolog, sanitariya-epidemiologik xizmat, tibbiyot muassasasi yoki boshqa vakolatli mutaxassisga yuboriladi. Shu orqali epidemiologik tekshiruvni boshlash uchun zarur vaqt qisqaradi.

Biroq sun'iy intellekt tomonidan shakllantirilgan signal epidemiologik o'choqning yakuniy tasdig'i hisoblanmaydi. Algoritm faqat ehtimoliy xavfni ko'rsatadi. Signal epidemiolog tomonidan tekshirilishi, bemorlar o'rtasidagi epidemiologik bog'liqliklar aniqlanishi, laboratoriya natijalari baholanishi va zarur hollarda joyiga chiqib epidemiologik tekshiruv o'tkazilishi kerak. Shu sababli SI tizimi epidemiologik mutaxassisning o'rnini bosmaydi, balki uning qaror qabul qilish imkoniyatlarini kengaytiruvchi vosita hisoblanadi.

Sun'iy intellekt modelining samaradorligini baholashda sezgirlik, spetsifiklik, aniqlik, ROC-AUC, yolg'on musbat va yolg'on manfiy signallar ulushi kabi ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin. Epidemiologik o'choqlarni erta aniqlashda sezgirlik ayniqsa muhim, chunki haqiqiy o'choqni o'tkazib yuborish jiddiy oqibatlariga olib kelishi mumkin. Biroq yolg'on ogohlantirishlar sonining haddan tashqari ko'payishi tibbiyot xodimlari ish yuklamasini oshiradi. Shu sababli algoritm sezgirlik va spetsifiklik o'rtasida optimal muvozanatni ta'minlashi kerak.

SI asosidagi epidemiologik monitoringning muhim muammolaridan biri ma'lumotlar sifatidir. Noto'g'ri geolokatsiya, kechiktirilgan ma'lumotlar, takroriy yozuvlar yoki laboratoriya natijalarining yetishmasligi modelning prognoz aniqligini pasaytiradi. Shu sababli ma'lumotlarni avtomatik validatsiya qilish, standartlashtirish, dublikatlarni aniqlash va muntazam sifat nazoratini tashkil etish zarur.

Axborot xavfsizligi va shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish ham muhim talab hisoblanadi. Epidemiologik monitoring tizimlarida bemorning shaxsiy

ma'lumotlari, yashash hududi va tibbiy ma'lumotlari saqlanishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarni anonimlashtirish yoki psevdonimlashtirish, foydalanuvchilarni autentifikatsiya qilish, kirish huquqlarini cheklash va ma'lumotlarni shifrlash kabi choralar ko'rilishi lozim.

Sun'iy intellektdan foydalanish epidemiologik o'choqlarga javob berish strategiyasini ham takomillashtiradi. Potensial o'choq aniqlangandan keyin tizim hududdagi kontaktlarni aniqlash, laboratoriya tekshiruvlarini kuchaytirish, tibbiy resurslarni yo'naltirish va profilaktik tadbirlarni rejalashtirish uchun zarur ma'lumotlarni taqdim etishi mumkin. Agar model vaqt va hudud bo'yicha kasallik tarqalishining ehtimoliy yo'nalishini ko'rsatsa, profilaktik resurslarni ushbu hududlarga oldindan yo'naltirish mumkin.

Masalan, o'tkir ichak infeksiyalari bo'yicha sun'iy intellekt tizimi bir hududda diareya va qusish bilan murojaatlar sonining oshishini aniqlaydi, keyinchalik laboratoriya natijalarida bir xil enteropatogenlar ko'payayotganini qayd etadi va ushbu holatlarni geografik jihatdan bitta hududga bog'laydi. Algoritm epidemiologik xavfni yuqori deb baholasa, sanitariya-epidemiologik xizmatga signal yuboriladi. Shundan so'ng ichimlik suvi, oziq-ovqat obyektlari va ehtimoliy yuqish omillari tekshiriladi. Shu tariqa raqamli signal epidemiologik tekshiruv va profilaktik tadbirlarni boshlash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Sun'iy intellekt epidemiologik o'choqlarni an'anaviy usullarga nisbatan tezroq va katta hajmdagi ma'lumotlar asosida aniqlash imkonini beruvchi istiqbolli texnologiyadir. Anomaliyalarni aniqlash, klaster tahlili, vaqt qatorlarini prognozlash, GAT bilan integratsiya, laboratoriya ma'lumotlarini tahlil qilish va avtomatik ogohlantirish mexanizmlari epidemiologik o'choqlarni erta aniqlash imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi. Shu bilan birga, sun'iy intellekt tomonidan berilgan signal epidemiologik tekshiruv va mutaxassis bahosini almashtirmasligi kerak. Yuqori sifatli ma'lumotlar, ishonchli algoritmlar, klinik-epidemiologik validatsiya va axborot xavfsizligi ta'minlangan sharoitda sun'iy intellekt yuqumli kasalliklar tarqalishining oldini olish va epidemiyalarga tezkor javob berishning samarali vositasiga aylanishi mumkin.

3.4. Kasalliklarning mavsumiy va hududiy dinamikasini prognozlash

Kasalliklarning mavsumiy va hududiy dinamikasini prognozlash zamonaviy epidemiologik nazoratning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, kasallanishning vaqt va makon bo‘yicha o‘zgarishlarini oldindan baholash imkonini beradi. Bunday prognozlash orqali epidemik xavfning kuchayishi mumkin bo‘lgan davr va hududlar aniqlanadi, profilaktik hamda epidemiyaga qarshi tadbirlarni oldindan rejalashtirish, tibbiy resurslarni oqilona taqsimlash va aholi salomatligiga tahdidlarni kamaytirish imkoniyati yaratiladi. Ayniqsa, mavsumiylik xususiyatiga ega bo‘lgan yuqumli kasalliklarda prognozlash epidemiologik boshqaruvning samaradorligini oshiradi.

Kasalliklarning mavsumiy dinamikasi deganda yil davomida kasallanish darajasining ma‘lum qonuniyat asosida takroriy o‘zgarishi tushuniladi. Ayrim yuqumli kasalliklar qish oylarida, boshqalari yoz va kuz oylarida ko‘proq uchraydi. Masalan, respirator infeksiyalar odatda sovuq mavsumlarda ko‘payadi, ichak infeksiyalarining ayrim turlarida esa issiq mavsumda kasallanishning ortishi kuzatilishi mumkin. Mavsumiylikka harorat, namlik, yog‘ingarchilik, suv va oziq-ovqat xavfsizligi, aholining yopiq joylarda to‘planishi, xulq-atvor xususiyatlari va patogenning biologik xususiyatlari ta’sir ko‘rsatadi.

Kasalliklarning hududiy dinamikasi esa epidemiologik jarayonning turli hududlarda bir xil kechmasligini ifodalaydi. Bir viloyat, tuman yoki mahallada kasallanish darajasi yuqori bo‘lishi, boshqa hududda esa nisbatan past bo‘lishi mumkin. Bunga aholi zichligi, migratsiya, ijtimoiy-iqtisodiy sharoit, sanitariya holati, ichimlik suvi ta’minoti, tibbiy xizmatdan foydalanish imkoniyati, ekologik omillar, iqlim va profilaktik tadbirlarning qamrovi ta’sir qiladi.

Mavsumiy va hududiy prognozlashning asosiy maqsadi “qachon?” va “qayerda?” kasallanish xavfi oshishini oldindan aniqlashdir. Bunda oldingi yillarda to‘plangan epidemiologik ma’lumotlar asosiy manba hisoblanadi. Kasallanishning kunlik, haftalik, oylik va yillik ko‘rsatkichlari tahlil qilinib, uzoq muddatli trend, mavsumiy tebranish va tasodifiy o‘zgarishlar ajratib olinadi.

Prognozlash jarayonining birinchi bosqichi — epidemiologik ma’lumotlarni yig‘ish va tayyorlash. Bunda kasallik holatlarining sanasi, hududi, yoshi, jinsi, laboratoriya

tasdig'i, kasallikning og'irlik darajasi, ehtimoliy yuqish omillari va boshqa epidemiologik ko'rsatkichlar to'planadi. Zarur hollarda meteorologik, demografik va ijtimoiy ma'lumotlar ham qo'shiladi. Ma'lumotlarning to'liqligi va aniqligi prognoz modelining ishonchliligini belgilovchi asosiy omillardan biridir.

Kasalliklarning mavsumiy dinamikasini baholashda vaqt qatorlari tahlili keng qo'llaniladi. Vaqt qatori — kasallanish ko'rsatkichlarining vaqt bo'yicha ketma-ketligi bo'lib, unda trend, mavsumiylik va tasodifiy komponentlar mavjud bo'lishi mumkin. Trend kasallanishning uzoq muddatli o'zgarishini, mavsumiy komponent ma'lum davrlarda takrorlanadigan tebranishlarni, tasodifiy komponent esa oldindan bashorat qilish qiyin bo'lgan o'zgarishlarni ifodalaydi.

An'anaviy statistik prognozlashda regressiya modellari, moving average, ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) va SARIMA (Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average) kabi vaqt qatori modellaridan foydalanish mumkin. Ayniqsa SARIMA kabi mavsumiy modellar yil davomida takrorlanadigan epidemiologik qonuniyatlarni hisobga olish imkonini beradi. Ushbu modellar asosida kelgusi hafta, oy yoki mavsum uchun kasallanish darajasining kutilayotgan qiymati va uning ehtimoliy chegaralari hisoblanishi mumkin.

Zamonaviy epidemiologiyada sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish usullaridan ham keng foydalanish imkoniyatlari mavjud. Random Forest, Gradient Boosting, XGBoost (Extreme Gradient Boosting), neyron tarmoqlar va LSTM (Long Short-Term Memory) kabi modellar kasallanish dinamikasiga ta'sir qiluvchi ko'plab omillarni birgalikda tahlil qilishi mumkin. Masalan, kasallanish darajasi bilan bir vaqtda harorat, namlik, yog'ingarchilik, aholi zichligi va migratsiya ko'rsatkichlari o'zgarishi hisobga olinadi.

GAT — geografik axborot tizimlari hududiy prognozlashning muhim vositasidir. Kasallik holatlarini elektron xaritalarga joylashtirish orqali kasallanishning hududiy to'planishlari, epidemiologik o'choqlar va xavf zonalarini aniqlanadi. GIS va sun'iy intellekt integratsiyalashganda nafaqat mavjud kasallanish holatlarini xaritalash, balki kelgusida kasallanish xavfi yuqori bo'lishi mumkin bo'lgan hududlarni ham prognoz qilish imkoniyati paydo bo'ladi.

Hududiy prognozlashda spatial autocorrelation, ya'ni qo'shni hududlardagi kasallanish ko'rsatkichlarining o'zaro bog'liqligi ham hisobga olinishi mumkin. Bir hududda kasallanishning keskin ortishi unga qo'shni hududlarda ham xavfning oshishiga olib kelishi mumkin. Ayniqsa, aholi harakatchanligi yuqori bo'lgan hududlarda kasalliklarning hududlararo tarqalishini prognozlash muhimdir.

Kasalliklarning mavsumiy va hududiy dinamikasini prognozlashda iqlim va ekologik omillar alohida ahamiyatga ega. Harorat, namlik, yog'ingarchilik, suv sathi va boshqa ekologik ko'rsatkichlar ayrim infeksiyalarning tarqalishiga bevosita yoki bilvosita ta'sir qilishi mumkin. Masalan, yuqori harorat va suv ta'minotidagi muammolar ayrim ichak infeksiyalarining tarqalish xavfini oshirishi mumkin. Shuning uchun epidemiologik prognozlash modellariga meteorologik ma'lumotlarni kiritish prognoz aniqligini oshirishi mumkin.

Aholining demografik va ijtimoiy xususiyatlari ham hududiy prognozning muhim komponentidir. Aholi zichligi yuqori bo'lgan hududlarda kontaktlar sonining ko'pligi ayrim yuqumli kasalliklarning tarqalishiga sharoit yaratishi mumkin. Migratsiya va transport oqimlarining yuqoriligi esa infeksiyaning bir hududdan boshqasiga olib kirilishi xavfini oshiradi. Shu sababli zamonaviy prognozlash modellarida aholining harakatchanligi bilan bog'liq ma'lumotlardan foydalanish istiqbolli hisoblanadi.

Mavsumiy va hududiy prognozlashda kasallikning etiologik tarkibini ham hisobga olish zarur. Bir xil klinik sindrom turli patogenlar tomonidan chaqirilishi mumkin va ularning mavsumiyligi bir-biridan farq qiladi. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarida rotavirus, norovirus, adenovirus, salmonella va boshqa patogenlarning vaqt va hudud bo'yicha tarqalish qonuniyatlari turlicha bo'lishi mumkin. Laboratoriya diagnostikasining epidemiologik monitoring bilan integratsiyasi har bir patogenning alohida dinamikasini prognoz qilish imkonini beradi.

Prognoz natijalarini xavf xaritalari shaklida taqdim etish epidemiologik boshqaruv uchun juda qulaydir. Hududlar, masalan, past, o'rta, yuqori va juda yuqori xavf guruhlariga ajratilishi mumkin. Bunday xaritalar epidemiologlarga qaysi hududlarda

laboratoriya tekshiruvlarini kengaytirish, sanitariya nazoratini kuchaytirish yoki profilaktik tadbirlarni ustuvor ravishda tashkil etish kerakligini aniqlashda yordam beradi.

Prognoz modelining samaradorligi uning real epidemiologik holatni qanchalik aniq oldindan aytib bera olishi bilan baholanadi. MAE, MSE, RMSE (Root Mean Squared Error) va MAPE (Mean Absolute Percentage Error) kabi ko'rsatkichlar prognoz qilingan va amalda kuzatilgan kasallanish qiymatlari o'rtasidagi farqni baholash imkonini beradi. Agar model epidemiologik hodisaning mavjud yoki mavjud emasligini prognoz qilsa, sezgirlik, spetsifiklik, F1-score va ROC-AUC kabi ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin.

Prognozlash modelini ishlab chiqishda ma'lumotlarning bir qismi modelni o'qitish, boshqa qismi esa uni sinovdan o'tkazish uchun ishlatiladi. Vaqt qatorlari bilan ishlaganda oddiy tasodifiy bo'lishdan ko'ra, vaqt ketma-ketligini saqlagan holda o'qitish va test davrlarini ajratish maqsadga muvofiq. Model keyinchalik mustaqil hudud yoki boshqa vaqt davrida ham sinab ko'rilsa, uning tashqi validatsiyasi amalga oshirilgan bo'ladi.

Prognozlash natijalarining amaliy qiymati faqat statistik aniqlik bilan emas, balki epidemiologik qarorlarni yaxshilash qobiliyati bilan belgilanadi. Masalan, model kasallanishning kelgusi oyda oshishini oldindan ko'rsatsa, sog'liqni saqlash tizimi laboratoriya reagentlari, dori vositalari, himoya vositalari va tibbiy xodimlar resursini oldindan rejalashtirishi mumkin. Xavf yuqori bo'lgan hududlarda profilaktik va sanitariya-ma'rifiy tadbirlarni kuchaytirish ham mumkin.

O'tkir ichak infeksiyalari misolida mavsumiy-hududiy prognozlash quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirilishi mumkin: avvalo bir necha yillik kasallanish ma'lumotlari yig'iladi; keyin kasallanishning oylar va hududlar bo'yicha dinamikasi tahlil qilinadi; mavsumiylik va trend aniqlanadi; laboratoriya tasdiqlangan patogenlar bo'yicha alohida modellar yaratiladi; meteorologik va sanitariya omillari modelga kiritiladi; kelgusi davr uchun kasallanish prognoz qilinadi va natijalar GIS xaritasida aks ettiriladi. Natijada epidemiologik xavf yuqori bo'lishi mumkin bo'lgan hududlar oldindan aniqlanadi.

Bunday tizimni real vaqt rejimidagi epidemiologik monitoring bilan integratsiya qilish yanada samarali natija beradi. Yangi epidemiologik ma'lumotlar kelib tushgani sari model yangilanib, prognozlar qayta hisoblanadi. Agar real kasallanish prognoz qilingan chegaradan oshsa, avtomatik epidemiologik ogohlantirish shakllantiriladi. Bu "prognoz — monitoring — ogohlantirish — javob chorasi"ning yagona raqamli siklini yaratadi.

Shu bilan birga, prognozlashda ayrim cheklovlar mavjud. Ma'lumotlarning to'liq bo'lmasligi, tashxislash amaliyotining o'zgarishi, laboratoriya tekshiruvlari qamrovining o'zgarishi, aholi migratsiyasi, yangi patogenlarning paydo bo'lishi yoki profilaktik tadbirlarning o'zgarishi model natijalariga ta'sir qilishi mumkin. Shu sababli epidemiologik prognozlar mutlaq aniq natija sifatida emas, balki qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlovchi ehtimoliy baho sifatida talqin qilinishi kerak.

Xulosa qilib aytganda, kasalliklarning mavsumiy va hududiy dinamikasini prognozlash epidemiologik nazoratning proaktiv modelini shakllantirishga xizmat qiladi. Statistik vaqt qatori modellari, mashinaviy o'qitish, sun'iy intellekt, GIS va real vaqt ma'lumotlarining integratsiyasi orqali kasallanishning qachon va qayerda oshishi mumkinligini oldindan baholash mumkin. Bunday prognozlar profilaktik tadbirlarni o'z vaqtida tashkil etish, tibbiy resurslarni to'g'ri taqsimlash, yuqori xavfli hududlarni aniqlash va epidemik o'choqlarning kengayishining oldini olishda muhim vosita hisoblanadi.

3.5. Xavf guruhlarini avtomatlashtirilgan aniqlash

Xavf guruhlarini avtomatlashtirilgan aniqlash zamonaviy raqamli sog'liqni saqlash va epidemiologik nazorat tizimlarining muhim yo'nalishlaridan biridir. Ushbu yondashuv elektron tibbiy ma'lumotlar, laboratoriya natijalari, epidemiologik ko'rsatkichlar, demografik ma'lumotlar va boshqa raqamli manbalarni avtomatik tahlil qilish orqali kasallanish ehtimoli yuqori bo'lgan shaxslar yoki aholi guruhlarini aniqlash imkonini beradi. Bunday tizimlarning asosiy vazifasi kasallik yuzaga kelgandan keyin choralar ko'rish emas, balki yuqori xavfni oldindan aniqlab, maqsadli profilaktik tadbirlarni tashkil etishdan iborat.

Xavf guruhi — ma'lum kasallik bilan kasallanish, kasallikning og'ir kechishi yoki asoratlar rivojlanish ehtimoli umumiy aholiga nisbatan yuqori bo'lgan shaxslar yoki aholi qatlamidir. Xavf guruhlarini aniqlashda yosh, jins, yashash hududi, epidemiologik anamnez, immunizatsiya holati, mavjud xavf omillari, laboratoriya ko'rsatkichlari, kasallik bilan kontaktda bo'lish va boshqa omillar hisobga olinishi mumkin. Raqamli texnologiyalar ushbu ko'rsatkichlarni bir vaqtning o'zida tahlil qilish imkonini berib, an'anaviy qo'lda tuziladigan ro'yxatlarga nisbatan tezkor va tizimli yondashuvni ta'minlaydi.

Avtomatlashtirilgan aniqlash tizimining asosiy manbalaridan biri elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi hisoblanadi. Elektron tibbiy kartalarda bemorning yoshi, klinik tashxislari, laboratoriya tekshiruvlari, oldingi kasalliklari, emlash holati va boshqa tibbiy ma'lumotlar saqlanishi mumkin. Maxsus algoritmlar ushbu ma'lumotlarni tahlil qilib, belgilangan mezonlarga javob beradigan shaxslarni avtomatik ravishda tegishli xavf guruhiga kiritadi.

Xavf guruhlarini aniqlashda dastlab xavf mezonlari belgilanadi. Masalan, yuqumli kasalliklar epidemiologiyasida yuqori xavf guruhiga kasallik bilan bevosita kontaktda bo'lganlar, emlanmagan shaxslar, epidemiologik vaziyat noqulay hududlarda yashovchilar yoki infeksiya yuqishi ehtimoli yuqori bo'lgan kasbiy guruhlar kiritilishi mumkin. Ayrim hollarda xavf bir nechta omillarning birgalikdagi ta'siri asosida baholanadi.

Raqamli tizimlar xavfni ballik yoki reyting modeli orqali ham baholashi mumkin. Bunda har bir xavf omiliga ma'lum ball beriladi. Masalan, epidemiologik kontakt, emlash holati, yosh, yashash hududi va laboratoriya ko'rsatkichlari alohida baholanib, yakuniy xavf balli hisoblanadi. Natijada shaxslar past, o'rta yoki yuqori xavf guruhlariga ajratiladi. Bunday yondashuv profilaktik resurslarni eng yuqori xavfga ega guruhlariga ustuvor yo'naltirish imkonini beradi.

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish avtomatlashtirilgan xavf stratifikatsiyasining imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Logistik regressiya, Random Forest, Gradient Boosting, neyron tarmoqlar va boshqa algoritmlar ko'plab xavf omillarini bir vaqtning o'zida tahlil qilib, individual kasallanish ehtimolini hisoblashga imkon

beradi. Bunda model faqat bitta xavf omiliga emas, balki omillar kombinatsiyasiga asoslanadi.

Masalan, o'tkir ichak infeksiyalari uchun avtomatlashtirilgan xavf modeli yosh, yashash hududi, ichimlik suvi manbai, sanitariya sharoiti, epidemiologik kontakt, mavsum, oldingi kasallanish va laboratoriya ko'rsatkichlarini hisobga olishi mumkin. Model ushbu ma'lumotlar asosida shaxs yoki hududning kasallanish xavfini baholaydi. Yuqori xavf aniqlanganda profilaktik ko'rik, laboratoriya tekshiruvi yoki epidemiologik kuzatuvni kuchaytirish bo'yicha signal shakllantirilishi mumkin.

Xavf guruhlarini avtomatlashtirilgan aniqlashda geografik omil ham katta ahamiyatga ega. GAT texnologiyalari orqali kasallanish darajasi yuqori hududlar, epidemiologik o'choqlar, sanitariya holati qoniqarsiz joylar yoki tibbiy xizmatdan foydalanish imkoniyati cheklangan hududlar aniqlanadi. Shundan so'ng ushbu hududlarda yashovchi aholi yoki ma'lum guruhlar avtomatik ravishda yuqori epidemiologik xavf zonasiga kiritilishi mumkin.

Vaqt omili ham xavfni avtomatik baholashda hisobga olinadi. Ayrim kasalliklarda xavf mavsumga qarab o'zgaradi. Masalan, kasallanish ko'rsatkichlari ma'lum oylar davomida oshadigan bo'lsa, tizim ushbu davr boshlanishidan oldin tegishli xavf guruhlarini qayta aniqlashi mumkin. Bu profilaktik tadbirlarni kasallanishning epidemiologik ko'tarilishidan oldin boshlash imkonini beradi.

Avtomatlashtirilgan tizimning muhim funksiyalaridan biri dinamik xavf baholashdir. Shaxsning xavf darajasi doimiy ravishda bir xil bo'lib qolmaydi. Yangi laboratoriya natijasi, epidemiologik kontakt, emlash yoki hududdagi epidemiologik vaziyatning o'zgarishi xavf darajasini o'zgartirishi mumkin. Raqamli tizim yangi ma'lumot kelib tushishi bilan xavf darajasini avtomatik ravishda qayta hisoblaydi.

Xavf guruhlarini avtomatik aniqlash skrining tadbirlarini optimallashtirish imkonini ham beradi. Aholining barcha vakillarini bir xil intensivlikda tekshirish o'rniga, yuqori xavf guruhlariga maqsadli skrining tashkil etish mumkin. Bu tibbiy resurslardan samarali foydalanish, laboratoriya yuklamasini kamaytirish va kasalliklarni erta aniqlash imkoniyatini oshiradi.

Epidemiologik kontaktlarni avtomatik aniqlash ham muhim yo‘nalish hisoblanadi. Elektron tibbiy va epidemiologik ma’lumotlardan foydalanib, bemor bilan bir muassasada bo‘lgan, bir oila yoki jamoada yashaydigan yoki epidemiologik jihatdan bog‘liq bo‘lgan shaxslar aniqlanishi mumkin. Tizim ushbu shaxslarni kuzatuv ro‘yxatiga kiritib, kuzatuv muddati tugaguncha tegishli eslatmalarni shakllantirishi mumkin.

Bunday tizimlar immunoprofilaktikada ham katta amaliy ahamiyatga ega. Emlash holati elektron registrda saqlansa, emlanmagan yoki emlash kursini to‘liq tugatmagan shaxslarni avtomatik aniqlash mumkin. Emlashdan chetda qolgan guruhlar hudud, yosh yoki boshqa mezonlar bo‘yicha ajratilib, ularga nisbatan manzilli profilaktik tadbirlar tashkil etiladi.

Xavf guruhlarini aniqlashning samaradorligi bir qator mezonlar orqali baholanadi. Jumladan, tizimning sezgirliги, spetsifikligi, ijobiy prognostik qiymati, noto‘g‘ri musbat va noto‘g‘ri manfiy natijalar ulushi muhim ko‘rsatkichlar hisoblanadi. Yuqori xavfli shaxslarni o‘tkazib yubormaslik uchun sezgirlik yetarli darajada yuqori bo‘lishi kerak. Shu bilan birga, ortiqcha xavf guruhlarini shakllantirish resurslarning samarasiz sarflanishiga olib kelmasligi uchun spetsifiklik ham nazorat qilinadi.

Avtomatlashtirilgan xavf stratifikatsiyasi tizimida ma’lumotlarning sifati hal qiluvchi ahamiyatga ega. Elektron bazadagi noto‘g‘ri yoki yetishmayotgan ma’lumotlar xavf darajasining noto‘g‘ri baholanishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli ma’lumotlarni standartlashtirish, dublikatlarni aniqlash, ma’lumotlarning to‘liqligini nazorat qilish va muntazam audit o‘tkazish zarur.

Shuningdek, algoritmik xolislik masalasiga e’tibor berish lozim. Model ayrim yosh, hudud yoki aholi guruhlar bo‘yicha yetarli ma’lumotga ega bo‘lmasa, ushbu guruhlar uchun xavfni noto‘g‘ri baholashi mumkin. Shuning uchun avtomatlashtirilgan tizimlar turli aholi guruhlarida alohida validatsiya qilinishi va modelning natijalari epidemiologik mutaxassislar tomonidan muntazam baholanib borilishi kerak.

Avtomatlashtirilgan xavf guruhlarini aniqlashda shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish ham majburiy talab hisoblanadi. Tibbiy va epidemiologik ma'lumotlardan foydalanishda autentifikatsiya, kirish huquqlarini chegaralash, shifrlash, anonimlashtirish va ma'lumotlardan foydalanish tarixini nazorat qilish mexanizmlari qo'llanilishi zarur. Ayniqsa, individual xavf darajasi kabi ma'lumotlar faqat vakolatli tibbiyot xodimlari uchun ochiq bo'lishi kerak.

Avtomatlashtirilgan xavf aniqlash tizimi epidemiologik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimi bilan integratsiyalashganda uning samaradorligi yanada oshadi. Masalan, tizim yuqori xavf guruhini aniqlagandan keyin tegishli mutaxassisga elektron bildirishnoma yuborishi, skrining yoki laboratoriya tekshiruvini tavsiya qilishi, profilaktik kuzatuv muddatini belgilashi va natijalarni monitoring qilishi mumkin.

Shunday qilib, avtomatlashtirilgan xavf stratifikatsiyasi "ma'lumot yig'ish → xavfni baholash → guruhlash → ogohlantirish → profilaktik chora → natijani monitoring qilish" tamoyili asosida ishlashi mumkin. Bu yondashuv profilaktik tibbiyotda passiv kuzatuvdan faol va individual xavfga asoslangan boshqaruvga o'tishni ta'minlaydi.

3.1 jadval Avtomatlashtirilgan xavf guruhlarini aniqlashning asosiy komponentlari

Komponent	Mazmuni
Ma'lumot manbalari	Elektron tibbiy karta, laboratoriya, epidemiologik registr, emlash bazasi
Xavf omillari	Yosh, hudud, kontakt, mavsum, immunizatsiya, klinik va epidemiologik ko'rsatkichlar
Tahlil usuli	Ballik tizim, statistik model, mashinaviy o'qitish, sun'iy intellekt
Natija	Past, o'rta va yuqori xavf guruhlar
Ogohlantirish	Yuqori xavf aniqlanganda avtomatik signal

Profilaktik chora	Skrining, laboratoriya tekshiruvi, kuzatuv, emlash va boshqa tadbirlar
Nazorat	Xavf darajasini qayta baholash va natijalarni monitoring qilish

Elektron tibbiy ma'lumotlar, laboratoriya natijalari, epidemiologik registrlar, GIS va sun'iy intellekt algoritmlarining integratsiyasi orqali kasallanish xavfi yuqori bo'lgan shaxs va hududlarni tezkor aniqlash mumkin. Ushbu yondashuv kasalliklarni erta aniqlash, resurslarni oqilona taqsimlash, profilaktik skriningni takomillashtirish va epidemiologik o'choqlarning shakllanishining oldini olishga xizmat qiladi. Biroq tizimning ishonchliligi yuqori sifatli ma'lumotlar, validatsiyadan o'tgan algoritmlar, axborot xavfsizligi va tibbiyot mutaxassisining ekspert bahosi bilan ta'minlanishi lozim.

3.6. Sun'iy intellekt asosida profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimlari

Sun'iy intellekt (SI) asosida profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimlari zamonaviy sog'liqni saqlash va epidemiologik nazoratning istiqbolli raqamli yo'nalishlaridan biridir. Ushbu tizimlarning asosiy vazifasi katta hajmdagi tibbiy, epidemiologik, laboratoriya va demografik ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilib, kasalliklarning oldini olish bo'yicha tibbiyot xodimlari va epidemiologlarga ilmiy asoslangan tavsiyalar berishdan iborat. Bunday tizimlar profilaktik faoliyatni kasallik sodir bo'lgandan keyingi javob choralaridan kasallik xavfini oldindan aniqlash va uning oldini olishga yo'naltirilgan proaktiv boshqaruv modeliga o'tkazishga xizmat qiladi.

Profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimi — bu tibbiyot xodimiga ma'lum vaziyatda qanday profilaktik choralarni ko'rish maqsadga muvofiqligi haqida axborot beradigan raqamli tizimdir. Sun'iy intellekt bunday tizimlarda ma'lumotlarni qayta ishlash, xavfni stratifikatsiya qilish, epidemiologik vaziyatni prognozlash, turli profilaktik strategiyalarni taqqoslash va ehtimoliy natijalarni baholash uchun qo'llaniladi. Tizimning yakuniy qarori esa mas'ul shifokor yoki

epidemiolog tomonidan klinik va epidemiologik vaziyatni hisobga olgan holda qabul qilinadi.

Bunday tizimlarning ishlashi uchun turli manbalardan raqamli ma'lumotlar yig'iladi. Ularga elektron tibbiy kartalar, laboratoriya tekshiruvlari, epidemiologik kuzatuv ma'lumotlari, emlash registrlari, kasallanish ko'rsatkichlari, demografik ma'lumotlar, meteorologik ko'rsatkichlar, sanitariya holati va boshqa axborot manbalari kirishi mumkin. Ushbu ma'lumotlarning yagona raqamli platformada integratsiyalashuvi sun'iy intellektga epidemiologik vaziyatni kompleks baholash imkonini beradi.

SI asosidagi profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimining birinchi bosqichi xavfni aniqlash hisoblanadi. Algoritm individual shaxs yoki aholi guruhida kasallanish ehtimolini baholaydi. Masalan, yosh, yashash hududi, epidemiologik kontakt, emlash holati, laboratoriya natijalari, mavsumiylik va boshqa xavf omillari tahlil qilinib, individual xavf darajasi aniqlanadi. Natijada shaxslar past, o'rta va yuqori xavf guruhlariga ajratilishi mumkin.

Keyingi bosqichda tizim profilaktik tadbirlarni tanlashga yordam beradi. Yuqori xavf aniqlanganda qo'shimcha laboratoriya tekshiruvi, skrining, epidemiologik kuzatuv, emlash, sanitariya-ma'rifiy tadbirlar yoki boshqa profilaktik choralarni tavsiya qilish mumkin. Bunda tavsiyalar kasallikning turi, xavf darajasi, mavjud resurslar va hududning epidemiologik holatiga moslashtiriladi.

Sun'iy intellekt asosidagi tizimlarning muhim afzalligi — katta hajmdagi ma'lumotlarni bir vaqtning o'zida tahlil qilish imkoniyatidir. Oddiy statistik monitoringda ko'plab omillarni birgalikda hisobga olish qiyin bo'lishi mumkin. SI esa yosh, jins, hudud, mavsum, laboratoriya natijalari, epidemiologik kontaktlar, sanitariya sharoiti va boshqa o'zgaruvchilar o'rtasidagi murakkab bog'liqliklarni aniqlashga qodir.

Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarining oldini olishda tizim kasallanishning oldingi yillardagi dinamikasi, mavsumiylik, hududiy taqsimlanish, suv ta'minoti, sanitariya holati va laboratoriya tasdiqlangan patogenlar haqidagi ma'lumotlarni tahlil qilishi mumkin. Agar ma'lum hududda yaqin haftalarda kasallanish xavfi oshishi prognoz

qilinsa, tizim epidemiologga laboratoriya nazoratini kuchaytirish, ichimlik suvi sifatini tekshirish va sanitariya-ma'rifiy tadbirlarni faollashtirishni tavsiya qilishi mumkin.

Epidemiologik qarorlarni qo'llab-quvvatlash SI tizimlarining muhim yo'nalishlaridan biridir. Epidemiologik xizmat bir vaqtning o'zida ko'plab hududlardan ma'lumot oladi. Sun'iy intellekt ushbu ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilib, epidemiologik xavfi yuqori hududlarni aniqlaydi va ularni ustuvorlik darajasiga ko'ra saralaydi. Bu esa cheklangan tibbiy va laboratoriya resurslarini eng muhim hududlarga yo'naltirish imkonini beradi.

Profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimlarida epidemik o'choqlarni erta aniqlash ham muhim o'rin tutadi. Agar ma'lum hududda kasallanish ko'rsatkichlari odatiy darajadan oshsa yoki bir xil patogen bilan bog'liq holatlar klasteri shakllansa, tizim avtomatik signal yaratishi mumkin. Signal asosida epidemiologik tekshiruv boshlanadi va zarur profilaktik tadbirlar belgilanadi.

Sun'iy intellekt asosidagi prognozlash modellari profilaktik qarorlarning sifatini yanada oshiradi. Vaqt qatorlari, regressiya modellari, Random Forest, Gradient Boosting, neyron tarmoqlar va boshqa algoritmlar yordamida kasallanishning kelajakdagi dinamikasi prognoz qilinadi. Prognoz natijalari asosida epidemiologik xizmat kelgusi kunlar yoki haftalarda zarur bo'ladigan profilaktik resurslarni oldindan rejalashtirishi mumkin.

Profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlashda ssenariyli modellashtirish ham qo'llanilishi mumkin. Masalan, tizim "agar emlash qamrovi oshirilsa", "agar laboratoriya skriningi kengaytirilsa" yoki "agar sanitariya nazorati kuchaytirilsa" kabi turli ssenariylarni baholashi mumkin. Har bir ssenariy bo'yicha kasallanishning kutilayotgan o'zgarishi va resurslarga bo'lgan ehtiyoj hisoblab chiqiladi. Bu epidemiologik boshqaruv qarorlarini ilmiy asoslashga yordam beradi.

Raqamli skrining ham SI asosidagi profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimlarining muhim komponentidir. Tizim mavjud ma'lumotlar asosida tekshiruvga muhtoj bo'lgan shaxslarni avtomatik ajratib, ularni xavf darajasiga ko'ra guruhlaydi. Natijada umumiy skrining o'rniga yuqori xavf guruhlariga yo'naltirilgan maqsadli

skrining tashkil etilishi mumkin. Bu vaqt va moliyaviy resurslardan samarali foydalanishga yordam beradi.

Immunoprofilaktika sohasida SI tizimlari emlash qamrovini tahlil qilish, emlanmagan guruhlarini aniqlash va epidemiologik xavf yuqori bo'lgan hududlarda emlash tadbirlarini ustuvorlashtirish imkonini beradi. Masalan, elektron emlash registri orqali emlash kursini tugatmagan yoki belgilangan muddatda emlanmagan shaxslar avtomatik aniqlanishi mumkin. Hududiy epidemiologik vaziyat ham hisobga olinib, emlash resurslarini taqsimlash bo'yicha tavsiyalar shakllantiriladi.

Tizimning samaradorligi "xavfni aniqlash — tavsiya — amaliy chora — natijani baholash" sikli orqali ta'minlanadi. Profilaktik chora amalga oshirilgandan keyin uning natijasi yana raqamli tizimga kiritiladi. Sun'iy intellekt ushbu natijani oldingi prognoz bilan taqqoslab, tavsiya qilingan choraning samaradorligini baholashi mumkin. Shu tariqa tizim vaqt o'tishi bilan takomillashib boruvchi boshqaruv mexanizmiga aylanadi.

Profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimlarining samaradorligini baholashda bir qator ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Jumladan, kasalliklarni erta aniqlash darajasi, epidemiologik signalni aniqlash vaqti, sezgirlik, spetsifiklik, yolg'on ogohlantirishlar soni, profilaktik tadbirlarning qamrovi, kasallanish ko'rsatkichining kamayishi va resurslardan foydalanish samaradorligi muhim hisoblanadi. Shuningdek, tizim tavsiyalarining amaliyotga joriy etilishi va tibbiyot xodimlarining undan foydalanish darajasi ham baholanishi kerak.

Bunday tizimlarda ma'lumotlar sifati alohida ahamiyatga ega. Agar elektron ma'lumotlar noto'g'ri, yetarli bo'lmagan yoki kechiktirilgan bo'lsa, sun'iy intellekt tomonidan berilgan tavsiyalar ham ishonchsiz bo'lishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarni standartlashtirish, avtomatik tekshirish, dublikatlarni chiqarib tashlash, yetishmayotgan ma'lumotlarni aniqlash va ma'lumotlar bazasini muntazam yangilab borish zarur.

Algoritmik xolislik ham muhim masalalardan biridir. Model ma'lum yosh, jins yoki hudud guruhlariga oid ma'lumotlarni yetarlicha qamrab olmasa, ushbu guruhlar uchun xavf noto'g'ri baholanishi mumkin. Shuning uchun SI modeli turli aholi

guruhlarida validatsiyadan o'tkazilishi, uning ishlash ko'rsatkichlari muntazam nazorat qilinishi va zarur hollarda qayta o'qitilishi lozim.

Shuningdek, tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi va axborot xavfsizligi ta'minlanishi shart. Elektron tibbiy ma'lumotlardan foydalanishda autentifikatsiya, foydalanuvchi huquqlarini chegaralash, ma'lumotlarni shifrlash, anonimlashtirish va kirish tarixini nazorat qilish mexanizmlaridan foydalanish zarur. Sun'iy intellekt tizimi tomonidan shakllantirilgan individual xavf ma'lumotlari ham himoyalangan bo'lishi kerak.

SI tizimi shifokor yoki epidemiologni almashtirmasligi kerak. Sun'iy intellektning tavsiyasi ehtimoliy hisob-kitobga asoslangan bo'lib, yakuniy qaror klinik va epidemiologik vaziyatni biladigan mutaxassis tomonidan qabul qilinadi. Ayniqsa, karantin, izolyatsiya, ommaviy immunizatsiya yoki boshqa muhim epidemiologik choralarni belgilashda inson ekspertizasi hal qiluvchi ahamiyatga ega.

3.2 jadval Sun'iy intellekt asosidagi profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimining tuzilishi

Bosqich	Asosiy vazifa
1. Ma'lumotlarni yig'ish	Elektron tibbiy, laboratoriya va epidemiologik ma'lumotlarni birlashtirish
2. Ma'lumotlarni qayta ishlash	Tozalash, standartlashtirish va validatsiya
3. Xavfni baholash	Individual va hududiy epidemiologik xavfni hisoblash
4. Prognozlash	Kasallanishning kelajakdagi dinamikasini aniqlash
5. Qaror variantlari	Profilaktik tadbirlarning muqobil variantlarini shakllantirish
6. Tavsiya	Epidemiolog yoki shifokorga maqsadli tavsiya berish
7. Amalga oshirish	Profilaktik choralarni tashkil etish
8. Monitoring	Natijalarni baholash va modelni takomillashtirish

3.7. Tibbiyotda sun'iy intellektdan foydalanishning etik, huquqiy va xavfsizlik masalalari

Sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining tibbiyotga jadal kirib kelishi diagnostika, davolash, epidemiologik nazorat, profilaktika va tibbiy xizmatlarni boshqarish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Elektron tibbiy ma'lumotlarni tahlil qilish, kasalliklarni erta aniqlash, xavf guruhlarini avtomatik aniqlash, epidemiologik o'choqlarni prognozlash va klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlash kabi yo'nalishlarda SI samarali vosita bo'lishi mumkin. Biroq tibbiyotda inson hayoti va salomatligi bilan bog'liq qarorlar qabul qilinishi sababli sun'iy intellektdan foydalanish nafaqat texnologik, balki etik, huquqiy va axborot xavfsizligi nuqtayi nazaridan ham qat'iy nazoratni talab qiladi.

Tibbiyotda SI texnologiyalaridan foydalanishning asosiy etik tamoyillaridan biri inson manfaatlarining ustuvorligi hisoblanadi. Sun'iy intellektning vazifasi tibbiyot xodimini to'liq almashtirish emas, balki uning professional faoliyatini qo'llab-quvvatlashdan iborat bo'lishi kerak. Algoritm kasallik xavfini yuqori deb baholashi yoki muayyan tashxisni ehtimoliy deb ko'rsatishi mumkin, biroq yakuniy klinik qaror bemorning individual holatini hisobga olgan holda malakali shifokor tomonidan qabul qilinishi lozim.

Bemorning avtonomiyasi va xabardor roziligi ham muhim etik talabdir. Bemor o'zining tibbiy ma'lumotlari SI tizimlarida qayta ishlanishi, qanday maqsadda foydalanilishi va natijalar qanday qo'llanishi haqida imkon qadar tushunarli ma'lumotga ega bo'lishi kerak. Ayniqsa, genetik ma'lumotlar, biometrik ma'lumotlar va boshqa yuqori darajada shaxsiy tibbiy ma'lumotlardan foydalanishda bemorning huquqlari va roziligi alohida ahamiyat kasb etadi.

Tibbiyotda SI bilan bog'liq eng muhim masalalardan biri maxfiylik va shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilishdir. Sun'iy intellekt modellarini o'qitish uchun katta hajmdagi bemor ma'lumotlari talab qilinadi. Elektron tibbiy kartalar, laboratoriya natijalari, diagnostik tasvirlar va epidemiologik ma'lumotlar shaxsning sog'lig'i haqida muhim axborotni o'z ichiga oladi. Ushbu ma'lumotlarning ruxsatsiz tarqalishi bemorning shaxsiy hayoti va huquqlariga zarar yetkazishi mumkin.

Shuning uchun SI tizimlarida ma'lumotlarni anonimlashtirish yoki psevdonimlashtirish, shifrlash, foydalanuvchilarni autentifikatsiya qilish, kirish huquqlarini cheklash va ma'lumotlardan foydalanish tarixini nazorat qilish kabi xavfsizlik mexanizmlari qo'llanilishi zarur. Faqat xizmat vazifasi doirasida vakolatga ega bo'lgan xodimlarga tegishli tibbiy ma'lumotlardan foydalanishi kerak.

Yana bir muhim masala — algoritmik xolislik. Sun'iy intellekt modeli qaysi ma'lumotlar asosida o'qitilgan bo'lsa, uning natijalari ko'p jihatdan shu ma'lumotlarning sifatiga bog'liq. Agar ma'lumotlar bazasida ayrim yosh, jins, hudud yoki boshqa guruhlar yetarlicha ifodalanmagan bo'lsa, algoritm ushbu guruhlar uchun kamroq aniq natija berishi mumkin. Bu esa tibbiy xizmatlardan foydalanishda tengsizlikni kuchaytirishi ehtimolini yuzaga keltiradi.

Shu sababli SI modellarini ishlab chiqishda reprezentativ ma'lumotlardan foydalanish va algoritmni turli aholi guruhlarida alohida validatsiya qilish zarur. Modelning sezgirligi, spetsifikligi va boshqa diagnostik ko'rsatkichlari umumiy populyatsiyada emas, balki muhim klinik va demografik guruhlarda ham baholanishi kerak.

Tibbiyotda sun'iy intellektdan foydalanishning yana bir etik muammosi shaffoflik va izohlanuvchanlikdir. Ayrim murakkab neyron tarmoqlar nima sababdan ma'lum bir xulosaga kelganini tushuntirish qiyin bo'lishi mumkin. Bemor yoki shifokor uchun “algoritm shunday dedi” degan izoh yetarli emas. Ayniqsa, tashxis yoki davolashga ta'sir qiluvchi qarorlarda modelning asosiy omillari va xulosaga kelish mexanizmini imkon qadar tushuntirish muhim.

Algoritmik xato uchun javobgarlik ham huquqiy jihatdan murakkab masaladir. Agar SI tizimi noto'g'ri tavsiya bersa va buning oqibatida bemorga zarar yetsa, javobgarlik kimga tegishli bo'lishi masalasi yuzaga keladi. Bunda dastur ishlab chiquvchisi, tibbiyot tashkiloti, tizimni joriy qilgan mutaxassis va undan foydalangan shifokorning vakolatlari hamda mas'uliyat chegaralari aniq belgilanishi kerak.

Shu nuqtayi nazardan SI tizimlari uchun inson nazorati (human oversight) tamoyili muhimdir. Yuqori xavfli tibbiy qarorlar to'liq avtomatlashtirilmasligi, algoritm natijalarini malakali mutaxassis tekshirishi va zarur hollarda algoritm tavsiyasini rad etish imkoniyati mavjud bo'lishi kerak.

Huquqiy tartibga solish masalasi ham alohida ahamiyatga ega. Tibbiyotda qo'llaniladigan SI tizimlari tibbiy qurilmalar, diagnostik dasturlar yoki klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlash vositalari sifatida tegishli tartibda baholanishi va tasdiqlanishi talab qilinishi mumkin. Bunda tizimning xavfsizligi, samaradorligi, aniqligi va belgilangan vazifaga muvofiqligi tekshiriladi.

SI tizimlaridan foydalanishda ma'lumotlardan foydalanish huquqi ham aniq belgilanishi lozim. Tibbiy ma'lumotlar qaysi maqsadda to'planishi, qancha muddat saqlanishi, kim tomonidan qayta ishlanishi va qaysi hollarda uchinchi tomonlarga taqdim etilishi bo'yicha aniq qoidalar bo'lishi zarur. Ilmiy tadqiqotlarda bemor ma'lumotlaridan foydalanishda tegishli etik va huquqiy talablar bajarilishi kerak.

Kiberxavfsizlik tibbiy SI tizimlarining barqaror ishlashi uchun muhim shartdir. Tibbiy axborot tizimlariga kiberhujumlar natijasida bemor ma'lumotlari o'g'irlanishi, o'zgartirilishi yoki tizim faoliyati to'xtatilishi mumkin. Ayniqsa, SI klinik yoki epidemiologik qarorlarni avtomatik qo'llab-quvvatlayotgan bo'lsa, tizimning buzilishi tibbiy xizmat sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Kiberxavfsizlikni ta'minlash uchun ma'lumotlarni shifrlash, ko'p bosqichli autentifikatsiya, xavfsiz serverlar, muntazam zaxira nusxalar, dasturiy ta'minotni yangilash va kiberhujumlarni monitoring qilish kabi choralar ko'riladi. Tibbiyot xodimlarining axborot xavfsizligi bo'yicha savodxonligini oshirish ham muhimdir, chunki inson omili ko'plab kiberxavfsizlik hodisalarining sabablaridan biri bo'lishi mumkin.

Sun'iy intellekt tizimlarida ma'lumotlar yaxlitligi ham nazorat qilinishi kerak. Agar modelga noto'g'ri yoki ataylab o'zgartirilgan ma'lumotlar kiritilsa, uning natijalari ham noto'g'ri bo'lishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarning manbasi, o'zgartirilish tarixi va ishonchliligi nazorat qilinishi lozim.

Tibbiyotda SI texnologiyalarining yana bir muhim jihati — modelning doimiy validatsiyasi va monitoringi. Dastlab yuqori aniqlik ko‘rsatgan model vaqt o‘tishi bilan o‘z samaradorligini yo‘qotishi mumkin. Bunga kasalliklar epidemiologiyasining o‘zgarishi, yangi diagnostik usullar, aholi tarkibidagi o‘zgarishlar yoki tibbiy amaliyotdagi yangiliklar sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli SI tizimlari muntazam qayta baholanib, zarur hollarda qayta o‘qitilishi kerak. Tibbiy xodimlarning raqamli kompetensiyasi ham SI xavfsizligining muhim qismidir. Shifokor yoki epidemiolog algoritmnining imkoniyatlari va cheklovlarini tushunishi, uning natijasini tanqidiy baholashi va noto‘g‘ri tavsiyani aniqlay olishi kerak. SI natijasiga ortiqcha ishonish — ya’ni “automation bias” — klinik xatolar xavfini oshirishi mumkin.

Epidemiologik nazoratda SI qo‘llanilganda jamoat manfaatlari va shaxsiy huquqlar o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlash zarur. Masalan, yuqumli kasallik o‘chog‘ini aniqlash uchun geografik va epidemiologik ma’lumotlardan foydalanish jamoat salomatligi uchun muhim bo‘lishi mumkin. Biroq individual shaxslarni asossiz ravishda “xavfli” deb belgilash, ularning shaxsiy ma’lumotlarini ortiqcha tarqatish yoki diskriminatsiyaga olib keladigan qarorlar qabul qilishga yo‘l qo‘yilmasligi kerak.

SI tizimlarini joriy etishda etik komissiyalar va mutaxassislararo nazorat mexanizmlaridan foydalanish maqsadga muvofiq. Tibbiyot, epidemiologiya, axborot texnologiyalari, huquq va bioetika mutaxassislarining hamkorligi SI tizimlarining xavfsiz va mas’uliyatli qo‘llanilishini ta’minlashga yordam beradi.

3.3 jadval Tibbiyotda SI qo‘llashning asosiy etik va xavfsizlik tamoyillari

Yo‘nalish	Asosiy talab
Inson manfaatlari	Bemor xavfsizligi va manfaatlarini ustuvor qo‘yish
Inson nazorati	Muhim qarorlarni mutaxassis tomonidan tekshirish
Maxfiylik	Bemor ma’lumotlarini himoya qilish
Xabardor rozilik	Ma’lumotlardan foydalanish haqida bemorni xabardor qilish
Xolislik	Turli aholi guruhlariga nisbatan adolatli ishlash

Shaffoflik	Algoritm natijalarini imkon qadar tushuntirish
Javobgarlik	SI bilan bog‘liq xatolar uchun mas‘uliyat chegaralarini belgilash
Kiberxavfsizlik	Ma’lumotlar va tizimni kiberhujumlardan himoya qilish
Validatsiya	Model samaradorligini muntazam tekshirish
Ma’lumotlar sifati	Ishonchli, to‘liq va reprezentativ ma’lumotlardan foydalanish

Tibbiyotda sun’iy intellektdan foydalanish diagnostika, profilaktika va epidemiologik nazorat samaradorligini oshirish uchun katta imkoniyatlarga ega. Shu bilan birga, SI texnologiyalarini joriy etish jarayonida bemorning huquqlari, shaxsiy ma’lumotlarning maxfiyligi, algoritmik xolislik, shaffoflik, kiberxavfsizlik va mutaxassis javobgarligi kabi masalalar qat’iy nazorat qilinishi kerak. Sun’iy intellektni tibbiyotda qo‘llashning eng maqbul modeli — “sun’iy intellekt + ishonchli ma’lumotlar + inson nazorati + huquqiy va etik boshqaruv” tamoyiliga asoslangan tizimdir. Bunday yondashuv SI texnologiyalarining afzalliklaridan foydalanish bilan birga bemor xavfsizligi va tibbiy xizmat sifatini ta’minlash imkonini beradi.

IV BOB. GAT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA KASALLIKLARNING HUDUDIIY TARQALISHI VA EPIDEMIOLOGIK XAVF ZONALARINI ANIQLASH

4.1. GAT texnologiyalarining epidemiologiyadagi o‘rni

Geografik axborot tizimlari (GIS — Geographic Information Systems) zamonaviy epidemiologik nazorat, kasalliklarni monitoring qilish va profilaktik tadbirlarni rejalashtirishda muhim raqamli texnologiyalardan biridir. GIS geografik jihatdan bog‘langan ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash, qayta ishlash, tahlil qilish va xaritada tasvirlash imkonini beradi. Epidemiologiyada GISdan foydalanish kasalliklarning qayerda, qachon va qanday sharoitda tarqalayotganini aniqlash, epidemiologik o‘choqlarni aniqlash va xavfli hududlarni prognozlash imkoniyatini kengaytiradi.

An'anaviy epidemiologik tahlilda kasallanish ko'rsatkichlari ko'pincha jadvallar, diagrammalar va statistik ko'rsatkichlar orqali ifodalanadi. Bunday ma'lumotlar kasallikning umumiy darajasini ko'rsatishi mumkin, biroq uning hududiy taqsimlanishini to'liq aks ettirish qiyin. GIS esa epidemiologik ma'lumotlarni geografik xarita bilan birlashtirib, kasallanishning hududiy tarqalishini vizual ko'rinishda namoyish etadi. Natijada epidemiolog ma'lum hududlarda kasallanishning to'planishi yoki boshqa hududlarga nisbatan yuqori ekanligini tezroq aniqlashi mumkin.

GIS tizimining asosini geografik ma'lumotlar bazasi tashkil etadi. Unda kasallik holatlarining joylashuvi, kasallangan shaxslarning demografik xususiyatlari, kasallik turi, laboratoriya natijalari, kasallanish sanasi va boshqa epidemiologik ko'rsatkichlar saqlanishi mumkin. Ushbu ma'lumotlar aholi zichligi, ma'muriy chegaralar, yo'l tarmoqlari, suv manbalari, tibbiyot muassasalari va boshqa geografik obyektlar bilan birlashtiriladi.

Epidemiologiyada GISning eng muhim vazifalaridan biri kasalliklarni hududiy xaritalashdir. Kasallanish holatlari xaritada belgilanib, ularning hududlar bo'yicha taqsimlanishi aniqlanadi. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalari holatlarini xaritalash orqali ma'lum mahalla yoki tumanlarda kasallanishning yuqori darajada to'planishi aniqlanishi mumkin. Bunday hududlar keyingi epidemiologik tekshiruvlar uchun ustuvor obyekt sifatida belgilanadi.

GIS yordamida epidemiologik o'choqlarni aniqlash ham mumkin. Agar qisqa vaqt ichida bir-biriga geografik jihatdan yaqin bo'lgan hududlarda o'xshash kasallik holatlari ko'payib ketsa, ular potensial epidemiologik klaster sifatida ko'riladi. GISning fazoviy tahlil imkoniyatlari bunday klasterlarni aniqlash va ularning chegaralarini taxminiy belgilashga yordam beradi.

Kasalliklarning hududiy tarqalishini baholashda kasallanish koeffitsientlari muhim ahamiyatga ega. Faqat kasallik holatlarining mutlaq sonini taqqoslash noto'g'ri xulosalarga olib kelishi mumkin, chunki aholisi ko'p hududda kasallik holatlari soni tabiiy ravishda ko'proq bo'lishi mumkin. Shu sababli GIS xaritalarida odatda har

1000, 10 000 yoki 100 000 aholiga nisbatan hisoblangan kasallanish ko'rsatkichlaridan foydalanish maqsadga muvofiq.

Xavf xaritalari GIS texnologiyalarining epidemiologiyadagi muhim amaliy natijalaridan biridir. Turli epidemiologik omillarni birlashtirish orqali hududlar past, o'rta va yuqori xavf zonalariga ajratiladi. Masalan, kasallanish darajasi, aholi zichligi, suv ta'minoti, sanitariya holati va tibbiy xizmatdan foydalanish imkoniyati birgalikda tahlil qilinib, epidemiologik xavf xaritasi yaratilishi mumkin.

GISning imkoniyatlari vaqt va makon tahlili bilan yanada kengayadi. Kasallik holatlarining faqat qayerda emas, balki qachon paydo bo'lgani ham xaritada aks ettiriladi. Natijada kasallik tarqalishining vaqt bo'yicha ketma-ketligi va hududlar o'rtasidagi harakati kuzatilishi mumkin. Bu epidemiologik o'choqning boshlanishi va keyingi tarqalish yo'nalishini aniqlashda muhimdir.

GIS texnologiyalari mavsumiy kasalliklarni monitoring qilish uchun ham qulay. Masalan, kasallikning oylar bo'yicha xaritalari yaratilsa, qaysi mavsumda va qaysi hududlarda epidemiologik xavf kuchayishi aniqlanadi. Bir necha yillik ma'lumotlarni taqqoslash orqali kasallikning takroriy mavsumiy qonuniyatlari aniqlanib, kelgusi mavsum uchun profilaktik tadbirlar rejalashtiriladi.

GISda kasalliklar bilan atrof-muhit omillari o'rtasidagi bog'liqlikni tahlil qilish mumkin. Harorat, namlik, yog'ingarchilik, suv manbalari, tuproq xususiyatlari, ekologik ifloslanish va boshqa omillar kasallik xaritalari bilan ustma-ust qo'yilib, ularning o'zaro bog'liqligi o'rganiladi. Bu ayniqsa suv va oziq-ovqat orqali yuqadigan infeksiyalar, vektor orqali yuqadigan kasalliklar va ekologik omillarga bog'liq kasalliklar epidemiologiyasida muhimdir.

Aholi zichligi va migratsiya ma'lumotlarini GISga kiritish yuqumli kasalliklarning tarqalish xavfini chuqurroq baholash imkonini beradi. Aholi zich joylashgan hududlarda odamlar o'rtasidagi kontaktlar soni yuqori bo'lishi mumkin. Transport yo'nalishlari, aholi harakatchanligi va migratsiya oqimlari esa infeksiyaning bir hududdan boshqasiga tarqalish ehtimolini oshirishi mumkin.

GISning yana bir muhim yo'nalishi — tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyatini baholash. Tibbiyot muassasalari, laboratoriyalar, tez tibbiy yordam punktlari va

boshqa tibbiy obyektlarning geografik joylashuvi xaritalanadi. Aholining ushbu obyektlargacha bo'lgan masofasi va transport imkoniyatlari baholanib, tibbiy yordamga kirish imkoniyati past bo'lgan hududlar aniqlanadi.

Epidemiologik o'choq aniqlanganda GIS epidemiyaga qarshi tadbirlarni rejalashtirishda ham foydalaniladi. O'choqning taxminiy chegarasi, aholi zichligi, transport yo'llari, tibbiyot muassasalari va boshqa obyektlarning joylashuvi hisobga olinib, qaysi hududlarda tekshiruv, dezinfeksiya, laboratoriya nazorati yoki sanitariya-ma'rifiy tadbirlarni kuchaytirish zarurligi belgilanadi.

GIS texnologiyalarini sun'iy intellekt bilan birlashtirish epidemiologik monitoring imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Sun'iy intellekt katta hajmdagi fazoviy va vaqtli ma'lumotlarni tahlil qilib, kasallanishning yashirin qonuniyatlarini aniqlashi mumkin. Masalan, mashinaviy o'qitish algoritmlari kasallanish darajasi, iqlim, aholi zichligi, sanitariya holati va boshqa omillar asosida kelajakda epidemiologik xavfi yuqori bo'lishi mumkin bo'lgan hududlarni prognozlaydi.

GIS + sun'iy intellekt + real vaqt monitoringi kombinatsiyasi epidemiologik nazoratning zamonaviy modelini shakllantiradi. Yangi kasallik holati elektron tizimga kiritilganda uning geografik koordinatasi yoki ma'muriy hududi avtomatik aniqlanishi, xaritada aks ettirilishi va mavjud klasterlar bilan taqqoslanishi mumkin. Agar ma'lum hududda kasallanish belgilangan epidemiologik chegaradan oshsa, avtomatik ogohlantirish shakllantiriladi.

GIS epidemiologik ma'lumotlarni vizual tahlil qilishni ham sezilarli darajada osonlashtiradi. Rangli tematik xaritalar, issiqlik xaritalari (heat map), nuqtali xaritalar va xavf zonalar yordamida murakkab statistik ma'lumotlar epidemiolog uchun tushunarli shaklga keltiriladi. Bu tezkor qaror qabul qilish jarayonini yengillashtiradi.

Masalan, o'tkir ichak infeksiyalari bo'yicha GIS tizimida har bir kasallik holati hudud bo'yicha qayd qilinadi. Keyin kasallanish ko'rsatkichi, patogen turi, yosh guruhlari, mavsum va ehtimoliy yuqish omillari xaritalanadi. Agar rotavirus yoki norovirus bilan bog'liq holatlar ma'lum hududda qisqa vaqt ichida to'planayotgan

bo'lsa, tizim ushbu hududni epidemiologik xavf zonasi sifatida belgilashi mumkin. Keyingi bosqichda suv ta'minoti, sanitariya holati va kontaktlar tekshiriladi.

GIS tizimlaridan foydalanishda ma'lumotlarning aniqligi va geografik bog'lanish sifati muhim ahamiyatga ega. Kasallik holatining manzili noto'g'ri kiritilsa yoki geografik koordinatalar xato bo'lsa, xaritada epidemiologik manzara buzilishi mumkin. Shuning uchun ma'lumotlarni standartlashtirish, geokodlash va muntazam tekshirish zarur.

Bundan tashqari, GIS tizimlarida shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish masalasiga qat'iy rioya qilish kerak. Individual bemorning aniq manzilini ochiq epidemiologik xaritada ko'rsatish maxfiylik talablariga zid bo'lishi mumkin. Shu sababli aholiga ochiq xaritalarda ma'lumotlar umumlashtirilgan hududlar bo'yicha berilishi, individual identifikatsiyaga imkon beradigan ma'lumotlar esa himoyalangan tizimlarda saqlanishi kerak.

GIS texnologiyalarining samaradorligini baholashda kasallik o'choqlarini aniqlash tezligi, hududiy xavf guruhlarini aniqlash aniqligi, epidemiologik tekshiruvni boshlashgacha bo'lgan vaqt, profilaktik resurslarni taqsimlash samaradorligi va kasallanish dinamikasiga ta'siri kabi ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin.

4.1 jadval GIS texnologiyalarining epidemiologiyadagi asosiy yo'nalishlari

Yo'nalish	GIS imkoniyati
Kasalliklarni xaritalash	Kasallanishning hududiy taqsimlanishini ko'rsatish
O'choqlarni aniqlash	Kasallik holatlarining geografik klasterlarini aniqlash
Xavf xaritalari	Hududlarni epidemiologik xavf darajasiga ajratish
Vaqt-makon tahlili	Kasallik tarqalishining vaqt va hudud bo'yicha dinamikasini o'rganish
Mavsumiy monitoring	Kasallanishning mavsumiy qonuniyatlarini aniqlash
Ekologik tahlil	Atrof-muhit omillari bilan kasallanish o'rtasidagi bog'liqlikni baholash
Resurslarni rejalashtirish	Tibbiy va epidemiologik resurslarni ustuvor hududlarga yo'naltirish

Proгноzlash	Kelajakdagi xavfli hududlarni aniqlash
Real vaqt monitoringi	Yangi holatlarni tezkor xaritalash va ogohlantirish
SI bilan integratsiya	Epidemiologik xavfni avtomatik prognozlash

GIS texnologiyalari epidemiologik ma'lumotlarni geografik jihatdan tahlil qilish, kasalliklarning hududiy va vaqt bo'yicha tarqalishini aniqlash, epidemiologik o'choqlarni topish, xavf zonalarini belgilash va profilaktik tadbirlarni manzilli tashkil etishda katta ahamiyatga ega. GISning elektron tibbiy ma'lumotlar bazalari, laboratoriya axborot tizimlari, real vaqt epidemiologik monitoringi va sun'iy intellekt bilan integratsiyalashuvi natijasida zamonaviy raqamli epidemiologik monitoring platformasi shakllanishi mumkin. Bunday tizim kasalliklarni faqat qayd etish bilan cheklanmay, ularning tarqalish xavfini oldindan baholash va profilaktik choralarni o'z vaqtida yo'naltirish imkonini beradi.

4.2. Kasalliklarning geografik tarqalishini raqamli xaritalash

Kasalliklarning geografik tarqalishini raqamli xaritalash zamonaviy epidemiologik nazoratning muhim tarkibiy qismi bo'lib, kasallanish holatlarining hududiy joylashuvi, zichligi, dinamikasi va epidemiologik xavf darajasini elektron xaritalarda aks ettirish imkonini beradi. Ushbu texnologiya geografik axborot tizimlari (GIS), elektron epidemiologik registrlar, laboratoriya ma'lumotlari, demografik ko'rsatkichlar va masofadan zondlash ma'lumotlarini birlashtirish orqali kasalliklarning makon va vaqt bo'yicha tarqalishini chuqur tahlil qilishga yordam beradi. Raqamli xaritalashning asosiy maqsadi kasalliklarning qayerda ko'proq uchrayotganini aniqlash, epidemiologik o'choqlarni tezkor aniqlash, xavfli hududlarni belgilash va profilaktik tadbirlarni manzilli tashkil etishdan iborat.

An'anaviy epidemiologik hisobotlarda kasallanish ko'rsatkichlari odatda jadvallar, grafiklar yoki statistik hisobotlar shaklida taqdim etiladi. Bunday yondashuv kasallanishning umumiy darajasini baholash imkonini bersa-da, uning hududiy xususiyatlarini to'liq ko'rsatmasligi mumkin. Raqamli xaritalash orqali esa har bir epidemiologik holatning geografik joylashuvi elektron xaritada aks ettiriladi.

Natijada kasalliklarning alohida hududlarda to'planishi, tarqalish yo'nalishlari va xavf zonaları vizual ravishda aniqlanadi.

Raqamli epidemiologik xaritaning asosiy elementi geografik bog'langan epidemiologik ma'lumotlar hisoblanadi. Bunda kasallik holatining aniqlangan sanasi, kasallik turi, laboratoriya tasdiqi, bemorning yosh guruhi, jinsi, yashash hududi va boshqa epidemiologik ko'rsatkichlar geografik obyekt bilan bog'lanadi. Shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish maqsadida ochiq xaritalarda bemorning aniq manzili o'rniga mahalla, tuman yoki boshqa umumlashtirilgan hudud ko'rsatilishi mumkin.

Raqamli xaritalashning dastlabki bosqichi ma'lumotlarni yig'ish va geokodlashdan iborat. Geokodlash — manzil yoki geografik obyektni xaritada koordinatalar bilan bog'lash jarayonidir. Masalan, kasallik holati ma'lum bir tuman yoki mahallada qayd etilgan bo'lsa, ushbu ma'lumot tegishli geografik hudud bilan biriktiriladi. Agar ma'lumotlar GPS orqali olingan bo'lsa, geografik koordinatalar to'g'ridan-to'g'ri GIS tizimiga kiritilishi mumkin.

Keyingi bosqichda ma'lumotlar raqamli qatlamlar (layers) ko'rinishida tashkil etiladi. Bir qatlamda ma'muriy chegaralar, ikkinchisida aholi zichligi, uchinchisida kasallik holatlari, boshqa qatlamlarda tibbiyot muassasalari, suv manbalari, yo'l tarmoqlari yoki ekologik ko'rsatkichlar joylashtirilishi mumkin. Ushbu qatlamlarni bir-birining ustiga qo'yish orqali kasalliklarning tarqalishiga ta'sir qiluvchi omillarni kompleks tahlil qilish imkoniyati paydo bo'ladi.

Nuqtali xaritalar kasallik holatlarining individual geografik joylashuvini ko'rsatishda qo'llaniladi. Har bir kasallik holati xaritada alohida nuqta bilan ifodalanadi. Bunday xarita epidemiologik o'choqlarni aniqlash va kasallik holatlarining bir joyda to'planishini kuzatish uchun qulay. Biroq shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish maqsadida nuqtalar haddan tashqari aniq ko'rsatilmasligi yoki ma'lumotlar umumlashtirilishi kerak.

Koroplet xaritalar hududlarni kasallanish ko'rsatkichlariga qarab turli rang yoki rang intensivligi bilan ajratish imkonini beradi. Masalan, har 100 000 aholiga to'g'ri keladigan kasallanish ko'rsatkichi tumanlar bo'yicha hisoblanadi va xaritada past,

o'rta hamda yuqori ko'rsatkichli hududlar sifatida aks ettiriladi. Bu usul hududlar o'rtasidagi epidemiologik farqlarni tezkor ko'rish imkonini beradi.

Bunda mutlaq kasallik soni emas, balki nisbiy ko'rsatkichlardan foydalanish muhimdir. Aholisi katta hududda kasallik holatlari soni ko'proq bo'lishi tabiiy. Agar faqat mutlaq sonlar xaritalansa, katta aholi yashaydigan hudud noto'g'ri ravishda yuqori xavfli deb baholanishi mumkin. Shu sababli kasallanish odatda 1000, 10 000 yoki 100 000 aholiga nisbatan hisoblanadi.

Raqamli xaritalashda issiqlik xaritalari (heat map) ham keng qo'llaniladi. Ular kasallik holatlari yuqori darajada to'plangan hududlarni vizual ravishda ajratib ko'rsatadi. Issiqlik xaritasi yordamida epidemiologik klasterlar, ya'ni qisqa masofada ko'plab kasallik holatlari qayd etilgan hududlar aniqlanishi mumkin. Bu ayniqsa yuqumli kasalliklarning o'choqli tarqalishini o'rganishda foydalidir.

Vaqt-makon xaritalash kasalliklarning geografik tarqalishini vaqt omili bilan birgalikda tahlil qilish imkonini beradi. Masalan, haftalar yoki oylar bo'yicha alohida xaritalar tuzilib, kasallik o'chog'ining qayerdan boshlanganligi va keyinchalik qaysi hududlarga tarqalganligi kuzatiladi. Bunday yondashuv epidemik jarayonning rivojlanish dinamikasini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

Kasalliklarning geografik tarqalishini raqamli xaritalashda epidemiologik klasterlarni aniqlash alohida o'rin tutadi. Agar ma'lum hududda qisqa vaqt ichida bir xil yoki o'xshash etiologiyali kasallik holatlari ko'payib ketsa, GIS orqali ushbu holatlar geografik jihatdan birlashtirilib, potensial o'choq sifatida belgilanadi. Keyinchalik epidemiologik tekshiruv orqali o'choqning haqiqiy sababi aniqlanadi.

Raqamli xaritalash kasallikning yuqish omillarini aniqlashga ham yordam beradi. Masalan, ichak infeksiyalari xaritasi ichimlik suvi manbalari, kanalizatsiya tarmoqlari va oziq-ovqat korxonalari joylashuvi bilan birlashtirilishi mumkin. Agar kasallanish yuqori bo'lgan hududlar ma'lum suv manbalari yoki sanitariya obyektlari bilan geografik jihatdan bog'liq bo'lsa, ushbu omillarni epidemiologik tekshiruvdan o'tkazish uchun asos paydo bo'ladi.

Atrof-muhit ma'lumotlarini xaritalash ham epidemiologik tahlilni boyitadi. Harorat, namlik, yog'ingarchilik, suv sathi, havoning ifloslanishi va boshqa ekologik

ko'rsatkichlar kasallik xaritalari bilan birlashtirilishi mumkin. Natijada muayyan ekologik sharoitlar va kasallanish o'rtasidagi geografik bog'liqlikni aniqlash imkoniyati oshadi.

Kasalliklarning geografik tarqalishini xaritalashda aholi zichligi muhim ko'rsatkichlardan biridir. Kasallik holatlarining soni aholi soniga mos ravishda baholanmasa, hududlar noto'g'ri taqqoslanishi mumkin. Shuning uchun epidemiologik xaritalarda kasallanish ko'rsatkichlari ko'pincha aholi zichligi va demografik tarkib bilan birgalikda tahlil qilinadi.

Raqamli xaritalashning amaliy ahamiyati epidemiologik xavf zonalarini aniqlashda ayniqsa katta. Bir nechta ko'rsatkichlar — kasallanish darajasi, kasallikning o'sish sur'ati, aholi zichligi, sanitariya holati, laboratoriya tasdiqlari va boshqa omillar — birlashtirilib, hududlar xavf darajasiga ko'ra tasniflanishi mumkin. Natijada epidemiologik xizmat uchun ustuvor nazorat hududlari belgilanadi.

GIS xaritalari profilaktik tadbirlarni manzilli rejalashtirish imkonini beradi. Yuqori xavfli hududlarda sanitariya nazorati, laboratoriya tekshiruvlari, immunoprofilaktika, dezinfeksiya, sanitariya-ma'rifiy tadbirlar yoki epidemiologik kuzatuvni kuchaytirish mumkin. Shu orqali cheklangan resurslar epidemiologik jihatdan eng muhim hududlarga yo'naltiriladi.

Raqamli xaritalashni real vaqt epidemiologik monitoringi bilan integratsiyalash zamonaviy epidemiologiyani muhim yo'nalishidir. Yangi kasallik holati elektron tibbiy yoki epidemiologik tizimga kiritilganda, ma'lumot avtomatik ravishda GIS xaritasida aks ettirilishi mumkin. Agar holatlar soni belgilangan epidemiologik chegaradan oshsa, tizim avtomatik ogohlantirish hosil qiladi. Bu epidemiologik xizmatga xavfni an'anaviy hisobotlardan ancha oldin aniqlash imkonini beradi.

Sun'iy intellekt bilan integratsiya raqamli xaritalash imkoniyatlarini yanada kengaytiradi. Mashinaviy o'qitish algoritmlari geografik, demografik, iqlimiy va epidemiologik ma'lumotlarni tahlil qilib, kelajakda kasallanish xavfi yuqori bo'lishi mumkin bo'lgan hududlarni prognoz qilishi mumkin. Bunday xaritalar "prognozli epidemiologik xaritalar" sifatida profilaktik qarorlarni qo'llab-quvvatlashda foydalaniladi.

Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarini raqamli xaritalashda har bir hudud bo'yicha kasallanish darajasi, etiologik tarkib, yosh guruhlari, mavsumiylik va ehtimoliy yuqish omillari aks ettirilishi mumkin. Rotavirus, norovirus, salmonellyoz yoki boshqa infeksiyalar bo'yicha alohida xaritalar tuzilib, ularning hududiy va mavsumiy xususiyatlari taqqoslanadi. Bu epidemiologik jarayonning etiologik tuzilishini chuqurroq o'rganishga yordam beradi.

Raqamli xaritalashda ma'lumotlarning maxfiyligi va axborot xavfsizligiga qat'iy rioya qilish zarur. Individual bemorning aniq manzilini ommaga ochiq xaritada ko'rsatish uning shaxsiy hayoti daxlsizligiga tahdid tug'dirishi mumkin. Shu sababli jamoatchilik uchun mo'ljallangan xaritalarda ma'lumotlar yirikroq hududlar bo'yicha umumlashtirilishi, individual ma'lumotlar esa faqat vakolatli tibbiyot va epidemiologiya xodimlari uchun yopiq tizimlarda saqlanishi kerak.

Raqamli xaritalashning ishonchliligi ma'lumotlarning sifati va geografik aniqligiga bog'liq. Kasallik holatining hududi noto'g'ri ko'rsatilsa, xaritada noto'g'ri epidemiologik klasterlar paydo bo'lishi mumkin. Shu sababli geokodlash, ma'lumotlarni standartlashtirish, dublikatlarni aniqlash va muntazam ma'lumotlar auditi amalga oshirilishi lozim.

4.2 jadval Kasalliklarni raqamli xaritalashning asosiy bosqichlari

Bosqich	Mazmuni
1.Ma'lumotlarni yig'ish	Epidemiologik, laboratoriya va demografik ma'lumotlarni olish
2. Geokodlash	Kasallik holatlarini geografik hudud bilan bog'lash
3. Ma'lumotlarni integratsiya qilish	GIS qatlamlarini birlashtirish
4. Xaritalash	Kasallanish holatlari va ko'rsatkichlarini xaritada aks ettirish
5. Fazoviy tahlil	Klaster va epidemiologik o'choqlarni aniqlash
6.Xavfni baholash	Hududlarni xavf darajasiga ajratish
7. Prognozlash	Kelajakdagi epidemiologik xavfni aniqlash

8.Qaror qabul qilish	Profilaktik va epidemiyaga qarshi tadbirlarni rejalashtirish
9. Monitoring	Natijalarni real vaqt rejimida kuzatish

Kasalliklarning geografik tarqalishini raqamli xaritalash epidemiologik jarayonni makon va vaqt nuqtayi nazaridan chuqur o'rganish imkonini beradigan zamonaviy texnologik vositadir. GIS yordamida kasalliklarning hududiy taqsimlanishi, epidemiologik klasterlar, xavf zonalari va kasallik tarqalishining ehtimoliy yo'nalishlari aniqlanadi. GISning elektron epidemiologik registrlar, laboratoriya axborot tizimlari, real vaqt monitoringi va sun'iy intellekt bilan integratsiyasi esa kasalliklarni qayd etishdan ularning tarqalishini prognozlash va oldini olishga yo'naltirilgan proaktiv epidemiologik nazorat tizimini shakllantirish imkonini beradi.

4.3. Epidemiologik xavf zonalarini aniqlash metodologiyasi

Epidemiologik xavf zonalarini aniqlash zamonaviy epidemiologik nazoratning muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, kasalliklarning tarqalish ehtimoli yuqori bo'lgan hududlarni ilmiy asosda aniqlash, ularni xavf darajasiga ko'ra guruhlash va profilaktik hamda epidemiyaga qarshi tadbirlarni hududiy jihatdan differensial rejalashtirish imkonini beradi. Mazkur metodologiya epidemiologik, demografik, laboratoriya, ekologik, sanitariya-gigiyenik va geografik ma'lumotlarni kompleks tahlil qilishga asoslanadi. Ayniqsa, geografik axborot tizimlari (GIS), raqamli epidemiologik registrlar va sun'iy intellekt texnologiyalarining qo'llanilishi xavf zonalarini aniqlashning aniqligi va tezkorligini oshiradi.

Epidemiologik xavf zonasi — muayyan vaqt oralig'ida kasallikning paydo bo'lishi, tarqalishi yoki epidemik o'choq shakllanish ehtimoli boshqa hududlarga nisbatan yuqori bo'lgan geografik hududdir. Xavf zonasi faqat kasallanishning yuqori mutlaq soni bilan emas, balki kasallanish darajasi, o'sish sur'ati, aholining zichligi, kasallikning mavsumiyligi, laboratoriya tasdiqlari, yuqish omillari va boshqa epidemiologik ko'rsatkichlar asosida belgilanadi.

Epidemiologik xavfni baholashning asosiy maqsadi

Epidemiologik xavf zonalarini aniqlashning asosiy maqsadi “qayerda xavf yuqori?”, “qaysi omillar xavfni oshirmoqda?” va “qaysi hududga birinchi navbatda profilaktik resurslar yo‘naltirilishi kerak?” degan savollarga javob berishdir. Ushbu yondashuv epidemik vaziyatni faqat qayd etishdan ko‘ra, xavfni oldindan aniqlash va profilaktik choralarni proaktiv tarzda tashkil etish imkonini beradi.

1. Epidemiologik ma‘lumotlarni yig‘ish

Metodologiyaning birinchi bosqichi hududlar bo‘yicha ishonchli epidemiologik ma‘lumotlarni shakllantirishdan iborat. Bunda kasallik holatlarining soni, kasallanish sanasi, tashxis, laboratoriya tasdig‘i, kasallikning og‘irlik darajasi, yosh va jins tarkibi, ehtimoliy yuqish omillari hamda epidemiologik kontaktlar haqidagi ma‘lumotlar yig‘iladi.

Ma‘lumotlar imkon qadar bir necha yilni qamrab olishi kerak. Uzoq muddatli ma‘lumotlar trend va mavsumiylikni aniqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, real vaqt monitoringi uchun yangi holatlar muntazam ravishda elektron tizimga kiritib boriladi.

2. Hududiy kasallanish ko‘rsatkichlarini hisoblash

Xavfni baholashda kasallik holatlarining mutlaq sonidan tashqari, aholi soniga nisbatan hisoblangan ko‘rsatkichlardan foydalanish zarur. Asosiy ko‘rsatkichlardan biri kasallanish koeffitsienti bo‘lib, u quyidagicha aniqlanadi:

$$\text{Kasallanish koeffitsienti} = \text{kasallik holatlari soni} / \text{aholi soni} \times 100\,000.$$

Masalan, ikki tumanda kasallik holatlari soni bir xil bo‘lsa, aholisi kamroq bo‘lgan tumanda kasallanish koeffitsienti yuqoriroq bo‘lishi mumkin. Shu sababli hududlarni epidemiologik jihatdan to‘g‘ri taqqoslash uchun standartlashtirilgan ko‘rsatkichlardan foydalanish muhim.

3. Epidemiologik xavf indikatorlarini tanlash

Epidemiologik xavf birgina ko‘rsatkich bilan emas, balki bir nechta omillar majmuasi bilan baholanadi. Asosiy indikatorlarga quyidagilar kirishi mumkin: kasallanish darajasi, kasallanishning o‘sinh sur‘ati, epidemik chegaradan oshish darajasi, laboratoriya tasdiqlangan holatlar ulushi, kasallikning mavsumiyligi, epidemiologik o‘choqlar soni, aholi zichligi, migratsiya va aholi harakatchanligi,

sanitariya-gigiyenik sharoit, ichimlik suvi ta'minoti, kanalizatsiya tizimining holati, tibbiy xizmatdan foydalanish imkoniyati, emlash qamrovi, ekologik va meteorologik omillar. Muayyan kasallik uchun indikatorlar tarkibi uning epidemiologik xususiyatlariga mos ravishda tanlanadi.

4. Xavf omillariga vazn koeffitsientlarini berish

Kompleks xavf indeksini shakllantirishda barcha indikatorlarning epidemiologik ahamiyati bir xil bo'lmashligi mumkin. Shu sababli har bir indikatorga vazn koeffitsienti beriladi.

Umumiy xavf indeksi quyidagi prinsip asosida hisoblanishi mumkin:

$$EZI = W_1X_1 + W_2X_2 + W_3X_3 + \dots + W_nX_n$$

bu yerda:

- EZI — epidemiologik xavf indeksi;
- $X_1, X_2, \dots, X_n$ — standartlashtirilgan xavf ko'rsatkichlari;
- $W_1, W_2, \dots, W_n$ — har bir ko'rsatkichning vazn koeffitsienti.

Vazn koeffitsientlari ekspert bahosi, statistik tahlil yoki mashinaviy o'qitish modeli yordamida aniqlanishi mumkin.

5. Ko'rsatkichlarni standartlashtirish

Turli o'lchov birliklariga ega ko'rsatkichlarni birlashtirish uchun ularni standartlashtirish talab etiladi. Masalan, kasallanish 100 000 aholiga, aholi zichligi 1 km² ga, harorat °C da, emlash qamrovi esa foizda ifodalanadi. Ushbu ko'rsatkichlarni bevosita qo'shish mumkin emas.

Shuning uchun ular umumiy shkalaga, masalan, 0–1 yoki 0–100 oralig'iga keltiriladi. Shundan keyin kompleks epidemiologik xavf indeksi hisoblanadi.

6. GIS asosida fazoviy tahlil

Epidemiologik xavfni hududiy aniqlashda GIS texnologiyalari muhim o'rin tutadi. Kasallanish ko'rsatkichlari ma'muriy hududlar bilan bog'lanib, raqamli xaritada aks ettiriladi. Keyinchalik epidemiologik ko'rsatkichlar boshqa geografik qatlamlar — aholi zichligi, suv manbalari, tibbiyot muassasalari, transport yo'llari va ekologik obyektlar bilan birlashtiriladi.

GIS orqali fazoviy klasterlar aniqlanishi mumkin. Agar kasallik holatlari ma'lum hududda tasodifiy taqsimlanmay, bir-biriga yaqin joylarda to'plangan bo'lsa, bunday hudud epidemiologik jihatdan alohida tekshiriladi.

7. Vaqt-makon tahlili

Epidemiologik xavf doimiy emas, balki vaqt davomida o'zgarib turadi. Shu sababli hududiy tahlil vaqt omili bilan birlashtiriladi. Haftalik, oylik yoki mavsumiy kasallanish xaritalari tuzilib, xavfning qachon va qayerda kuchayishi aniqlanadi.

Masalan, ma'lum hududda kasallanish yoz oylarida muntazam oshib borsa, keyingi epidemiologik mavsum oldidan ushbu hudud mavsumiy yuqori xavf zonasi sifatida belgilanishi mumkin.

8. Epidemiologik xavf zonalarini klassifikatsiya qilish

Kompleks xavf indeksi hisoblangandan so'ng hududlar xavf darajasiga ko'ra guruhlanadi. Amaliyotda quyidagi toifalardan foydalanish mumkin:

4.3 jadval Hududlarni xavf darajasiga ko'ra guruhlanishi

Xavf darajasi	Tavsifi	Tavsiya etiladigan chora
Past xavf	Kasallanish barqaror va epidemiologik ko'rsatkichlar me'yorida	Oddiy epidemiologik monitoring
O'rta xavf	Ayrim xavf omillari mavjud yoki kasallanish ortish tendensiyasida	Kuchaytirilgan monitoring
Yuqori xavf	Kasallanish yuqori yoki o'sish sur'ati sezilarli	Faol epidemiologik nazorat va maqsadli profilaktika
Juda yuqori xavf	Epidemiologik o'choq yoki keskin kasallanish o'sishi mavjud	Zudlik bilan epidemiyaga qarshi choralar

Bu chegaralar barcha kasalliklar uchun bir xil bo'lmaydi. Ular kasallikning epidemiologik xususiyatlari va hududning bazaviy ko'rsatkichlariga moslashtirilishi kerak.

9. Xavf xaritasini yaratish Xavf zonalarini aniqlashning yakuniy natijalaridan biri raqamli epidemiologik xavf xaritasidir. Unda hududlar xavf darajasiga qarab guruhlanadi. Xarita dinamik bo‘lib, yangi epidemiologik ma’lumotlar kelib tushishi bilan yangilanib turishi mumkin.

Masalan, yashil rang — past xavf, sariq — o‘rta xavf, to‘q sariq — yuqori xavf va qizil — juda yuqori xavf zonalarini ifodalashi mumkin. Ranglardan foydalanish epidemiologik vaziyatni tezkor vizual baholashni osonlashtiradi.

10. Sun’iy intellekt asosida xavfni prognozlash

Zamonaviy tizimlarda xavf zonalarini aniqlash faqat mavjud holatlarni xaritalash bilan cheklanmaydi. Sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish yordamida kelajakdagi xavfni ham prognoz qilish mumkin.

Modelga kasallanishning tarixiy dinamikasi, mavsumiylik, ob-havo, aholi zichligi, migratsiya, sanitariya holati va boshqa omillar kiritiladi. Algoritm ushbu omillar asosida kelgusi hafta yoki oyda kasallanish xavfi yuqori bo‘lishi mumkin bo‘lgan hududlarni aniqlaydi.

Bunda Random Forest, XGBoost, logistika regressiyasi, neyron tarmoqlar va vaqt qatori modellari kabi usullardan foydalanish mumkin. Modelning samaradorligi mustaqil test ma’lumotlari yordamida baholanadi.

11. Epidemiologik xavf zonalarini validatsiya qilish

Xavf zonalarini aniqlash metodologiyasi amaliyotga joriy etilishidan oldin validatsiyadan o‘tkazilishi zarur. Prognoz qilingan yuqori xavfli hududlar keyingi davrdagi haqiqiy kasallanish bilan taqqoslanadi.

Modelning samaradorligini baholashda: sezgirlik, spetsifiklik, aniqlik, F1-score, ROC-AUC, noto‘g‘ri musbat va noto‘g‘ri manfiy natijalar kabi ko‘rsatkichlardan foydalanish mumkin.

Agar model yuqori xavfli hududlarni muntazam ravishda to‘g‘ri aniqlasa, uning epidemiologik boshqaruvdagi amaliy qiymati yuqori deb baholanadi.

12. Xavf zonalariga mos profilaktik choralarni belgilash

Xavf zonalarini aniqlashning asosiy maqsadi faqat xarita yaratish emas, balki amaliy epidemiologik qaror qabul qilishdir. Past xavfli hududlarda standart monitoring

yetarli bo'lishi mumkin. O'rta xavfli hududlarda laboratoriya va epidemiologik nazorat kuchaytiriladi. Yuqori xavfli hududlarda maqsadli skrining, sanitariya nazorati va profilaktik tadbirlar kengaytiriladi. Juda yuqori xavfli hududlarda esa epidemiologik tekshiruv va epidemiyaga qarshi tezkor choralar tashkil etiladi.

13. Real vaqt rejimida xavf zonalarini yangilash

Raqamli epidemiologik monitoring tizimlarida xavf zonolari real vaqt rejimida qayta hisoblanishi mumkin. Yangi kasallik holati, laboratoriya natijasi yoki epidemiologik o'choq aniqlanganda tizim xavf indeksini avtomatik yangilaydi.

Agar xavf belgilangan chegaradan oshsa, epidemiologga elektron ogohlantirish yuboriladi. Shu tariqa quyidagi raqamli boshqaruv zanjiri shakllanadi:

Ma'lumot → tahlil → xavfni baholash → GIS xarita → avtomatik ogohlantirish → profilaktik chora → qayta monitoring.

14. O'tkir ichak infeksiyalarida qo'llash imkoniyati

O'tkir ichak infeksiyalarida epidemiologik xavf zonalarini aniqlash uchun kasallanish darajasi, laboratoriya tasdiqlangan patogenlar, yosh tarkibi, mavsumiylik, ichimlik suvi ta'minoti, sanitariya holati, oziq-ovqat xavfsizligi va aholi zichligi kabi ko'rsatkichlar birlashtirilishi mumkin.

Masalan, rotavirus va norovirus bilan bog'liq kasallanish yuqori bo'lgan hududlar alohida xaritalanib, ularning mavsumiy dinamikasi baholanadi. Agar ma'lum hududda kasallanishning o'sishi sanitariya yoki suv ta'minoti bilan bog'liq omillar bilan birga kuzatilsa, ushbu hudud yuqori epidemiologik xavf zonasi sifatida ajratilishi va qo'shimcha epidemiologik tekshiruv o'tkazilishi mumkin.

Metodologiyaning umumiy algoritmi

1. Ma'lumotlarni yig'ish → 2. Ma'lumotlarni tozalash → 3. Epidemiologik ko'rsatkichlarni hisoblash → 4. Xavf omillarini tanlash → 5. Standartlashtirish → 6. Vaznlash → 7. Kompleks xavf indeksini hisoblash → 8. GIS xaritalash → 9. Xavf zonalarini klassifikatsiya qilish → 10. Prognozlash → 11. Validatsiya → 12. Profilaktik tadbirlarni rejalashtirish.

Xulosa qilib aytganda, epidemiologik xavf zonalarini aniqlash metodologiyasi kasallanish ko'rsatkichlari, xavf omillari, vaqt-makon dinamikasi va geografik

ma'lumotlarni kompleks tahlil qilishga asoslanadi. GIS texnologiyalari mavjud xavf zonalarini aniq xaritalash imkonini bersa, sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish kelajakdagi xavfni prognozlash imkoniyatini kengaytiradi. Natijada epidemiologik xizmatning faoliyati "kasallik qayd etilgandan keyin javob berish" modelidan "xavfni oldindan aniqlash va profilaktik chorani oldindan yo'naltirish" modeliga o'tadi. Bunday metodologiya ayniqsa o'tkir ichak infeksiyalari, respirator infeksiyalar va boshqa hududiy-mavsumiy xususiyatga ega kasalliklar epidemiologik monitoringini takomillashtirishda katta amaliy ahamiyatga ega.

4.4. Kasalliklarning "qizil hudud"larini aniqlash

Kasalliklarning "qizil hudud"larini aniqlash zamonaviy epidemiologik monitoring va xavfni boshqarish tizimining muhim yo'nalishlaridan biridir. "Qizil hudud" deganda ma'lum vaqt oralig'ida kasallanish darajasi, uning o'sish sur'ati, epidemiologik o'choqlar soni yoki boshqa xavf ko'rsatkichlari belgilangan chegaradan yuqori bo'lgan hudud tushuniladi. Bunday hududlarda kasallikning tarqalish ehtimoli yuqori bo'lgani sababli epidemiologik kuzatuv, laboratoriya nazorati va profilaktik tadbirlarni kuchaytirish talab etiladi.

"Qizil hudud" tushunchasi faqat kasallanganlar sonining ko'pligini anglatmaydi. Hududni yuqori xavfli deb belgilashda aholi soni, kasallanish koeffitsienti, kasallanishning o'sish tezligi, epidemik chegaradan oshish, epidemiologik o'choqlar, laboratoriya tasdiqlari, mavsumiylik va xavf omillari kompleks ravishda baholanadi. Shu sababli "qizil hudud"ni aniqlash oddiy statistik taqqoslash emas, balki standartlashtirilgan epidemiologik baholash jarayoni hisoblanadi.

"Qizil hudud"ni aniqlashning asosiy maqsadi epidemiologik vaziyat eng noqulay bo'lgan hududlarni tezkor aniqlash va cheklangan profilaktik resurslarni aynan shu hududlarga ustuvor yo'naltirishdan iborat. "Qizil hududlar" aniqlanganda epidemiologik tekshiruvlar, laboratoriya diagnostikasi, sanitariya nazorati, dezinfeksiya, skrining va sanitariya-ma'rifiy tadbirlar kuchaytirilishi mumkin.

1. Asosiy epidemiologik ko'rsatkichlarni aniqlash : "Qizil hudud"ni aniqlashning birinchi bosqichi hududlar bo'yicha kasallanish ko'rsatkichlarini hisoblashdir. Eng muhim ko'rsatkichlardan biri:

Kasallanish koeffitsienti = kasallik holatlari soni / aholi soni $\times$ 100 000.

Bu ko'rsatkich turli aholi soniga ega hududlarni to'g'ri taqqoslash imkonini beradi.

Bundan tashqari, kasallanishning haftalik yoki oylik o'sish sur'ati, laboratoriya tasdiqlangan holatlar ulushi, epidemiologik o'choqlar soni, og'ir holatlar ulushi, kasallikning takroriy yoki ikkilamchi holatlari, kasallanishning epidemik chegaradan oshishi, kasallikning mavsumiy intensivligi kabi ko'rsatkichlar ham hisoblanishi mumkin..

2. "Qizil hudud" chegarasini belgilash

"Qizil hudud"ni aniqlash uchun oldindan epidemiologik bo'sag'a — chegara ko'rsatkichi belgilanadi. Bu chegara kasallikning odatdagi bazaviy darajasi asosida aniqlanishi mumkin.

Masalan, agar hududda kasallanishning ko'p yillik o'rtacha ko'rsatkichi 20/100 000 bo'lsa, 30 yoki 40/100 000 dan yuqori ko'rsatkich epidemiologik jihatdan xavfli deb belgilanishi mumkin. Biroq yagona universal chegara mavjud emas. Chegara kasallik turi, hudud, mavsum va epidemiologik vaziyatga qarab statistik usulda aniqlanishi kerak. Amaliyotda z-score, percentil, moving average, standart og'ish, epidemik koridor kabi usullardan foydalanish mumkin.

3. O'sish sur'atini hisobga olish

Ba'zan kasallanish darajasi hali juda yuqori bo'lmasa ham, uning juda tez o'sishi epidemik xavfning kuchayishini ko'rsatadi. Shu sababli "qizil hudud"ni aniqlashda kasallanishning dinamikasi ham hisobga olinadi.

Masalan: 1-hafta — 10 holat;

2-hafta — 15 holat;

3-hafta — 28 holat;

4-hafta — 52 holat.

Bu holatda mutlaq kasallanish boshqa hududlarga nisbatan unchalik yuqori bo‘lmasligi mumkin, ammo qisqa vaqt ichida keskin o‘shish kuzatilayotgani epidemiologik xavf signali hisoblanadi. Shuning uchun kasallanish darajasi + o‘shish sur‘ati kombinatsiyasi “qizil hudud”ni aniqlashda muhim indikator bo‘lishi mumkin.

4. Epidemiologik klasterlarni aniqlash. Hududda kasallik holatlarining geografik jihatdan yig‘ilishi “qizil hudud”ni aniqlash uchun muhim belgidir. Masalan, bir mahalla yoki qishloqda qisqa vaqt ichida bir xil kasallik bilan bog‘liq ko‘plab holatlar aniqlansa, bu hududda epidemiologik o‘choq mavjud bo‘lishi mumkin.

GAT yordamida bunday klasterlar avtomatik aniqlanib, xaritada alohida belgilanishi mumkin. Klasterlar soni va ularning kattaligi oshib borishi hududning xavf darajasini qayta baholashga sabab bo‘ladi.

5. Laboratoriya ma’lumotlaridan foydalanish. “Qizil hudud”ni aniqlashda laboratoriya diagnostikasi juda muhim. Faqat klinik tashxislar asosida emas, balki laboratoriya tasdiqlangan holatlar asosida epidemiologik xavfni baholash aniqlikni oshiradi.

Masalan, o‘tkir ichak infeksiyalarida rotavirus, norovirus, adenovirus, salmonella, shigella va boshqa patogenlar bo‘yicha laboratoriya natijalari hududiy xaritaga kiritilishi mumkin. Agar ma’lum hududda bitta patogen bilan bog‘liq holatlar qisqa vaqt ichida keskin ko‘paysa, ushbu hudud alohida epidemiologik nazoratga olinadi.

6. GAT asosida “qizil hudud”larni xaritalash. GAT texnologiyalari “qizil hudud”larni vizual aniqlash uchun eng qulay vositalardan biridir. Har bir ma’muriy hudud epidemiologik xavf darajasiga ko‘ra rangli xaritada belgilanadi.

Masalan: yashil — past xavf;

sariq — o‘rta xavf;

to‘q sariq — yuqori xavf;

qizil — juda yuqori epidemiologik xavf.

Bunday xarita epidemiologik vaziyatni bir qarashda baholash va ustuvor hududlarni aniqlash imkonini beradi.

7. Kompleks “qizil hudud” indeksini yaratish. “Qizil hudud”ni faqat bitta ko‘rsatkich asosida emas, balki kompleks epidemiologik xavf indeksi asosida aniqlash maqsadga muvofiq.

Masalan:

$$QHI = W_1K + W_2O + W_3L + W_4E + W_5S$$

bu yerda: QHI — qizil hudud indeksi;

K — kasallanish koeffitsienti;

O — kasallanishning o‘shish sur‘ati;

L — laboratoriya tasdiqlangan holatlar ko‘rsatkichi;

E — epidemik chegaradan oshish darajasi;

S — epidemiologik klasterlar ko‘rsatkichi;

W — tegishli ko‘rsatkichning vazn koeffitsienti.

Ko‘rsatkichlar standartlashtirilgandan keyin umumiy indeks hisoblanadi. Eng yuqori indeksga ega hududlar “qizil hudud” sifatida belgilanadi.

8. Mavsumiylikni hisobga olish

Kasalliklarning ayrim turlari mavsumiy xarakterga ega. Shu sababli “qizil hudud” chegarasi yil davomida bir xil bo‘lishi shart emas. Masalan, yoz oylarida o‘tkir ichak infeksiyalari tabiiy ravishda ko‘payishi mumkin. Agar oddiy mavsumiy o‘shish avtomatik ravishda “qizil hudud” deb baholansa, noto‘g‘ri epidemiologik signallar soni ortadi. Shuning uchun hududning ko‘p yillik ayni mavsumdagi bazaviy ko‘rsatkichi bilan taqqoslash maqsadga muvofiq.

9. “Qizil hudud”larni real vaqt rejimida aniqlash. Raqamli epidemiologik monitoring tizimlarida “qizil hudud”lar avtomatik ravishda aniqlanishi mumkin. Yangi kasallik holati elektron tizimga kiritilganda:

Yangi holat → ma'lumotlarni tekshirish → hududni aniqlash → epidemiologik ko'rsatkichni yangilash → xavf indeksini hisoblash → GIS xaritasini yangilash → chegaradan oshsa ogohlantirish.

Shu tariqa epidemiologik xizmat yangi vaziyat haqida an'anaviy davriy hisobotni kutmasdan axborot olishi mumkin.

10. Sun'iy intellekt yordamida "qizil hudud"larni prognozlash. Sun'iy intellekt texnologiyalari "qizil hudud"ni faqat mavjud epidemiologik holat asosida emas, balki kelajakdagi xavfni prognozlash asosida ham aniqlash imkonini beradi.

Mashinaviy o'qitish modeliga kasallanishning tarixiy dinamikasi, mavsumiylik, aholi zichligi, meteorologik ko'rsatkichlar, migratsiya, sanitariya holati va laboratoriya natijalari kiritiladi. Model kelgusi davrda kasallanishning keskin oshishi mumkin bo'lgan hududlarni prognoz qiladi. Bu yondashuv "qizil hudud"larni reaktiv emas, proaktiv tarzda aniqlash imkonini beradi.

11. "Qizil hudud" aniqlangandan keyingi choralar

"Qizil hudud"ni aniqlashning amaliy ahamiyati aynan undan keyingi epidemiologik choralarda namoyon bo'ladi. Bunday hududlarda:

1. epidemiologik kuzatuv kuchaytiriladi;
2. laboratoriya tekshiruvlari kengaytiriladi;
3. epidemiologik o'choqlar faol tekshiriladi;
4. kontakt shaxslar aniqlanadi;
5. sanitariya-gigiyena nazorati kuchaytiriladi;
6. zarur hollarda dezinfeksiya tadbirlari amalga oshiriladi;
7. aholi o'rtasida sanitariya-ma'rifiy ishlar kuchaytiriladi;
8. tibbiy resurslar ustuvor ravishda yo'naltiriladi;
9. kasallanish dinamikasi real vaqt rejimida monitoring qilinadi.

Bunda choralarning turi kasallikning epidemiologik xususiyatlari va amaldagi sanitariya-epidemiologik me'yorlarga muvofiq belgilanadi.

12. O'tkir ichak infeksiyalarida "qizil hudud"larni aniqlash. O'tkir ichak infeksiyalari misolida "qizil hudud"ni aniqlash uchun quyidagi indikatorlar majmuasidan foydalanish mumkin: 100 000 aholiga kasallanish, haftalik kasallanishning o'sish sur'ati,



4.1 Sxema Qizil hududni aniqlash algoritmi

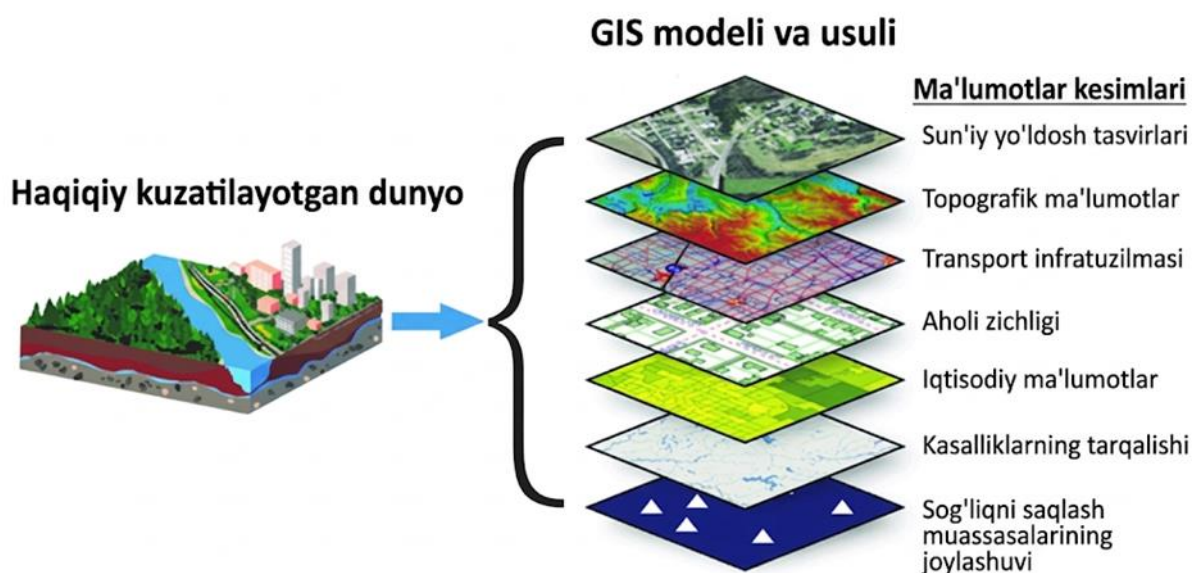
laboratoriya tasdiqlangan holatlar ulushi, epidemiologik tarqalishlar mavjudligi, ichimlik suvi sifati, kanalizatsiya va sanitariya holati, aholi zichligi, mavsumiylik, bolalar orasidagi kasallanish darajasi. Masalan, bir hududda kasallanish darajasi yuqori, o'sish sur'ati keskin va laboratoriya tasdiqlangan holatlar soni ko'payayotgan bo'lsa, ushbu hudud yuqori yoki juda yuqori xavf guruhiga kiritilishi mumkin.

4.3 jadval Hudud xavfi darajasini belgilashda asosiy metodologik mezonlar

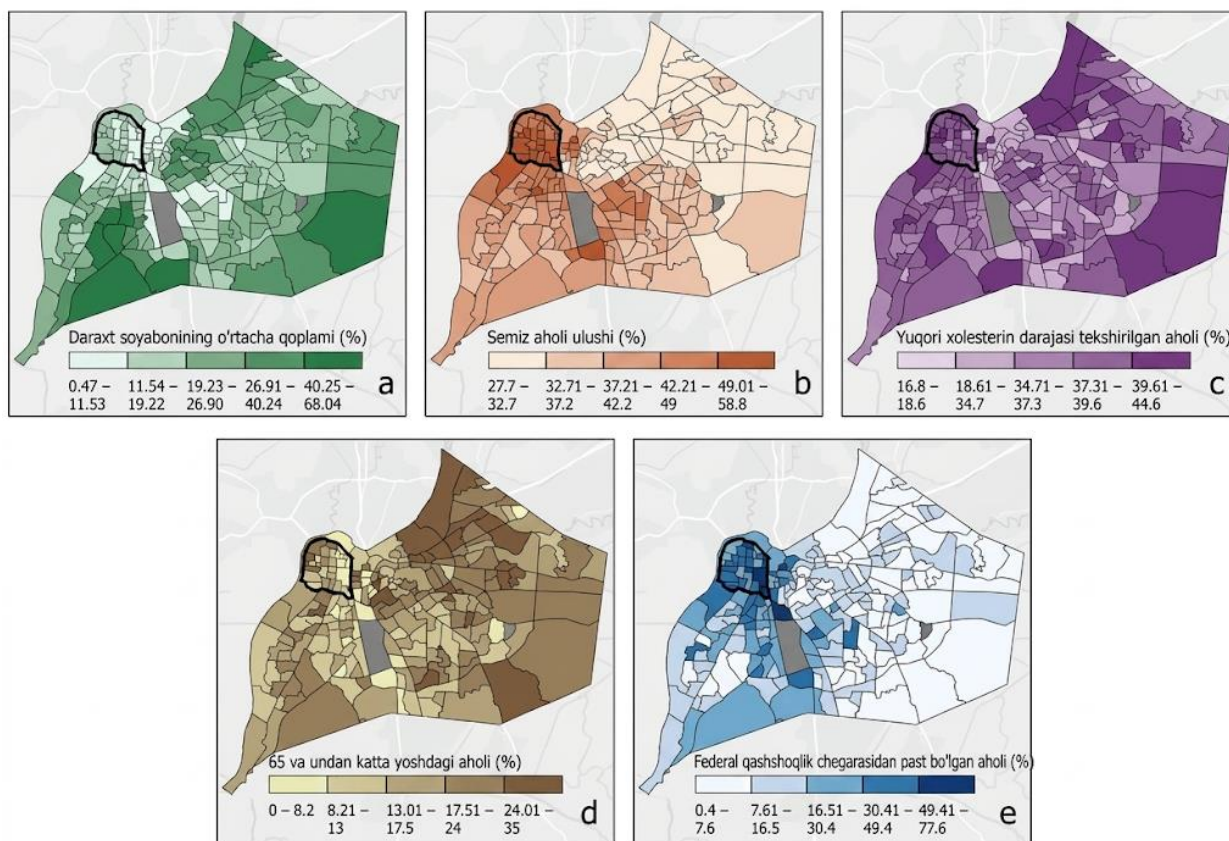
Mezon	Epidemiologik ahamiyati
Kasallanish darajasi	Hududdagi kasallik yukini ko'rsatadi
O'sish sur'ati	Epidemik vaziyatning tez yomonlashishini aniqlaydi
Epidemik chegara	Odatdagi darajadan sezilarli oshishni ko'rsatadi
Laboratoriya tasdig'i	Etiologik xavfni aniqlashtiradi

Klasterlar	Mahalliy epidemiologik o'choqlarni ko'rsatadi
Mavsumiylik	Tabiiy epidemiologik tebranishni hisobga oladi
Aholi zichligi	Yuqish imkoniyatini baholashga yordam beradi
Sanitariya holati	Yuqish xavfini baholaydi
GIS tahlili	Xavfli hududlarni geografik aniqlaydi
SI prognozi	Kelajakdagi "qizil hudud"larni oldindan aniqlaydi

Kasalliklarning "qizil hudud"larini aniqlash epidemiologik xavfni hududiy jihatdan differensial baholash va profilaktik resurslarni ustuvor yo'naltirishga imkon beradigan zamonaviy metodologiyadir. Uning samarali modeli kasallanish darajasi + dinamik o'sish + laboratoriya ma'lumotlari + epidemiologik klaster + mavsumiylik + GIS tahlili kabi komponentlarning kompleks baholanishiga asoslanadi.



4.1-rasm. Epidemiologik, demografik va ekologik ma'lumotlarni GAT qatlamlari sifatida integratsiyalashning amaliy ko'rinishi. GATda turli ma'lumot qatlamlarini birlashtirish orqali kasallik tarqalishi va unga ta'sir qiluvchi hududiy omillarni birgalikda tahlil qilish mumkin. GIS va sun'iy intellektning integratsiyasi esa "qizil hudud"larni real vaqt rejimida aniqlash va kelajakdagi xavfli hududlarni oldindan prognozlash imkonini beradi. Natijada epidemiologik nazorat tizimi kasallik o'chog'i shakllangandan keyin javob beruvchi tizimdan xavfni oldindan aniqlaydigan va profilaktik choralarni manzilli yo'naltiradigan proaktiv tizimga aylanadi.



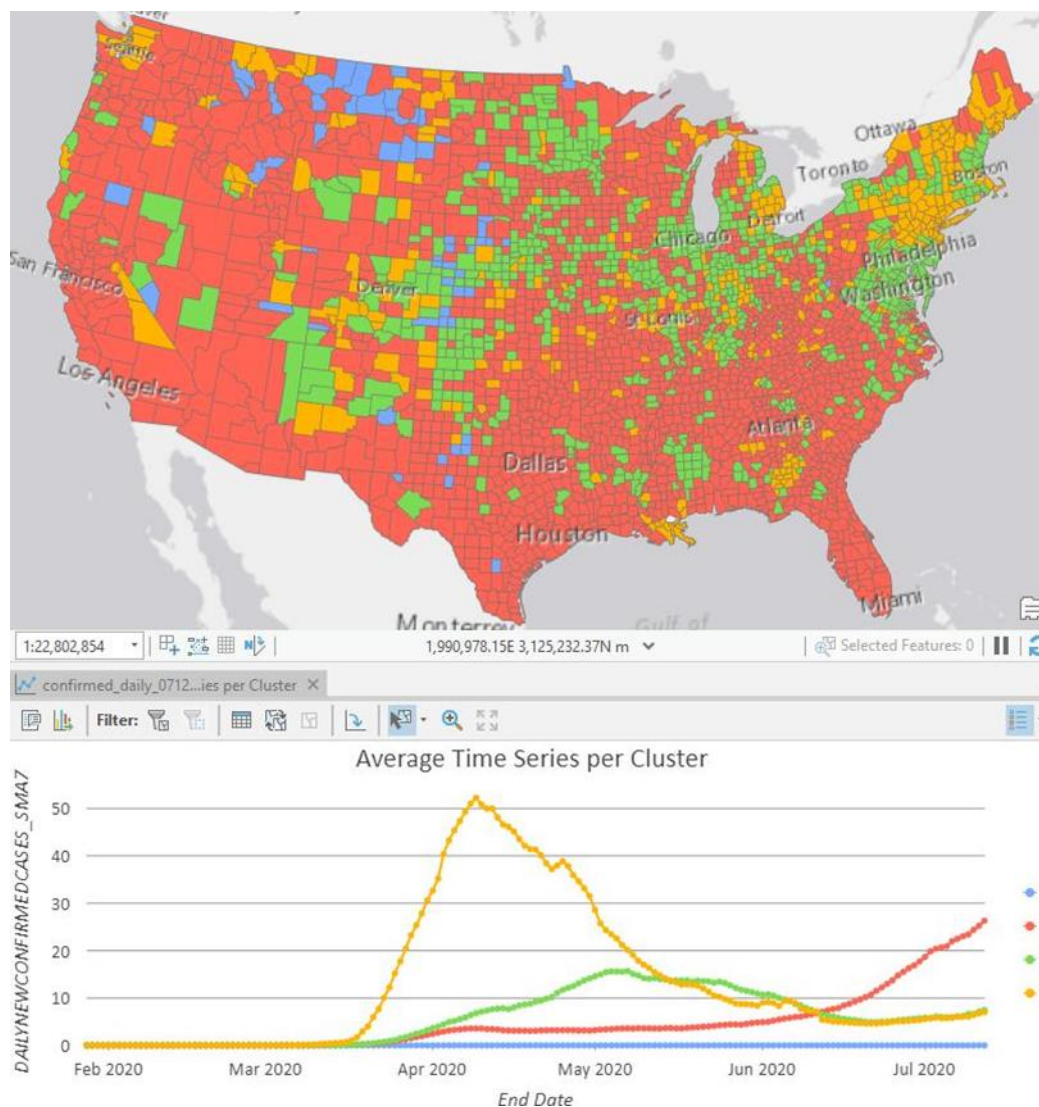
4.2-rasm. Shahar issiqligi va yurak ishemik kasalligi o'rtasidagi bog'liqlikning fazoviy tahlili

4.5. GAT yordamida kasalliklarning makon-vaqt dinamikasini tahlil qilish

Geografik axborot tizimlari (GAT) yordamida kasalliklarning makon-vaqt dinamikasini tahlil qilish zamonaviy epidemiologik monitoringning muhim yo'nalishlaridan biridir. Bunday tahlil kasallikning faqat qayerda tarqalganini emas, balki qachon boshlanganligi, qaysi hududlarda tez ko'payganligi, tarqalish yo'nalishi va vaqt davomida xavf zonalarining qanday o'zgarganligini aniqlash imkonini beradi.

Makon-vaqt tahlilining asosiy mazmuni

Makon-vaqt tahlilida har bir epidemiologik hodisa kamida uchta asosiy atribut bilan ifodalanadi: geografik joylashuv, vaqt va kasallik ko'rsatkichi. Masalan, bemorning yashash hududi, kasallik aniqlangan sana va laboratoriya tasdiqlangan patogen turi yagona GIS ma'lumotlar bazasiga kiritiladi.



4.3-rasm. Kasallik tarqalishining makon-vaqt dinamikasini GATorqali tasvirlash. Ketma-ket xaritalarda vaqt o'tishi bilan kasallik holatlarining geografik joylashuvi va konsentratsiyasi o'zgarishi ko'rsatiladi. Bunday xaritalash kasallik o'chog'ining rivojlanishini vizual kuzatish imkonini beradi.

Bunday ma'lumotlar asosida quyidagi savollarga javob olish mumkin:

kasallik dastlab qaysi hududda paydo bo'lgan?

kasallanish qaysi hududlarda tez oshgan?

epidemiologik o'choq qaysi yo'nalishda kengaygan?

qaysi hududlarda kasallanish uzoq vaqt yuqori bo'lib qolmoqda?

kasallikning mavsumiy cho'qqisi qachon va qayerda kuzatilmoqda?

yangi xavfli klasterlar qaysi hududlarda shakllanmoqda?

Shu sababli makon-vaqt tahlili epidemiologik jarayonni dinamik jarayon sifatida ko‘rib chiqishga imkon beradi.

1. Ma’lumotlarni vaqt va hudud bo‘yicha shakllantirish GIS tahlilining dastlabki bosqichida epidemiologik ma’lumotlar standartlashtiriladi.

4.4 jadval Kasallik holati uchun kiritiladigan ma’lumotlar

Ko‘rsatkich	Misol
Hudud	Tuman/mahalla
Sana	2026-yil 15-avgust
Kasallik	O‘tkir ichak infeksiyasi
Etiologiya	Rotavirus
Yosh guruhi	0–4 yosh
Jins	Erkak/Ayol
Laboratoriya natijasi	PZR musbat
Kasallik og‘irligi	O‘rta
Epidemiologik omil	Suv/oziq-ovqat/kontakt

Ushbu ma’lumotlar GATda geografik obyektlar bilan bog‘lanadi. Natijada har bir hudud bo‘yicha ma’lum vaqt oralig‘idagi kasallanish dinamikasini hisoblash mumkin.

2. Vaqt bo‘yicha xaritalar seriyasini yaratish

Makon-vaqt dinamikasini tahlil qilishning eng sodda usullaridan biri — ketma-ket xaritalar seriyasini yaratishdir. Masalan, birinchi xaritada yanvar oyidagi, ikkinchisida fevral, uchinchisida mart oyidagi kasallanish ko‘rsatiladi.

Xaritalarni yonma-yon taqqoslash orqali kasallikning geografik o‘zgarishi aniqlanadi. Agar bir hududdagi xavf ko‘rsatkichi vaqt o‘tishi bilan oshib borsa, hududning epidemiologik xavfi kuchayayotgani haqida xulosa qilish mumkin.

CDC epidemiologik tekshiruvlarda vaqt bo‘yicha xaritalar seriyasi kasallik taqsimotining o‘zgarishini ko‘rsatish uchun samarali ekanini ta’kidlaydi.

3. Interaktiv vaqt shkalasi Zamonaviy GIS platformalarida time slider — vaqt shkalasi yordamida kasallik tarqalishini bosqichma-bosqich ko‘rish mumkin. Foydalanuvchi vaqt ko‘rsatkichini bir kundan ikkinchi kunga yoki bir haftadan keyingi haftaga o‘zgartirganda xaritada kasallik holatlari avtomatik ravishda yangilanadi. Bunday texnologiya ayniqsa tez tarqaluvchi yuqumli kasalliklarda foydalidir. Masalan, birinchi haftada kasallik bir mahallada, keyingi haftalarda qo‘shni hududlarda paydo bo‘lsa, uning geografik kengayish yo‘nalishini xaritada kuzatish mumkin.

4. Kasallanishning makon-vaqt klasterlarini aniqlash

Makon-vaqt tahlilining muhim vazifalaridan biri klasterlarni aniqlashdir. Klaster — ma’lum vaqt oralig‘ida geografik jihatdan yaqin joylashgan hududlarda kasallik holatlarining tasodifiy kutilganidan ko‘proq to‘planishidir.

Buning uchun GIS bilan birgalikda fazoviy-statistik usullardan foydalaniladi. Masalan, SaTScan, fazoviy scan-statistika va Bayesian modellar yordamida makon, vaqt yoki makon-vaqt klasterlari aniqlanishi mumkin. Bunday usullar epidemiologik monitoringda kasallik xavfi yuqori bo‘lgan hududlarni statistik jihatdan ajratish imkonini beradi.

5. Kasallik tarqalish tezligini baholash

GIS yordamida hududlar bo‘yicha kasallanishning o‘shish sur‘atlarini xaritalash mumkin. Masalan, bir hafta ichida kasallanish 10% ga oshgan hudud bilan 100% ga oshgan hudud epidemiologik jihatdan bir xil baholanmasligi kerak.

Shuning uchun xaritada nafaqat kasallanish darajasi, balki o‘shish sur‘ati ham aks ettiriladi. Natijada kasallanish hali yuqori bo‘lmagan, ammo juda tez o‘sayotgan “erta xavf” hududlarini aniqlash mumkin.

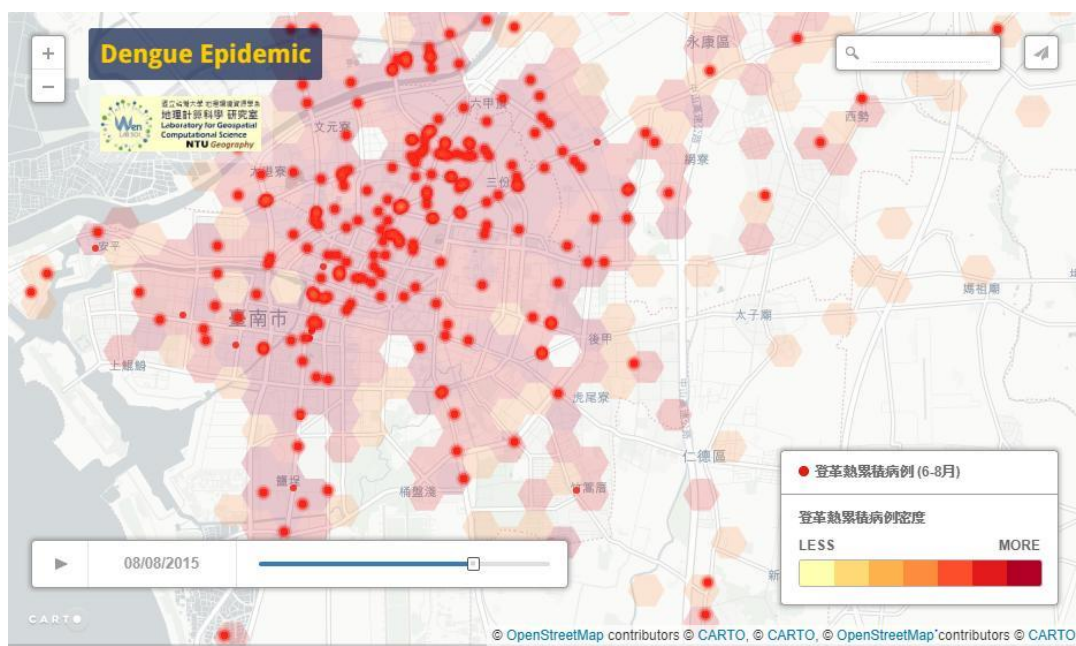
6. Mavsumiy makon-vaqt dinamikasi

Ko‘plab yuqumli kasalliklar mavsumiy xususiyatga ega. O‘tkir ichak infeksiyalari, gripp, respirator virusli infeksiyalar, ayrim vektor orqali yuqadigan kasalliklarda kasallanish yil davomida bir xil bo‘lmaydi.

GIS yordamida bir necha yillik ma'lumotlarni birlashtirib, mavsumiy makon-vaqt xaritalari yaratiladi. Masalan, 2023, 2024 va 2025-yillarning yoz oylaridagi o'tkir ichak infeksiyalari xaritalari taqqoslanadi. Agar bir xil hududlarda kasallanish muntazam ravishda oshib borsa, bu hududlar mavsumiy epidemiologik xavf zonalarini sifatida belgilanadi.

7. "Issiqlik" xaritalari va qaynoq nuqta tahlili

Qaynoq nuqta — kasallik holatlari yoki kasallanish ko'rsatkichi yuqori darajada to'plangan hudud. GATda issiqlik xaritalari yordamida bunday hududlar vizual ravishda ajratiladi.



4.5-rasm. Kasallik qaynoq nuqtalarini GIS yordamida aniqlash. Masalan, dengue epidemiyasining real xaritasida kasallik holatlari zichligi va vaqt bo'yicha o'zgarishini ko'rsatuvchi vaqt shkalasi qo'llangan.

Qaynoq nuqtalarning vaqt davomida o'zgarishini kuzatish orqali epidemiologik o'choqning saqlanib qolishi, kengayishi yoki qisqarishi aniqlanadi.

8. Makon-vaqt dinamikasini ekologik omillar bilan bog'lash

Kasallikning makon-vaqt dinamikasi ekologik omillar bilan birgalikda o'rganilishi mumkin. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarida:

kasallanish → suv sifati → yog'ingarchilik → harorat → sanitariya holati

o'rtasidagi fazoviy va vaqtli bog'liqlik tahlil qilinadi.

Agar kasallanishning oshishi ma'lum meteorologik yoki ekologik o'zgarishlardan keyin takroriy ravishda kuzatilsa, ushbu omil epidemiologik gipoteza sifatida keyingi statistik tadqiqotga kiritilishi mumkin.

9. Epidemiologik o'choqning rivojlanishini kuzatish

Makon-vaqt GAT tahlili epidemiologik o'choqning boshlanishi, rivojlanishi va pasayishini vizual ko'rsatadi. Masalan:

- 1-bosqich: bitta hududda dastlabki holatlar;
- 2-bosqich: qo'shni hududlarda holatlar paydo bo'lishi;
- 3-bosqich: bir nechta klasterlarning shakllanishi;
- 4-bosqich: kasallikning keng hududga tarqalishi;
- 5-bosqich: profilaktik tadbirlar fonida kasallanishning kamayishi.

Bunday tasvir epidemik jarayonning bosqichlarini tushunish va epidemiyaga qarshi tadbirlarning samaradorligini baholashga yordam beradi.

10. Amaliy misol: o'tkir ichak infeksiyalarining GAT tahlili

O'tkir ichak infeksiyalari bo'yicha tadqiqotda Farg'ona viloyatining tumanlari GIS xaritasiga kiritilib, har bir tuman uchun haftalik kasallanish ko'rsatkichlari hisoblanishi mumkin.

Masalan, shartli ravishda:

- 1-hafta: 5 ta tuman — past xavf;
- 2-hafta: 3 ta tumanda kasallanish oshadi;
- 3-hafta: 2 ta tumanda qaynoq nuqta shakllanadi;
- 4-hafta: qaynoq nuqta qo'shni hududlarga kengayadi;
- 5-hafta: profilaktik tadbirlardan keyin kasallanish kamayadi.

Bunday ma'lumotlarni GIS vaqt shkalasiga joylashtirish orqali epidemik jarayonning hududiy rivojlanishi animatsion xaritada ko'rsatiladi. Muhimi, bu yerda

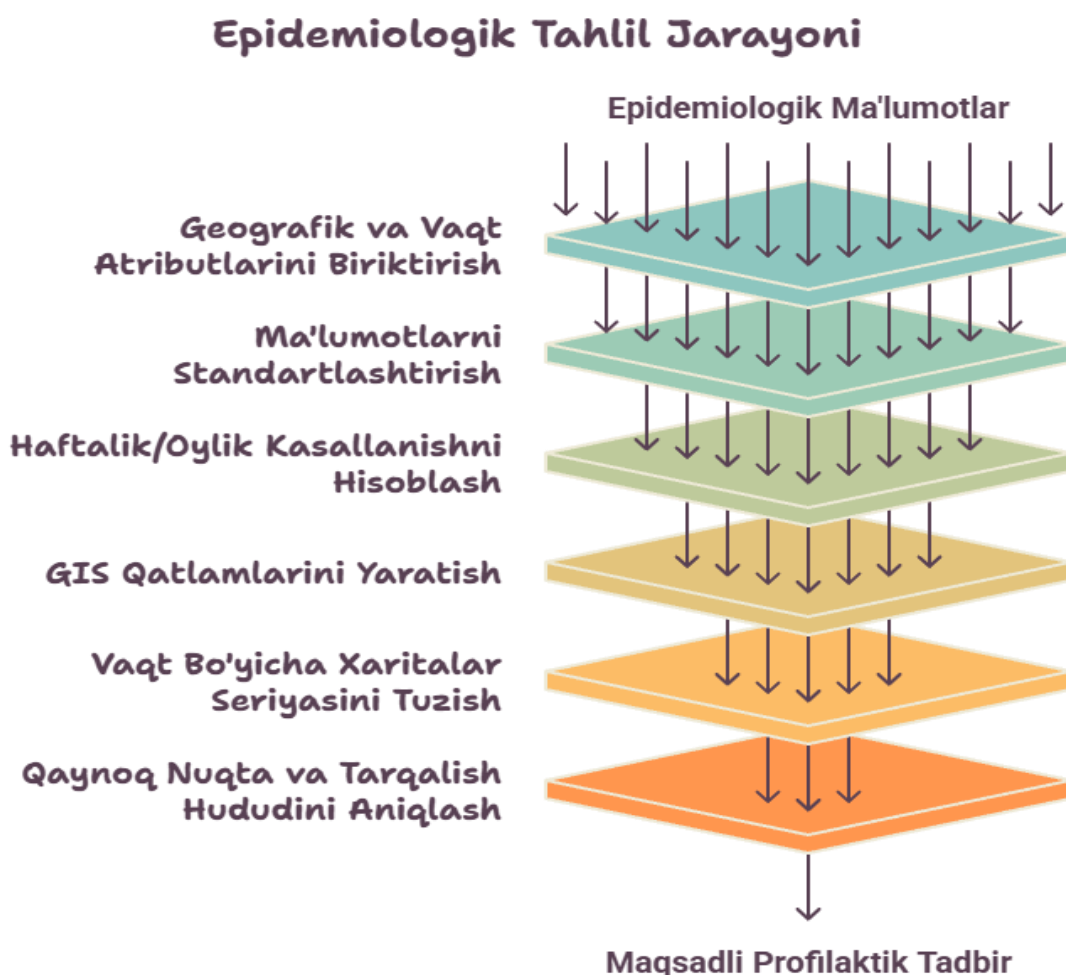
raqamlar o'quv-metodik misol sifatida keltirilgan; haqiqiy epidemiologik xulosa faqat real ma'lumotlar asosida chiqariladi.

4.5 jadval Makon-vaqt tahlilining asosiy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Epidemiologik mazmuni
Kasallanish darajasi	Hududdagi epidemiologik yuk
O'sish sur'ati	Xavfning tez kuchayishini ko'rsatadi
Vaqt bo'yicha trend	Uzoq muddatli o'zgarish
Qaynoq nuqta	Kasallikning zich to'planish hududi
Klaster davomiyligi	O'choqning qancha vaqt saqlanishi
Klaster maydoni	O'choqning geografik kengligi
Tarqalish yo'nalishi	Kasallikning hududiy kengayishi
Mavsumiy indeks	Mavsumiy xavf darajasi
Fazoviy xavf	Hududlar o'rtasidagi epidemiologik farq

11. Natijalarni epidemiologik boshqaruvda qo'llash Makon-vaqt GAT tahlilining yakuniy maqsadi xarita yaratish emas, balki tezkor epidemiologik qaror qabul qilishdir. Tahlil natijasida: epidemiologik o'choqning boshlanish joyi, yangi qaynoq nuqtalarning paydo bo'lishi, xavfning kuchayish davri, yuqori xavfli hududlar, laboratoriya tekshiruvlarini kuchaytirish zarur bo'lgan hududlar, profilaktik tadbirlarni birinchi navbatda o'tkazish kerak bo'lgan hududlar aniqlanadi. JSST GISni kasalliklarning geografik tarqalishini monitoring qilish, xavf omillarini aniqlash va sog'liqni saqlash tadbirlarini rejalashtirishda muhim vosita sifatida ko'rsatadi. GAT yordamida kasalliklarning makon-vaqt dinamikasini tahlil qilish epidemiologik jarayonni statik xarita sifatida emas, balki vaqt davomida o'zgaruvchi geografik jarayon sifatida baholash imkonini beradi. Xaritalar seriyasi, vaqt shkalasi, qaynoq nuqta tahlili, klasterlarni aniqlash va makon-vaqt statistik modellari yordamida kasallikning boshlanishi, tarqalish yo'nalishi, xavfli hududlarning shakllanishi va epidemiologik vaziyatning pasayishi kuzatiladi. Zamonaviy tadqiqotlarda GSTC (Generalized Space-Time Cube) kabi yondashuvlar ham

kasalliklarning vaqt va makon bo'yicha o'zgarishini tizimli tasvirlash uchun qo'llanmoqda.



4.2. Sxema Epidemiologik tahlil jarayoni

Shu sababli GIS, real vaqt epidemiologik ma'lumotlari va sun'iy intellektni birlashtirish erta ogohlantirish, epidemiologik o'choqlarni oldindan aniqlash va profilaktik resurslarni aniq hududlarga yo'naltirish uchun istiqbolli raqamli model hisoblanadi.

4.6. GAT asosida profilaktik tadbirlarni hududiy differensial rejalashtirish

Kasalliklarning oldini olish va epidemiologik xavflarni boshqarishda profilaktik tadbirlarni hududlarning o'ziga xos epidemiologik, demografik, ijtimoiy-iqtisodiy va ekologik xususiyatlarini hisobga olgan holda rejalashtirish muhim ahamiyatga ega. An'anaviy epidemiologik yondashuvlarda kasallanish ko'rsatkichlari ko'pincha ma'muriy hududlar bo'yicha umumlashtiriladi. Bunday

yondashuv ayrim hududlarda mavjud bo'lgan yuqori xavfli kichik geografik zonalarini aniqlash imkoniyatini cheklashi mumkin. Geografik axborot tizimlari (GIS) esa epidemiologik ma'lumotlarni hududiy koordinatalar bilan bog'lash, ularni xaritalash, makon-vaqt bo'yicha tahlil qilish va xavf darajasiga qarab profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish imkonini beradi.

GIS asosida hududiy differensial rejalashtirishning asosiy mohiyati barcha hududlarda bir xil profilaktik tadbirlarni amalga oshirishdan ko'ra, epidemiologik xavf darajasi, kasallanish intensivligi va hududning o'ziga xos sharoitlariga mos ravishda turli darajadagi profilaktik choralarni belgilashdan iborat. Bunda kasallanish ko'rsatkichi, kasallikning mavsumiyligi, epidemik o'choqlar soni, aholi zichligi, yosh va ijtimoiy guruhlar tarkibi, sanitariya holati, ichimlik suvi ta'minoti, kanalizatsiya tizimi, tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyati, migratsiya jarayonlari va boshqa omillar hisobga olinadi.

GIS tizimida dastlab epidemiologik va hududiy ma'lumotlar yagona elektron ma'lumotlar bazasiga birlashtiriladi. Har bir kasallik holati bemorning yashash yoki aniqlangan hududi, kasallik sanasi, etiologik omil, yosh, jins, klinik og'irlik darajasi va boshqa epidemiologik ko'rsatkichlar bilan bog'lanadi. Ushbu ma'lumotlar geografik koordinatalar yoki ma'muriy-hududiy birliklar bilan integratsiya qilinib, GIS platformasiga kiritiladi. Natijada kasalliklarning hududiy tarqalishini aks ettiruvchi tematik xaritalar shakllantiriladi.

Hududiy xavfni baholashda kasallanish intensivligi muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Masalan, 100 ming aholiga to'g'ri keladigan kasallanish darajasi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$K = (\text{Kasallik holatlari soni} / \text{Aholi soni}) \times 100\,000.$$

Ushbu ko'rsatkich hududlar o'rtasidagi epidemiologik farqlarni aniqlashga imkon beradi. GIS yordamida kasallanish darajasi past, o'rta, yuqori va juda yuqori bo'lgan hududlarni turli ranglarda aks ettirish mumkin. Bunday xaritalar epidemiolog uchun xavfli hududlarni tezda aniqlash, mahalliy sog'liqni saqlash organlari uchun esa mavjud resurslarni ustuvor yo'nalishlarga taqsimlash imkonini beradi.

Hududlarni xavf darajasiga ko‘ra “past xavf”, “o‘rta xavf”, “yuqori xavf” va “juda yuqori xavf” zonalariga ajratish profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirishning amaliy asosini tashkil etadi. Past xavfli hududlarda asosan umumiy profilaktika, sanitariya-ma‘rifiy ishlar, aholining gigiyenik savodxonligini oshirish va epidemiologik monitoringni davom ettirishga e‘tibor qaratiladi. O‘rta xavfli hududlarda epidemiologik monitoringni kuchaytirish, laboratoriya tekshiruvlarini kengaytirish va xavf omillarini bartaraf etishga qaratilgan tadbirlar amalga oshiriladi. Yuqori xavfli hududlarda esa faol epidemiologik nazorat, o‘choqlarni tezkor aniqlash, kontaktlarni kuzatish, laboratoriya diagnostikasini kuchaytirish va profilaktik resurslarni ustuvor tarzda yo‘naltirish talab etiladi.

GIS texnologiyalarining muhim afzalliklaridan biri — **“xavf xaritalari”**ni yaratish imkoniyatidir. Bunday xaritalarda nafaqat kasallik holatlari, balki kasallanishga ta‘sir qiluvchi omillar ham birgalikda tasvirlanadi. Masalan, ichak infeksiyalarini o‘rganishda kasallanish ko‘rsatkichlari ichimlik suvi sifati, kanalizatsiya tizimining mavjudligi, aholi zichligi, sanitariya holati va mavsumiy harorat ko‘rsatkichlari bilan bir qatlamda tahlil qilinishi mumkin. Natijada kasallik tarqalishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin bo‘lgan hududiy xavf omillari aniqlanadi.

GIS asosida qatlamli tahlil (layer analysis) profilaktik rejalashtirishda alohida ahamiyatga ega. Birinchi qatlamda aholi joylashuvi, ikkinchi qatlamda kasallanish holatlari, uchinchi qatlamda tibbiyot muassasalari, to‘rtinchi qatlamda suv ta‘minoti va sanitariya infratuzilmasi, boshqa qatlamlarda esa ekologik, demografik va ijtimoiy-iqtisodiy ko‘rsatkichlar joylashtirilishi mumkin. Ushbu qatlamlarning o‘zaro ustma-ust tushirilishi natijasida kasallik xavfi yuqori bo‘lgan hududlarni kompleks baholash imkoniyati paydo bo‘ladi.

Hududiy differensial rejalashtirishda makon-vaqt tahlili ham katta ahamiyatga ega. Kasallikning faqat qayerda, balki qachon ko‘payayotganini aniqlash profilaktik tadbirlarning muddatini to‘g‘ri belgilash imkonini beradi. Masalan, agar ma‘lum hududda o‘tkir ichak infeksiyalari yoz oylarida ko‘payishi aniqlansa, sanitariya-ma‘rifiy tadbirlar, ichimlik suvi nazorati va laboratoriya monitoringini kasallanish

ko'tarilishidan oldin kuchaytirish mumkin. Shu tariqa GIS retrospektiv ma'lumotlarni tahlil qilish bilan birga, profilaktik tadbirlarni oldindan rejalashtirishga xizmat qiladi.

GIS asosida epidemiologik xavfni baholashda "issiq nuqtalar" (hot spot) tahlili ham qo'llanilishi mumkin. Ushbu usul kasallik holatlari geografik jihatdan tasodifiy taqsimlanganmi yoki ma'lum hududlarda statistik jihatdan ahamiyatli to'planish mavjudligini aniqlashga yordam beradi. Aniqlangan issiq nuqtalar profilaktik va epidemiyaga qarshi tadbirlarni birinchi navbatda yo'naltirish uchun ustuvor hududlar sifatida belgilanadi.

Profilaktik tadbirlarni hududiy differensial rejalashtirishda tibbiy resurslarni taqsimlash ham muhim hisoblanadi. Yuqori xavfli hududlarda epidemiologik brigadalar, laboratoriya diagnostikasi vositalari, dezinfeksiya vositalari, tibbiy xodimlar va sanitariya-ma'rifiy materiallarni ko'proq yo'naltirish mumkin. Past xavfli hududlarda esa resurslardan nisbatan kamroq intensiv foydalanib, umumiy profilaktika va monitoringni davom ettirish mumkin. Shu orqali mavjud moliyaviy, moddiy-texnik va inson resurslaridan oqilona foydalanishga erishiladi.

GIS texnologiyalari profilaktik tadbirlarning samaradorligini "oldin–keyin" tahlili orqali baholash imkonini ham beradi. Masalan, ma'lum hududda sanitariya-ma'rifiy kampaniya, suv ta'minotini yaxshilash yoki epidemiologik monitoring kuchaytirilishidan oldingi va keyingi kasallanish ko'rsatkichlari GIS xaritalari yordamida taqqoslanadi. Agar xavf zonalarining maydoni va kasallanish intensivligi kamaygan bo'lsa, amalga oshirilgan tadbirlarning samaradorligi to'g'risida xulosa chiqarish mumkin.

Zamonaviy GIS tizimlarini elektron sog'liqni saqlash platformalari, laboratoriya axborot tizimlari va epidemiologik monitoring ma'lumotlar bazalari bilan integratsiya qilish profilaktik ishlarning tezkorligini yanada oshiradi. Ma'lumotlarning avtomatik yangilanib borishi epidemiologik vaziyatni real vaqtga yaqin rejimda kuzatish, yangi xavf zonalarini aniqlash va tegishli profilaktik

choralarni tezkor rejalashtirish imkonini beradi. Bunday yondashuv sog'liqni saqlash tizimining reaktiv modeldan proaktiv modelga o'tishiga xizmat qiladi.

Shunday qilib, GAT asosida profilaktik tadbirlarni hududiy differensial rejalashtirish epidemiologik ma'lumotlarni geografik, demografik, ekologik va ijtimoiy omillar bilan integratsiyalashga asoslangan zamonaviy yondashuvdir. GIS yordamida kasallanishning hududiy va vaqt bo'yicha dinamikasi aniqlanadi, yuqori xavfli hududlar va aholi guruhlari belgilanadi, profilaktik resurslar ustuvor yo'nalishlarga taqsimlanadi hamda amalga oshirilgan tadbirlarning samaradorligi baholanadi. Natijada profilaktika tadbirlarining manzilliligi, tezkorligi va iqtisodiy samaradorligi oshadi. Ayniqsa, raqamli epidemiologik monitoring, elektron ma'lumotlar bazalari va GAT texnologiyalarining yagona tizimga integratsiyasi kasalliklarni erta aniqlash, epidemiologik xavfni prognozlash va dalillarga asoslangan boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun mustahkam axborot-analitik asos yaratadi.

4.7. Epidemiologik xavf xaritalarini yaratish va amaliyotga joriy etish

Epidemiologik xavf xaritalari zamonaviy epidemiologik nazorat va kasalliklar profilaktikasida hududiy xavflarni aniqlash, baholash, monitoring qilish hamda profilaktik va epidemiyaga qarshi tadbirlarni maqsadli rejalashtirish imkonini beruvchi muhim raqamli vositalardan biridir. Bunday xaritalar kasalliklarning hududiy tarqalishi, intensivligi va dinamikasini vizual tarzda ifodalash bilan bir qatorda, kasallanishga ta'sir etuvchi epidemiologik, demografik, ijtimoiy-iqtisodiy va ekologik omillarni kompleks baholash imkonini beradi. GIS texnologiyalarining rivojlanishi natijasida epidemiologik ma'lumotlarni geografik obyektlar bilan bog'lash, ularni turli qatlamlarda aks ettirish va hududlar bo'yicha xavf darajasini avtomatik baholash imkoniyati kengaydi.

Epidemiologik xavf xaritasini yaratishning birinchi bosqichi ma'lumotlarni yig'ish va tayyorlashdan iborat. Bunda kasallik holatlari soni, kasallanish ko'rsatkichlari, o'lim holatlari, kasallikning etiologik tarkibi, epidemik o'choqlar, laboratoriya tekshiruvlari natijalari, bemorlarning yosh va jins tarkibi, yashash joyi, kasallikning

boshlanish sanasi va boshqa epidemiologik ma'lumotlar to'planadi. Shu bilan birga, hududning demografik va geografik xususiyatlari, aholi zichligi, migratsiya, sanitariya holati, ichimlik suvi ta'minoti, kanalizatsiya tizimi, tibbiyot muassasalarining joylashuvi va ekologik ko'rsatkichlar ham ma'lumotlar bazasiga kiritilishi mumkin.

Yig'ilgan ma'lumotlarning sifati epidemiologik xaritaning ishonchliligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Shuning uchun GISga kiritishdan oldin ma'lumotlarni standartlashtirish, takroriy yozuvlarni aniqlash, yetishmayotgan ma'lumotlarni tekshirish, geografik koordinatalarni aniqlashtirish va vaqt ko'rsatkichlarini yagona formatga keltirish zarur. Kasallik holatlarini geografik obyektlarga bog'lashda bemorning aniq shaxsiy manzilini ochiq xaritada aks ettirishdan saqlanish, ma'lumotlarni anonimlashtirish va maxfiylik talablariga rioya qilish muhim hisoblanadi.

Keyingi bosqichda epidemiologik ma'lumotlar GIS platformasiga integratsiya qilinadi. Hududiy ma'lumotlar ma'muriy chegaralar, aholi punktlari, tibbiyot muassasalari, transport yo'llari, suv manbalari va boshqa geografik obyektlar bilan bog'lanadi. GISda har bir turdagi ma'lumot alohida tematik qatlam sifatida shakllantirilishi mumkin. Masalan, bir qatlamda kasallanish darajasi, ikkinchi qatlamda aholi zichligi, uchinchi qatlamda ichimlik suvi manbalari, to'rtinchi qatlamda tibbiyot muassasalari, beshinchi qatlamda sanitariya infratuzilmasi aks ettiriladi. Ushbu qatlamlarni birgalikda tahlil qilish epidemiologik xavfni kompleks baholash imkonini beradi.

Epidemiologik xavfni xaritalashda kasallanishning mutlaq sonidan ko'ra intensiv ko'rsatkichlardan foydalanish maqsadga muvofiq. Chunki aholisi ko'p bo'lgan hududda kasallik holatlarining soni tabiiy ravishda ko'proq bo'lishi mumkin. Hududlararo taqqoslash uchun odatda 1000, 10 000 yoki 100 000 aholiga nisbatan hisoblangan kasallanish ko'rsatkichi qo'llaniladi:

$$K = (\text{kasallik holatlari soni} / \text{hudud aholisi soni}) \times 100\,000.$$

Olingan ko'rsatkichlar GAT yordamida intervallarga ajratilib, hududlar xavf darajasiga ko'ra guruhlanadi. Masalan, kasallanish ko'rsatkichi past, o'rtacha, yuqori va juda yuqori bo'lgan hududlarni alohida toifalarga ajratish mumkin. Bunda xavf chegaralari kasallikning epidemiologik xususiyatlari, uzoq muddatli o'rtacha ko'rsatkichlar va hududlararo taqqoslash natijalariga asoslangan holda belgilanadi.

Epidemiologik xavf xaritalarining muhim turi — xavf zonalarini aks ettiruvchi kartogrammalardir. Bunday xaritalarda hududlar kasallanish darajasiga mos ravishda turli intensivlikdagi ranglar bilan belgilanadi. Natijada epidemiologik vaziyatning hududiy farqlari tez va aniq ko'rinadi. Bunday vizualizatsiya epidemiologlar, sanitariya-epidemiologiya mutaxassisleri va sog'liqni saqlash boshqaruvi xodimlariga katta hajmdagi statistik ma'lumotlarni qisqa vaqt ichida tushunish imkonini beradi.

Epidemiologik xavf xaritasini yanada takomillashtirish uchun ko'p omilli xavf modelidan foydalanish mumkin. Bunda kasallanish darajasi bilan bir qatorda aholi zichligi, sanitariya holati, suv ta'minoti, iqlim ko'rsatkichlari, migratsiya, tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyati va boshqa omillar hisobga olinadi. Har bir omilga uning epidemiologik ahamiyatiga mos vazn koeffitsiyenti berilib, umumiy xavf indeksi hisoblanadi. Masalan:

$$R = W_1X_1 + W_2X_2 + W_3X_3 + \dots + W_nX_n,$$

bu yerda R — umumiy epidemiologik xavf indeksi, X — alohida xavf omilining standartlashtirilgan qiymati, W — mazkur omilning vazn koeffitsiyenti.

Bunday model hududni faqat kasallanish darajasi bo'yicha emas, balki kasallik yuzaga kelishiga ta'sir qiluvchi omillarning umumiy yig'indisi asosida baholash imkonini beradi. Natijada profilaktik tadbirlar uchun yanada aniq ustuvor hududlar belgilanadi.

Epidemiologik xavf xaritalarini yaratishda “issiq nuqtalar” (hot spot) tahlili ham katta amaliy ahamiyatga ega. Ushbu usul kasallik holatlarining geografik jihatdan zich to'plangan hududlarini aniqlashga xizmat qiladi. Masalan, ma'lum bir hududda ichak infeksiyalari holatlarining tasodifiy emas, balki statistik jihatdan ahamiyatli

to'planishi aniqlansa, ushbu hudud epidemiologik tekshiruv va profilaktik tadbirlar uchun ustuvor zona sifatida belgilanadi. Issiq nuqtalarni aniqlash ayniqsa epidemik jarayonning dastlabki bosqichida tezkor choralar ko'rish uchun muhimdir.

Xaritalashning yana bir muhim yo'nalishi — makon-vaqt tahlilidir. Epidemiologik vaziyat doimiy ravishda o'zgarib turishi sababli bir martalik xarita yetarli emas. Ma'lumotlarni muntazam yangilash orqali kasalliklarning vaqt bo'yicha tarqalishini kuzatish, mavsumiy ko'tarilishlarni aniqlash va yangi xavf zonalarining shakllanishini baholash mumkin. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalarining yoz oylarida ko'payishi aniqlansa, ushbu davrdan oldin sanitariya-ma'rifiy tadbirlarni kuchaytirish, ichimlik suvi sifatini nazorat qilish va laboratoriya monitoringini kengaytirish mumkin.

Epidemiologik xavf xaritalarini amaliyotga joriy etish jarayonida xaritaning faqat vizual axborot vositasi bo'lib qolmasligi, balki boshqaruv qarorlarini qabul qilish mexanizmining bir qismiga aylanishi muhim. Yuqori xavfli hududlarda epidemiologik monitoringni kuchaytirish, laboratoriya tekshiruvlarini kengaytirish, sanitariya nazoratini faollashtirish, tibbiy brigadalar va profilaktik resurslarni qo'shimcha yo'naltirish mumkin. O'rta xavfli hududlarda xavf omillarini kamaytirishga qaratilgan tadbirlar kuchaytiriladi, past xavfli hududlarda esa standart profilaktik va monitoring choralari davom ettiriladi.

Xaritalarni amaliyotga joriy etishda interaktiv GIS platformalari alohida imkoniyat yaratadi. Bunday tizimlarda foydalanuvchi hudud, vaqt oralig'i, kasallik turi, yosh guruhi yoki boshqa parametrlarni tanlab, tegishli epidemiologik ma'lumotlarni xaritada ko'rishini mumkin. Elektron epidemiologik monitoring tizimi bilan integratsiya qilingan GIS platformasida yangi ma'lumotlar avtomatik ravishda yangilanib, epidemiologik vaziyatning joriy holatini ko'rsatishi mumkin. Bu esa epidemiologik xavflarni erta aniqlash va tezkor javob choralarini rejalashtirishga yordam beradi.

Epidemiologik xavf xaritalari profilaktik tadbirlarning samaradorligini baholash uchun ham qo'llaniladi. Muayyan hududda profilaktik tadbirlar amalga

oshirilishidan oldingi va keyingi kasallanish ko'rsatkichlari xaritalar orqali taqqoslanadi. Agar yuqori xavfli hududlar qisqarsa yoki kasallanish intensivligi pasaysa, amalga oshirilgan tadbirlarning epidemiologik samaradorligi baholanadi. Shu asosda keyingi profilaktik strategiyalarni takomillashtirish mumkin.

Bunday tizimlarni joriy etishda ma'lumotlar xavfsizligi va maxfiyligi ham muhim talab hisoblanadi. Epidemiologik xaritalarda shaxsni bevosita identifikatsiya qiluvchi ma'lumotlar ochiq ko'rsatilmasligi, ma'lumotlardan foydalanish huquqlari chegaralanishi, axborot xavfsizligi standartlari va tegishli qonunchilik talablariga rioya qilinishi kerak. Ayniqsa, kichik aholi punktlarida kasallik holatlarini haddan tashqari batafsil ko'rsatish shaxsni bilvosita aniqlash xavfini yuzaga keltirishi mumkin.

Umuman olganda, epidemiologik xavf xaritalarini yaratish va amaliyotga joriy etish sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirishning muhim yo'nalishlaridan biridir. GIS texnologiyalari yordamida epidemiologik ma'lumotlarni geografik, demografik, ekologik va ijtimoiy omillar bilan integratsiyalash, yuqori xavfli hududlarni aniqlash, kasalliklarning makon-vaqt dinamikasini baholash va profilaktik resurslarni maqsadli taqsimlash mumkin. Natijada epidemiologik nazoratning tezkorligi va aniqligi oshadi, profilaktik tadbirlar hududiy jihatdan differensiallashtiriladi hamda sog'liqni saqlash boshqaruvida dalillarga asoslangan qaror qabul qilish imkoniyatlari kengayadi. Shu sababli epidemiologik xavf xaritalari zamonaviy raqamli epidemiologiyaning amaliy vositasi sifatida kasalliklarni erta aniqlash, xavfni prognozlash va profilaktik tadbirlarni manzilli tashkil etishda muhim ahamiyat kasb etadi.

V BOB. RAQAMLI PROFILAKTIKA TIZIMIDA MA'LUMOTLAR XAVFSIZLIGI VA ETIK MASALALAR

5.1. Tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi va himoyasi

Sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirish jarayonida tibbiy ma'lumotlarni elektron shaklda yig'ish, saqlash, qayta ishlash va almashish imkoniyatlarining kengayishi tibbiy xizmatlarning tezkorligi va sifatini oshirish bilan birga, axborot

xavfsizligi va shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish masalasini ham dolzarb vazifaga aylantirmoqda. Bemorning sog'lig'i, tashxisi, laboratoriya tekshiruvlari natijalari, davolanish tarixi, genetik ma'lumotlari, dori vositalaridan foydalanishi va boshqa tibbiy ma'lumotlar shaxsga oid yuqori darajada maxfiy axborot hisoblanadi. Shu sababli raqamli sog'liqni saqlash tizimlarida bunday ma'lumotlarni himoya qilish nafaqat texnik, balki tibbiy-etika, huquqiy va tashkiliy jihatdan ham muhim hisoblanadi.

Tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi deganda bemor to'g'risidagi axborotdan faqat tegishli vakolatga ega bo'lgan shaxslar tomonidan belgilangan maqsadlarda foydalanilishi va uni bemorning roziligisiz yoki qonunchilikda nazarda tutilgan boshqa huquqiy asoslar bo'lmagan hollarda oshkor qilmaslik tushuniladi. Maxfiylikning asosiy maqsadi bemorning shaxsiy hayotini himoya qilish, uning sha'ni va qadr-qimmatiga zarar yetkazilishining oldini olish hamda tibbiyot xodimi va bemor o'rtasidagi ishonchni ta'minlashdan iborat.

Raqamli sog'liqni saqlash sharoitida tibbiy ma'lumotlar turli manbalardan shakllanadi. Bular elektron tibbiy kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, radiologik tasvirlar, elektron retseptlar, epidemiologik monitoring tizimlari, telemeditsina platformalari, mobil tibbiy ilovalar, taqiladigan qurilmalar va boshqa raqamli manbalardir. Ushbu tizimlarning o'zaro integratsiyasi tibbiy ma'lumotlardan kompleks foydalanish imkonini bersa-da, ma'lumotlarning ko'plab platformalar o'rtasida uzatilishi axborotning noqonuniy kirish, yo'qotish, o'zgartirish yoki oshkor bo'lish xavfini oshiradi.

Tibbiy ma'lumotlarni himoya qilishning muhim tamoyillaridan biri ma'lumotlarni minimallashtirish hisoblanadi. Bunda muayyan tibbiy yoki epidemiologik vazifani bajarish uchun zarur bo'lmagan shaxsiy ma'lumotlar yig'ilmasligi kerak. Masalan, epidemiologik tahlil uchun ayrim hollarda bemorning aniq ismi va familiyasiga ehtiyoj bo'lmashligi mumkin. Bunday vaziyatda shaxsni identifikatsiya qiluvchi ma'lumotlar o'rniga kodlangan yoki anonimlashtirilgan ma'lumotlardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Anonimlashtirish va psevdonimlashtirish epidemiologik tadqiqotlarda alohida ahamiyatga ega. Anonimlashtirish jarayonida shaxsni aniqlash imkonini beruvchi ma'lumotlar olib tashlanadi yoki shunday o'zgartiriladiki, ma'lumotni ma'lum bir shaxs bilan bog'lash amalda imkonsiz bo'ladi. Psevdonimlashtirishda esa shaxsning haqiqiy identifikatori maxsus kod bilan almashtiriladi, kodni qayta identifikatsiya qilish imkonini beruvchi kalit esa alohida va himoyalangan holda saqlanadi. Ushbu yondashuv ilmiy tadqiqot va epidemiologik monitoringda ma'lumotlardan foydalanish bilan birga shaxsiy hayotni himoya qilish imkonini beradi.

Tibbiy ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlashda kirish huquqlarini boshqarish asosiy mexanizmlardan biridir. Har bir foydalanuvchiga uning lavozimi va bajaradigan vazifasiga mos darajadagi kirish huquqi berilishi lozim. Masalan, shifokor bemorning klinik ma'lumotlariga kirish huquqiga ega bo'lishi mumkin, laboratoriya xodimi esa faqat laboratoriya natijalarini ko'rishi yoki tahrirlashi mumkin. Epidemiologga esa ma'lum hudud bo'yicha umumlashtirilgan epidemiologik ma'lumotlardan foydalanish imkoniyati berilishi mumkin. Bunday "eng kam zarur huquq" (least privilege) tamoyili ma'lumotlarga ortiqcha kirishning oldini oladi.

Foydalanuvchilarni ishonchli identifikatsiya qilish ham muhimdir. Elektron tibbiy tizimlarga kirishda kuchli parollardan foydalanish, ko'p bosqichli autentifikatsiyani joriy etish, foydalanuvchi faoliyatini qayd etish va muntazam ravishda kirish huquqlarini qayta ko'rib chiqish ma'lumotlar xavfsizligini oshiradi. Xodim tashkilotdan ketgan yoki lavozimi o'zgargan hollarda uning avvalgi tizimlarga kirish huquqi o'z vaqtida bekor qilinishi kerak.

Ma'lumotlarni shifrlash tibbiy axborotni himoya qilishning muhim texnik vositasidir. Ma'lumotlar saqlanayotgan va uzatilayotgan paytda shifrlanishi noqonuniy shaxslar tomonidan axborotdan foydalanish xavfini kamaytiradi. Ayniqsa, elektron tibbiy kartalar, laboratoriya natijalari va epidemiologik ma'lumotlarni tarmoqlar orqali uzatishda himoyalangan aloqa kanallaridan foydalanish zarur. Zaxira nusxalar ham shifrlangan va nazorat qilinadigan muhitda saqlanishi kerak.

Tibbiy ma'lumotlarni himoya qilish faqat texnik vositalar bilan cheklanmaydi. Tashkiliy xavfsizlik choralari ham muhim o'rin tutadi. Tibbiyot muassasasida ma'lumotlar bilan ishlashning ichki qoidalari ishlab chiqilishi, xodimlarning vakolatlari aniq belgilanib, maxfiylik bo'yicha muntazam o'quv mashg'ulotlari o'tkazilishi lozim. Xodimlar fishing xabarlari, zararli dasturlar, ijtimoiy muhandislik va boshqa kiberxavflarni aniqlash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

Tibbiy ma'lumotlarning himoyasida zaxiralash va avariya dan tiklash tizimi ham muhimdir. Texnik nosozlik, kiberhujum, tabiiy ofat yoki inson xatosi natijasida ma'lumotlar yo'qolishi mumkin. Shu sababli muhim ma'lumotlarning muntazam zaxira nusxalari yaratilishi, ular asosiy tizimdan alohida va himoyalangan muhitda saqlanishi hamda zarurat tug'ilganda tizimni qayta tiklash imkoniyati muntazam sinovdan o'tkazilishi lozim.

Epidemiologik monitoring tizimlarida maxfiylik masalasi yanada murakkab tus oladi. Chunki epidemiologik nazorat uchun kasallik holatlari to'g'risidagi ma'lumotlarni tezkor yig'ish va almashish zarur. Biroq kasallikning geografik joylashuvi, yoshi, jinsi va boshqa belgilarining birgalikda berilishi ayrim hollarda shaxsni bilvosita aniqlash imkonini yaratishi mumkin. Shu sababli epidemiologik xaritalarda ma'lumotlarni umumlashtirish, kichik guruhlar bo'yicha ma'lumotlarni cheklash va shaxsni bevosita identifikatsiya qiluvchi belgilarni olib tashlash muhimdir.

GIS texnologiyalaridan foydalanishda ham maxfiylikka alohida e'tibor berish zarur. Epidemiologik xavf xaritalarida bemorning aniq uy manzili yoki geografik koordinatasini ko'rsatish o'rniga ma'lumotlarni mahalla, tuman yoki boshqa mos geografik birliklar darajasida umumlashtirish mumkin. Bu epidemiologik vaziyatni baholash imkoniyatini saqlagan holda shaxsning identifikatsiya qilinish xavfini kamaytiradi.

Ilmiy tadqiqotlarda tibbiy ma'lumotlardan foydalanishda etik tamoyillar muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot ishtirokchilarining huquqlari, shaxsiy hayoti va manfaatlari himoya qilinishi kerak. Ma'lumotlardan foydalanish maqsadi oldindan

belgilanishi, zarur hollarda tegishli rozilik olinishi va tadqiqot davomida ma'lumotlarning maxfiyligi ta'minlanishi lozim. Ilmiy natijalarni e'lon qilishda alohida bemorni aniqlash imkonini beruvchi ma'lumotlar ochiq ko'rsatilmasligi kerak.

Raqamli sog'liqni saqlash tizimlarida ma'lumotlar yaxlitligi ham maxfiylik kabi muhimdir. Ma'lumotlarning himoyasi faqat ularni begona shaxslar ko'rishining oldini olish emas, balki ma'lumotlarning ruxsatsiz o'zgartirilishiga yo'l qo'ymaslikni ham nazarda tutadi. Masalan, laboratoriya natijalarining noqonuniy o'zgartirilishi bemorga noto'g'ri tashxis qo'yilishiga yoki epidemiologik vaziyatning noto'g'ri baholanishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli tizimlarda ma'lumotlarni kim kiritgani, o'zgartirgani yoki o'chirganini qayd etuvchi audit mexanizmlari bo'lishi kerak.

Tibbiy ma'lumotlarning xavfsizligini ta'minlashda muntazam axborot xavfsizligi auditi va xavflarni baholash tizimi tashkil etilishi lozim. Bunda mavjud axborot tizimlari, foydalanuvchi huquqlari, dasturiy ta'minot, tarmoq infratuzilmasi, zaxira nusxalar, ma'lumotlarni uzatish kanallari va xavfsizlik siyosati tekshiriladi. Aniqlangan zaifliklar bo'yicha tuzatish choralari ishlab chiqiladi.

Umuman olganda, tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi va himoyasi raqamli sog'liqni saqlash tizimining barqaror va ishonchli faoliyat yuritishining asosiy shartlaridan biridir. Elektron tibbiy kartalar, epidemiologik monitoring, GIS, laboratoriya axborot tizimlari va boshqa raqamli platformalardan samarali foydalanish bilan bir qatorda, ma'lumotlarning maxfiyligi, yaxlitligi va mavjudligini ta'minlash talab etiladi. Buning uchun anonimlashtirish va psevdonimlashtirish, kirish huquqlarini differensial boshqarish, autentifikatsiya, shifrlash, zaxiralash, audit, xodimlarni o'qitish va axborot xavfsizligi monitoringi kabi texnik va tashkiliy choralarni kompleks ravishda qo'llash zarur.

Shunday qilib, "maxfiylik — yaxlitlik — mavjudlik" tamoyillariga asoslangan axborot xavfsizligi modeli sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirishning ajralmas qismi hisoblanadi. Tibbiy ma'lumotlarning ishonchli himoyalaniishi bemorlarning

raqamli tibbiy xizmatlarga bo'lgan ishonchini mustahkamlaydi, epidemiologik monitoringning sifatini oshiradi va sog'liqni saqlash tizimida ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv qarorlarini xavfsiz amalga oshirish imkonini beradi.

5.2. Shaxsiy ma'lumotlarni raqamli tizimlarda himoyalash

Sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirish natijasida bemorlar, tibbiyot xodimlari va boshqa foydalanuvchilarga oid katta hajmdagi ma'lumotlarni elektron shaklda yig'ish, saqlash, qayta ishlash va almashish imkoniyati kengaymoqda. Elektron tibbiy kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, telemeditsina, mobil tibbiy ilovalar, epidemiologik monitoring platformalari, GIS tizimlari va elektron retseptlar sog'liqni saqlash xizmatlarining tezkorligi va samaradorligini oshirmoqda. Shu bilan birga, raqamli muhitda shaxsiy ma'lumotlarning ruxsatsiz foydalanilishi, o'zgartirilishi, yo'qolishi yoki oshkor bo'lish xavfi ham ortmoqda. Shu sababli shaxsiy ma'lumotlarni raqamli tizimlarda himoyalash zamonaviy sog'liqni saqlashning muhim tashkiliy, texnik va huquqiy vazifalaridan biridir.

Shaxsiy ma'lumotlar deganda bevosita yoki bilvosita muayyan jismoniy shaxsga taalluqli bo'lgan va uni aniqlash imkonini beradigan axborot tushuniladi. Bunga ism-familiya, tug'ilgan sana, telefon raqami, elektron pochta manzili, yashash joyi, pasport ma'lumotlari, biometrik belgilar, tibbiy ma'lumotlar va boshqa identifikatsiya qiluvchi ma'lumotlar kirishi mumkin. Sog'liqni saqlash sohasida esa shaxsiy ma'lumotlar tarkibida tashxis, laboratoriya tekshiruvlari natijalari, kasallik tarixi, davolash ma'lumotlari, genetik axborot va boshqa tibbiy ma'lumotlar ham mavjud bo'ladi. Bunday axborotlarning oshkor qilinishi shaxsning huquqlari va qonuniy manfaatlariga zarar yetkazishi mumkin.

Raqamli tizimlarda shaxsiy ma'lumotlarni himoyalashning asosiy maqsadi maxfiylik, yaxlitlik va mavjudlikni ta'minlashdan iborat. Maxfiylik ma'lumotlardan faqat tegishli vakolatga ega foydalanuvchilar foydalanishini anglatadi. Yaxlitlik ma'lumotlarning ruxsatsiz o'zgartirilishiga yo'l qo'ymaslikni bildiradi. Mavjudlik esa vakolatli foydalanuvchilar zarur vaqtda ma'lumotlardan foydalanish

imkoniyatiga ega bo'lishini nazarda tutadi. Ushbu uchta tamoyil birgalikda axborot xavfsizligining asosini tashkil etadi.

Shaxsiy ma'lumotlarni himoyalashning birinchi bosqichi ma'lumotlarni yig'ish jarayonini to'g'ri tashkil etish hisoblanadi. Raqamli tizimga faqat belgilangan vazifani bajarish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarni kiritish maqsadga muvofiq. Ortiqcha ma'lumotlarni yig'ish ma'lumotlar bazasining hajmini oshiradi va xavfsizlik xatarlarini ko'paytiradi. Masalan, epidemiologik monitoring uchun ayrim tahliliy vazifalarda bemorning to'liq ism-familiyasi talab qilinmasligi mumkin. Bunday vaziyatlarda umumlashtirilgan yoki kodlangan ma'lumotlardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Ma'lumotlarni minimallashtirish tamoyili ayniqsa ilmiy tadqiqotlar va epidemiologik monitoringda muhimdir. Tadqiqotchi yoki epidemiolog o'z faoliyati uchun zarur bo'lmagan shaxsiy identifikatorlardan foydalanmasligi kerak. Masalan, kasallanishning hududiy va yosh bo'yicha taqsimotini o'rganishda shaxsning aniq manzilini emas, balki ma'muriy hudud yoki mahalla darajasidagi umumlashtirilgan ma'lumotni ishlatish mumkin. Bu usul tahliliy qiymatni saqlab qolgan holda shaxsiy hayotni himoya qilish darajasini oshiradi.

Shaxsiy ma'lumotlarni himoyalashda anonimlashtirish va psevdonimlashtirish muhim texnologik yondashuvlar hisoblanadi. Anonimlashtirishda shaxsni aniqlash imkonini beruvchi belgilar olib tashlanadi yoki qayta ishlanadi. Psevdonimlashtirishda esa ism yoki boshqa identifikator maxsus kod bilan almashtiriladi. Masalan, bemorning ism-familiyasi o'rniga "P-00125" kabi identifikator qo'llanishi mumkin. Kodni haqiqiy shaxs bilan bog'lash imkonini beruvchi ma'lumotlar alohida va himoyalangan muhitda saqlanishi kerak.

Kirish huquqlarini boshqarish raqamli tizim xavfsizligining muhim elementidir. Har bir foydalanuvchi faqat o'zining xizmat vazifalarini bajarish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarga kirish imkoniyatiga ega bo'lishi kerak. Masalan, shifokor bemorning klinik ma'lumotlarini ko'rishi mumkin, laboratoriya xodimi esa laboratoriya natijalarini kiritish va tahlil qilish huquqiga ega bo'ladi. Epidemiologga esa hududiy

va umumlashtirilgan epidemiologik ma'lumotlardan foydalanish huquqi berilishi mumkin. Shu tariqa "eng kam zarur vakolat" tamoyili asosida ortiqcha kirishlarning oldi olinadi.

Foydalanuvchilarni ishonchli identifikatsiya qilish uchun kuchli parollar, ikki bosqichli yoki ko'p faktorli autentifikatsiya, elektron identifikatsiya vositalari va boshqa xavfsizlik mexanizmlaridan foydalanish mumkin. Foydalanuvchining tizimdagi harakatlarini qayd etish ham muhim. Kim ma'lumotga kirgani, qaysi ma'lumotni o'zgartirgani yoki yuklab olgani haqidagi ma'lumotlar audit jurnalida saqlanishi xavfsizlik buzilishlarini aniqlash va tekshirish imkonini beradi.

Shifrlash shaxsiy ma'lumotlarni himoyalashning eng muhim texnik vositalaridan biridir. Ma'lumotlar serverda saqlanayotgan vaqtda ham, bir tizimdan boshqasiga uzatilayotgan vaqtda ham himoyalangan bo'lishi kerak. Ayniqsa elektron tibbiy karta, laboratoriya natijalari yoki epidemiologik ma'lumotlarni internet orqali uzatishda xavfsiz aloqa protokollaridan foydalanish zarur. Shifrlangan ma'lumot ruxsatsiz shaxs tomonidan qo'lga kiritilgan taqdirda ham undan foydalanish imkoniyatini sezilarli darajada kamaytiradi.

Raqamli tizimlarda zaxira nusxalarini yaratish ham shaxsiy ma'lumotlarni himoyalashning muhim qismidir. Texnik nosozlik, zararli dastur, kiberhujum yoki inson xatosi sababli ma'lumotlar yo'qolishi mumkin. Shu sababli muhim ma'lumotlarning muntazam zaxira nusxalari yaratilishi, ular asosiy tizimdan alohida va himoyalangan muhitda saqlanishi lozim. Zaxira nusxalaridan tizimni tiklash imkoniyati ham muntazam tekshirib borilishi kerak.

Shaxsiy ma'lumotlarga tahdidlarning muhim manbalaridan biri ijtimoiy muhandislik va fishing hujumlari hisoblanadi. Bunday hujumlarda kiberjinoyatchilar tibbiyot xodimlarini aldash orqali login, parol yoki boshqa maxfiy ma'lumotlarni olishga urinadi. Masalan, xodimga tashkilot rahbari yoki texnik xizmat nomidan soxta elektron xat yuborilishi mumkin. Shu sababli tibbiyot xodimlarini axborot xavfsizligi bo'yicha muntazam o'qitish, shubhali havolalar va

fayllarni ochmaslik, parollarni begona shaxslarga bermaslik bo'yicha amaliy ko'nikmalarni shakllantirish zarur.

Sog'liqni saqlash tizimida GIS texnologiyalaridan foydalanishda shaxsiy ma'lumotlarni himoyalash alohida e'tibor talab qiladi. Epidemiologik xaritalarda bemorning aniq uy manzili yoki geografik koordinatasini ko'rsatish ayrim hollarda shaxsni bilvosita aniqlash imkonini beradi. Shu sababli ochiq yoki keng foydalanuvchilar uchun mo'ljallangan xaritalarda ma'lumotlarni tuman, mahalla yoki boshqa yirik hududiy birliklar darajasida umumlashtirish maqsadga muvofiq. Faqat vakolatli epidemiologik xizmatlar uchun mo'ljallangan yopiq tizimlarda esa batafsil ma'lumotlardan foydalanish mumkin.

Elektron epidemiologik monitoring tizimlarida shaxsiy ma'lumotlarni himoyalash bilan birga tezkor ma'lumot almashinuvi ham ta'minlanishi kerak. Buning uchun foydalanuvchilarning vakolatlari differensial belgilanadi, ma'lumotlar kodlanadi, uzatish kanallari himoyalanaadi va barcha muhim operatsiyalar qayd etiladi. Bu yondashuv epidemiologik vaziyatni tezkor baholash imkoniyatini saqlab qolgan holda bemorlarning shaxsiy ma'lumotlarini himoya qilishga xizmat qiladi.

Shaxsiy ma'lumotlarni himoyalashda huquqiy va tashkiliy mexanizmlar ham texnik choralar kabi muhimdir. Tibbiyot tashkilotlarida shaxsiy ma'lumotlar bilan ishlash tartibi, xodimlarning vakolatlari, ma'lumotlarni saqlash muddatlari, ulardan foydalanish va uchinchi tomonlarga taqdim etish qoidalari belgilangan ichki hujjatlar mavjud bo'lishi lozim. Xodimlar maxfiylik talablariga rioya qilish bo'yicha muntazam ravishda o'qitilishi va o'z vakolatlari doirasida ma'lumotlardan foydalanishi kerak.

Ilmiy tadqiqotlarda shaxsiy ma'lumotlardan foydalanish alohida ehtiyotkorlikni talab qiladi. Tadqiqot natijalarini e'lon qilishda bemorning shaxsini aniqlash imkonini beradigan ma'lumotlar oshkor qilinmasligi kerak. Statistik jadvallar, grafiklar va GIS xaritalarida kichik guruhlarini identifikatsiya qilish imkoniyatini cheklash, zarur hollarda ma'lumotlarni umumlashtirish yoki anonimlashtirish lozim.

Bu ilmiy tadqiqotlarning etik va axborot xavfsizligi talablariga mosligini ta'minlaydi.

Shaxsiy ma'lumotlarni himoyalashning samarali modeli "privacy by design" — loyihalash bosqichidanoq maxfiylikni ta'minlash tamoyiliga asoslanadi. Ya'ni yangi elektron tibbiy yoki epidemiologik tizim yaratilayotgan paytda xavfsizlik masalalari keyinchalik qo'shiladigan qo'shimcha funktsiya sifatida emas, balki tizim arxitekturasining ajralmas qismi sifatida ko'rib chiqilishi kerak. Bunda ma'lumotlarni minimallashtirish, shifrlash, kirish huquqlarini boshqarish, audit, anonimlashtirish va xavfsiz ma'lumot almashinuvi mexanizmlari dastlabki bosqichdan integratsiya qilinadi.

Umuman olganda, shaxsiy ma'lumotlarni raqamli tizimlarda himoyalash sog'liqni saqlashni raqamlashtirish jarayonining ajralmas tarkibiy qismidir. Elektron tibbiy kartalar, epidemiologik monitoring, GIS, telemeditsina va boshqa raqamli texnologiyalarning samaradorligi foydalanuvchilarning ma'lumotlar xavfsizligiga bo'lgan ishonchi bilan bevosita bog'liq. Shu sababli texnik himoya vositalari, ma'lumotlarni anonimlashtirish va shifrlash, kirish huquqlarini differensial boshqarish, muntazam audit, zaxiralash, xodimlarni o'qitish hamda huquqiy-tashkiliy choralarni yagona tizim sifatida qo'llash zarur.

Natijada shaxsiy ma'lumotlarni ishonchli himoyalash nafaqat bemorlarning huquq va manfaatlarini himoya qiladi, balki raqamli sog'liqni saqlash tizimining barqarorligi, tibbiyot xodimlari va bemorlar o'rtasidagi ishonch, epidemiologik monitoringning ishonchliligi hamda sog'liqni saqlash sohasida ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv qarorlarini xavfsiz qabul qilish uchun mustahkam asos yaratadi.

5.3. Kiberxavfsizlik va sog'liqni saqlash axborot tizimlari

Sog'liqni saqlash tizimining jadal raqamlashtirilishi tibbiy xizmatlarni tashkil etish, bemorlar haqidagi ma'lumotlarni boshqarish, epidemiologik monitoringni amalga oshirish, laboratoriya natijalarini qayta ishlash va boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda. Elektron tibbiy

kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, elektron retseptlar, telemeditsina platformalari, epidemiologik monitoring tizimlari, tibbiy mobil ilovalar va GIS texnologiyalarining keng joriy etilishi natijasida sogʻliqni saqlash tashkilotlarida katta hajmdagi raqamli maʼlumotlar shakllanmoqda. Ushbu jarayon bilan birga tibbiy axborotning maxfiyligi, yaxlitligi va mavjudligini taʼminlash, yaʼni kiberxavfsizlikni kuchaytirish zarurati ham ortib bormoqda.

Kiberxavfsizlik — axborot tizimlari, tarmoqlar, qurilmalar, dasturiy taʼminot va maʼlumotlarni ruxsatsiz kirish, oʻzgartirish, yoʻq qilish, bloklash yoki noqonuniy tarqatishdan himoya qilishga qaratilgan texnik, tashkiliy va huquqiy choralar majmuasidir. Sogʻliqni saqlashda kiberxavfsizlikning asosiy maqsadi uchta fundamental tamoyilni taʼminlashdan iborat: maxfiylik, yaxlitlik va mavjudlik. Maxfiylik tibbiy maʼlumotlardan faqat vakolatli shaxslar foydalanishini, yaxlitlik maʼlumotlarning ruxsatsiz oʻzgartirilmasligini, mavjudlik esa zarur vaqtda tibbiy axborot va tizimlardan foydalanish imkoniyatini anglatadi.

Sogʻliqni saqlash axborot tizimlari boshqa sohalardagi axborot tizimlariga nisbatan oʻziga xos xususiyatlarga ega. Ularda bemorning shaxsiy maʼlumotlari bilan bir qatorda tashxis, laboratoriya tekshiruvlari, davolash tarixi, dori vositalari, genetik maʼlumotlar va epidemiologik axborot kabi yuqori darajada maxfiy maʼlumotlar saqlanadi. Bundan tashqari, ushbu tizimlarning ishlashi toʻgʻridan-toʻgʻri bemor xavfsizligi bilan bogʻliq. Masalan, elektron tibbiy karta yoki laboratoriya tizimining ishlamay qolishi shifokorning bemor haqida zarur maʼlumotni oʻz vaqtida ololmasligiga olib kelishi mumkin.

Sogʻliqni saqlash axborot tizimlariga tahdidlar turli shakllarda namoyon boʻladi. Ularga zararli dasturlar, fishing, ransomware, parol oʻgʻirlanishi, ruxsatsiz kirish, maʼlumotlarning sizib chiqishi, ichki xodimlarning xatosi, dasturiy taʼminotdagi zaifliklar va tarmoq hujumlari kiradi. Ayniqsa ransomware, yaʼni maʼlumotlarni shifrlab, ularni qayta tiklash uchun toʻlov talab qiluvchi zararli dasturlar sogʻliqni saqlash tashkilotlari uchun jiddiy xavf tugʻdiradi. Bunday hujumlar natijasida

elektron tibbiy kartalar, laboratoriya ma'lumotlari yoki boshqa muhim tizimlar vaqtincha ishlamay qolishi mumkin.

Fishing hujumlari sog'liqni saqlash tashkilotlarida uchrashi mumkin bo'lgan keng tarqalgan tahdidlardan biridir. Bunda hujumchi o'zini tizim administratori, rahbar yoki ishonchli tashkilot vakili sifatida ko'rsatib, xodimdan login, parol yoki boshqa maxfiy ma'lumotlarni olishga urinadi. Shu sababli xodimlarning kiberxavfsizlik bo'yicha savodxonligini oshirish, shubhali elektron xatlar va havolalarni aniqlash ko'nikmalarini shakllantirish muhim profilaktik choralardan hisoblanadi.

Sog'liqni saqlash axborot tizimlarini himoyalashda birinchi navbatda kiberxavflarni aniqlash va baholash zarur. Bunda tashkilotda mavjud barcha axborot tizimlari, serverlar, kompyuterlar, tarmoq qurilmalari, mobil qurilmalar, ma'lumotlar bazalari va dasturiy ta'minot inventarizatsiya qilinadi. Har bir tizimda qanday ma'lumotlar saqlanishi, ularga kimlar kira olishi, ma'lumotlar qayerda uzatilishi va qanday xavflar mavjudligi aniqlanadi. Ushbu tahlil asosida ustuvor himoya choralari belgilash mumkin.

Kiberxavfsizlikning muhim tamoyillaridan biri kirish huquqlarini differensial boshqarishdir. Tibbiyot muassasasidagi barcha xodimlarga bir xil darajadagi vakolat berish xavfsizlik nuqtai nazaridan to'g'ri emas. Har bir foydalanuvchi faqat o'z vazifasini bajarish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlarga kirishi kerak. Masalan, shifokor bemorning klinik ma'lumotlariga, laboratoriya xodimi laboratoriya natijalariga, epidemiolog esa hududiy epidemiologik ma'lumotlarga kirish huquqiga ega bo'lishi mumkin. Xodimning lavozimi o'zgarganda yoki tashkilotdan ketganda uning kirish huquqlari o'z vaqtida qayta ko'rib chiqilishi yoki bekor qilinishi kerak.

Autentifikatsiya tizimga kim kirayotganini ishonchli aniqlash imkonini beradi. Kuchli parollar bilan bir qatorda ikki faktorli yoki ko'p faktorli autentifikatsiyadan foydalanish tavsiya etiladi. Bunda foydalanuvchi paroldan tashqari qo'shimcha tasdiqlash vositasidan, masalan, mobil qurilma kodi yoki boshqa autentifikatsiya mexanizmidan foydalanadi. Bu o'g'irlangan parol orqali tizimga noqonuniy kirish ehtimolini kamaytiradi.

Tibbiy axborotni himoyalashda shifrlash muhim texnik vosita hisoblanadi. Ma'lumotlar saqlanayotgan vaqtda ham, tarmoq orqali uzatilayotgan paytda ham shifrlanishi kerak. Elektron tibbiy kartalar, laboratoriya natijalari, epidemiologik ma'lumotlar va boshqa maxfiy axborotlarning himoyalangan aloqa kanallari orqali uzatilishi ma'lumotlarni ushlab qolish va noqonuniy foydalanish xavfini kamaytiradi.

Kiberxavfsizlik tizimining yana bir muhim elementi — zaxira nusxalarini yaratish. Muhim tibbiy ma'lumotlar muntazam ravishda zaxiralanishi va zaxira nusxalari asosiy tizimdan alohida, xavfsiz muhitda saqlanishi kerak. Bunda zaxira nusxalaridan foydalanib tizimni tezkor tiklash imkoniyati muntazam tekshiriladi. Ayniqsa ransomware yoki boshqa kiberhujumlar yuz berganda ishonchli zaxira nusxalari sog'liqni saqlash xizmatlarining uzluksizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Tizimlarni muntazam yangilash ham kiberxavfsizlikning asosiy talablaridan biridir. Operatsion tizimlar, serverlar, tibbiy dasturlar va tarmoq qurilmalarida aniqlangan xavfsizlik zaifliklari ishlab chiqaruvchilar tomonidan chiqarilgan yangilanishlar orqali bartaraf etilishi mumkin. Yangilanishlarni o'z vaqtida o'rnatmaslik hujumchilarga ma'lum zaifliklardan foydalanish imkonini beradi. Shu sababli tashkilotlarda dasturiy ta'minotni yangilash va zaifliklarni boshqarishning aniq tartibi bo'lishi kerak.

Sog'liqni saqlash tizimida audit va monitoring mexanizmlarining mavjudligi ham muhim. Tizimga kim kirgani, qanday ma'lumotlarni ko'rgani, o'zgartirgani yoki yuklab olgani qayd etilishi kerak. Shubhali faoliyat aniqlanganda tizim administratorlari va axborot xavfsizligi mutaxassislari tegishli choralarni ko'rishi mumkin. Bunday audit ma'lumotlari xavfsizlik hodisalarini tekshirish va takroriy hujumlarning oldini olish uchun ham xizmat qiladi.

Kiberxavfsizlik faqat texnik vositalar orqali ta'minlanmaydi. Inson omili ko'plab xavfsizlik hodisalarida muhim rol o'ynaydi. Shu sababli tibbiyot xodimlari uchun muntazam kiberxavfsizlik treninglarini tashkil etish zarur. Xodimlarga kuchli

parollardan foydalanish, maxfiy ma'lumotlarni begona shaxslarga bermaslik, noma'lum havolalarni ochmaslik, tashqi qurilmalardan xavfsiz foydalanish va shubhali holatlar to'g'risida mas'ul xodimga xabar berish qoidalari o'rgatilishi kerak.

Tibbiy qurilmalar va Internet of Medical Things (IoMT) rivojlanishi bilan kiberxavfsizlikning yangi yo'nalishlari ham shakllanmoqda. Yurak faoliyatini monitoring qiluvchi qurilmalar, masofaviy monitoring tizimlari, laboratoriya analizatorlari va boshqa tibbiy qurilmalar tarmoqqa ulangan bo'lishi mumkin. Agar bunday qurilmalarning dasturiy ta'minoti yoki tarmoq himoyasi yetarli bo'lmasa, ular orqali butun axborot tizimiga xavf tug'ilishi mumkin. Shuning uchun tibbiy qurilmalarni tarmoqqa ulashdan oldin ularning xavfsizlik imkoniyatlari baholanishi va muntazam yangilanib turishi zarur.

Epidemiologik monitoring va GIS tizimlarida ham kiberxavfsizlik alohida ahamiyatga ega. Epidemiologik ma'lumotlar ko'pincha turli tibbiyot muassasalari, laboratoriyalar va hududiy sog'liqni saqlash tashkilotlari o'rtasida almashiladi. Ushbu ma'lumotlar uzatilishida xavfsiz aloqa kanallaridan foydalanish, foydalanuvchilar vakolatlarini cheklash va ma'lumotlarni anonimlashtirish talab etiladi. GIS xaritalarida shaxsni bevosita yoki bilvosita aniqlash imkonini beradigan ma'lumotlarni ochiq ko'rsatishdan saqlanish kerak.

Kiberhujum sodir bo'lgan taqdirda insidentlarga javob berish rejasi oldindan ishlab chiqilgan bo'lishi kerak. Unda hujumni aniqlash, zararlangan tizimni izolyatsiya qilish, mas'ul shaxslarni xabardor qilish, ma'lumotlarni tiklash, xizmatlarni qayta ishga tushirish va hodisani tahlil qilish bosqichlari belgilanishi lozim. Bunday rejaning muntazam sinovdan o'tkazilishi favqulodda vaziyatlarda javob berish tezligini oshiradi.

Umuman olganda, sog'liqni saqlash axborot tizimlarida kiberxavfsizlikni ta'minlash texnik, tashkiliy, huquqiy va inson omillarini birlashtiruvchi kompleks yondashuvni talab qiladi. Elektron tibbiy kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, epidemiologik monitoring, GIS va telemeditsina platformalarining rivojlanishi bilan axborot

xavfsizligiga qo'yiladigan talablar ham ortib bormoqda. Shifrlash, ko'p faktorli autentifikatsiya, kirish huquqlarini boshqarish, muntazam yangilash, zaxiralash, audit, xodimlarni o'qitish va insidentlarga javob berish mexanizmlarining uyg'un qo'llanilishi tibbiy axborotni ishonchli himoya qilish imkonini beradi.

Shunday qilib, kiberxavfsizlik sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirishning qo'shimcha elementi emas, balki uning ajralmas tarkibiy qismi hisoblanadi. Ishonchli himoyalangan axborot tizimlari tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi va yaxlitligini saqlash, tibbiy xizmatlarning uzluksizligini ta'minlash, epidemiologik monitoring samaradorligini oshirish va sog'liqni saqlashda raqamli texnologiyalardan xavfsiz foydalanish uchun zarur shartdir.

VI BOB. KASALLIKLAR PROFILAKTİKASINI TAKOMILLASHTIRISHNING INTEGRATSIYALASHGAN RAQAMLI MODELI

6.1. Raqamli profilaktika tizimining konseptual modeli

Sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirish kasalliklarni oldini olish, epidemiologik vaziyatni monitoring qilish, xavf omillarini erta aniqlash va profilaktik tadbirlarni manzilli tashkil etishning yangi imkoniyatlarini yaratmoqda. An'anaviy profilaktika tizimlarida ma'lumotlarni yig'ish, tahlil qilish va boshqaruv qarorlarini qabul qilish jarayonlari ko'pincha bir-biridan ajratilgan holda amalga oshiriladi. Raqamli texnologiyalar esa ushbu jarayonlarni yagona axborot makonida birlashtirish, real vaqtga yaqin rejimda ma'lumot almashish, epidemiologik xavfni avtomatik baholash va profilaktik tadbirlarni individual hamda hududiy xavf darajasiga moslashtirish imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, raqamli profilaktika tizimining konseptual modeli kasalliklarning oldini olishni ma'lumotlarga asoslangan, proaktiv va integratsiyalashgan boshqaruv tizimiga aylantirishga qaratilgan.

Raqamli profilaktika tizimining asosiy maqsadi kasallik xavfini imkon qadar erta aniqlash, xavf omillarini baholash, yuqori xavfli aholi guruhlari va hududlarni aniqlash hamda profilaktik tadbirlarni o'z vaqtida va manzilli tashkil etishdan iborat.

Tizim nafaqat kasallik sodir bo'lgandan keyin javob choralarini ko'rishga, balki kasallik yuzaga kelishidan oldin xavfni aniqlash va uning oldini olishga yo'naltiriladi. Shu sababli raqamli profilaktika modeli reaktiv yondashuvdan proaktiv yondashuvga o'tishni ta'minlaydi.

Konseptual modelni shartli ravishda "ma'lumotlarni yig'ish – integratsiya – tahlil – xavfni baholash – qaror qabul qilish – profilaktik tadbir – natijani baholash" ketma-ketligidan iborat yopiq sikl sifatida ifodalash mumkin. Ushbu siklning har bir bosqichi yagona raqamli platforma bilan o'zaro bog'langan bo'lib, tizimdan olingan natijalar keyingi monitoring jarayoniga qayta kiritiladi.

Ma'lumotlarni yig'ish va raqamli manbalarni shakllantirish

Raqamli profilaktika tizimining birinchi komponenti turli manbalardan epidemiologik, klinik, demografik, laboratoriya, ekologik va ijtimoiy ma'lumotlarni yig'ishdan iborat. Bunday manbalarga elektron tibbiy kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, epidemiologik monitoring platformalari, emlash registrlari, sanitariya nazorati ma'lumotlari, GIS ma'lumotlari, statistik hisobotlar va zaruratga ko'ra mobil ilovalar yoki masofaviy monitoring qurilmalari kirishi mumkin.

Masalan, yuqumli kasalliklarning profilaktikasida bemorning yoshi, jinsi, yashash hududi, kasallikning aniqlangan sanasi, laboratoriya natijasi, epidemiologik anamnezi, kontaktlari va kasallikning klinik shakli kabi ma'lumotlar muhim hisoblanadi. Shu bilan birga, ichimlik suvi sifati, sanitariya holati, aholi zichligi, mavsumiylik, migratsiya va boshqa tashqi omillar ham tizimga integratsiya qilinishi mumkin.

Ma'lumotlarni integratsiyalash

Turli manbalardan keladigan ma'lumotlarning yagona raqamli muhitda birlashtirilishi konseptual modelning muhim qismidir. Ma'lumotlar standartlashtirilgan formatda saqlanishi va turli axborot tizimlari o'rtasida almashilishi uchun interoperabellik tamoyiliga amal qilinadi. Bu laboratoriya, klinik, epidemiologik va statistik ma'lumotlarni o'zaro bog'lash imkonini beradi.

Masalan, laboratoriya tizimida aniqlangan yuqumli kasallik holati avtomatik ravishda epidemiologik monitoring tizimiga uzatilishi, GIS platformasida tegishli hududga biriktirilishi va xavf tahliliga kiritilishi mumkin. Natijada ma'lumotlarni qo'lda qayta kiritish kamayadi, xatoliklar qisqaradi va epidemiologik vaziyatni baholash tezlashadi.

Epidemiologik ma'lumotlarni tahlil qilish

Integratsiyalangan ma'lumotlar statistik va analitik usullar yordamida qayta ishlanadi. Bunda kasallanish darajasi, o'sish sur'ati, mavsumiylik, hududiy taqsimlanish, yosh va jins bo'yicha farqlar, epidemiologik xavf omillari hamda kasalliklar o'rtasidagi bog'liqliklar aniqlanadi.

Raqamli tizimda ma'lumotlarni avtomatlashtirilgan tarzda tahlil qilish epidemiologning vaqtini tejaydi va katta hajmdagi ma'lumotlarni qisqa vaqt ichida qayta ishlash imkonini beradi. Zaruratga ko'ra statistik modellar, mashinaviy o'rganish algoritmlari va prognozlash usullaridan foydalanib, kasallanishning kelajakdagi ehtimoliy dinamikasini baholash mumkin.

Epidemiologik xavfni baholash va stratifikatsiya qilish

Konseptual modelning markaziy komponentlaridan biri — xavfni stratifikatsiya qilish, ya'ni aholi va hududlarni epidemiologik xavf darajasiga ko'ra guruhlashdir. Bunda kasallanish intensivligi, xavf omillarining mavjudligi, laboratoriya natijalari, aholi zichligi, sanitariya holati, mavsumiylik va boshqa ko'rsatkichlar hisobga olinadi.

Hududlar, masalan, past, o'rta, yuqori va juda yuqori xavf guruhlariga ajratilishi mumkin. Yuqori xavfli hududlarda profilaktik va epidemiyaga qarshi tadbirlar kuchaytiriladi, laboratoriya monitoringi kengaytiriladi va resurslar ustuvor tarzda yo'naltiriladi. Past xavfli hududlarda esa standart profilaktik monitoring davom ettiriladi. Bunday differensial yondashuv resurslardan samarali foydalanishga yordam beradi.

GAT va makoniy tahlil: Raqamli profilaktika tizimining muhim komponentlaridan biri GIS texnologiyalaridir. GIS yordamida kasalliklarning hududiy tarqalishi, xavf zonaları, epidemiologik o'choqlar, tibbiyot muassasalari va boshqa muhim obyektlar xaritalanadi. Kasallanish ko'rsatkichlari va xavf omillarining geografik qatlamlari birlashtirilib, epidemiologik xavf xaritalari yaratiladi.

GIS orqali "issiq nuqtalar"ni aniqlash, kasalliklarning makon-vaqt dinamikasini kuzatish va profilaktik tadbirlarni eng zarur hududlarga yo'naltirish mumkin. Masalan, ma'lum hududda ichak infeksiyalari ko'payishi ichimlik suvi sifati yoki sanitariya sharoitlari bilan bog'liqligi aniqlansa, profilaktik choralar aynan shu hududga yo'naltiriladi.

Qarorlarni qo'llab-quvvatlash: Raqamli profilaktika tizimi faqat ma'lumotlarni saqlovchi platforma emas, balki qarorlarni qo'llab-quvvatlovchi axborot-analitik tizim sifatida faoliyat yuritishi kerak. Tizim epidemiologik vaziyat asosida mas'ul mutaxassislariga xavf darajasi, ustuvor hududlar, xavf guruhlari va tavsiya etiladigan profilaktik choralar haqida avtomatlashtirilgan axborot berishi mumkin.

Masalan, kasallanish ko'rsatkichi belgilangan epidemiologik chegaradan oshganida tizim avtomatik signal shakllantirishi mumkin. Ushbu signal asosida hududiy epidemiologik tekshiruv, laboratoriya nazoratini kuchaytirish, sanitariya-ma'rifiy tadbirlarni kengaytirish yoki boshqa profilaktik choralarni boshlash bo'yicha qaror qabul qilinadi.

Profilaktik tadbirlarni amalga oshirish: Raqamli profilaktika modelida aniqlangan xavfga mos ravishda manzilli profilaktik tadbirlar amalga oshiriladi. Yuqumli kasalliklarda bunday tadbirlarga epidemiologik o'choqlarni aniqlash, kontaktlarni kuzatish, laboratoriya tekshiruvlarini kengaytirish, sanitariya-gigiyena tadbirlarini kuchaytirish, immunoprofilaktika, dezinfeksiya va sanitariya-ma'rifiy ishlar kirishi mumkin.

Profilaktik tadbirlar individual, guruhliy va hududiy darajada tashkil etiladi. Yuqori xavfli guruhlar uchun maqsadli profilaktika, yuqori xavfli hududlar uchun esa hududiy epidemiologik nazorat va sanitariya tadbirlari kuchaytiriladi.

Aholining raqamli profilaktikaga jalb etilishi

Zamonaviy raqamli profilaktika tizimida aholi ham faol ishtirokchi sifatida qaraladi. Mobil ilovalar, elektron bildirishnomalar, SMS-xabarlar va boshqa raqamli kommunikatsiya vositalari orqali aholiga kasalliklarning oldini olish, emlash, sanitariya-gigiyena qoidalari va epidemiologik vaziyat haqida maqsadli axborot berish mumkin.

Masalan, ma'lum hududda ichak infeksiyalari xavfi oshganda, aholiga ichimlik suvini xavfsiz iste'mol qilish, oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash va shaxsiy gigiyenaga rioya qilish bo'yicha tezkor tavsiyalar yuborilishi mumkin. Bu yondashuv profilaktikaning faqat tibbiyot tizimi doirasida emas, balki aholi ishtirokida amalga oshirilishini ta'minlaydi.

Monitoring va samaradorlikni baholash: Raqamli profilaktika tizimining yakuniy komponenti amalga oshirilgan tadbirlarning natijalarini baholashdan iborat. Profilaktik choralardan oldingi va keyingi kasallanish ko'rsatkichlari, xavf zonalarining o'zgarishi, laboratoriya tasdiqlangan holatlar soni va boshqa indikatorlar taqqoslanadi.

Agar ma'lum hududda profilaktik tadbirlardan keyin kasallanish darajasi pasaysa, ushbu tadbirlarning samaradorligi baholanadi. Aksincha, kutilgan natija kuzatilmasa, tizimdagi yangi ma'lumotlar asosida xavf omillari qayta tahlil qilinib, profilaktik strategiya takomillashtiriladi. Shu tariqa tizim uzluksiz takomillashib boruvchi boshqaruv sikli asosida ishlaydi.

Raqamli profilaktika tizimining konseptual modelida axborot xavfsizligi va shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish barcha komponentlarni kesib o'tuvchi majburiy tamoyil sifatida qaraladi. Elektron tibbiy va epidemiologik ma'lumotlardan foydalanishda ma'lumotlarni minimallashtirish, anonimlashtirish yoki psevdonimlashtirish, foydalanuvchilarning kirish huquqlarini differensial boshqarish, autentifikatsiya, shifrlash va audit mexanizmlarini qo'llash zarur. Ayniqsa GIS xaritalarida bemorni bevosita yoki bilvosita aniqlash imkonini beruvchi ma'lumotlarning oshkor bo'lishiga yo'l qo'ymaslik muhimdir.

Raqamli profilaktika tizimining umumiy konseptual modeli quyidagi ketma-ketlikda ifodalanishi mumkin:

Ma'lumot manbalari → Elektron ma'lumotlar bazasi → Integratsiya va standartlashtirish → Statistik/GIS tahlil → Epidemiologik xavfni baholash → Prognozlash → Qarorlarni qo'llab-quvvatlash → Manzilli profilaktik tadbirlar → Natijalarni monitoring qilish → Qayta tahlil.

Mazkur modelning asosiy afzalligi shundaki, u profilaktik jarayonning barcha bosqichlarini yagona raqamli muhitga birlashtiradi. Natijada epidemiologik ma'lumotlarni yig'ish va tahlil qilish tezlashadi, yuqori xavfli hududlar va aholi guruhlarini aniqlash imkoniyati oshadi, profilaktik resurslar maqsadli taqsimlanadi va boshqaruv qarorlari real epidemiologik ma'lumotlarga asoslanadi.

Xulosa qilib aytganda, raqamli profilaktika tizimining konseptual modeli sog'liqni saqlashda profilaktik faoliyatni an'anaviy reaktiv yondashuvdan ma'lumotlarga asoslangan, proaktiv va hududiy differensial yondashuvga o'tkazishga xizmat qiladi. Elektron ma'lumotlar bazalari, epidemiologik monitoring, GIS, prognozlash, sun'iy intellekt elementlari, qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimlari va raqamli kommunikatsiya vositalarining integratsiyasi kasalliklarni erta aniqlash va oldini olish samaradorligini oshiradi. Shu bilan birga, tizimning barqaror ishlashi uchun ma'lumotlar sifati, interoperabellik, kiberxavfsizlik, shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish va tibbiyot xodimlarining raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish asosiy shartlar bo'lib qoladi.

6.2. Elektron tibbiy ma'lumotlar, GIS va sun'iy intellektning integratsiyasi

Sog'liqni saqlash tizimining raqamli transformatsiyasi natijasida elektron tibbiy ma'lumotlar, geografik axborot tizimlari (GIS) va sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining o'zaro integratsiyasi kasalliklarni profilaktika qilish, epidemiologik nazoratni takomillashtirish, xavf guruhlarini aniqlash va boshqaruv qarorlarini qo'llab-quvvatlashning istiqbolli yo'nalishiga aylanmoqda. Ushbu texnologiyalarning har biri alohida muhim vazifalarni bajaradi: elektron tibbiy ma'lumotlar bemorning klinik va epidemiologik holati haqida axborot beradi, GIS

ma'lumotlarning hududiy va makon-vaqt xususiyatlarini tahlil qiladi, sun'iy intellekt esa katta hajmdagi ma'lumotlardan murakkab qonuniyatlarni aniqlash, xavfni prognozlash va qaror qabul qilish jarayonini qo'llab-quvvatlash imkonini beradi. Ularning yagona raqamli ekotizimda birlashtirilishi profilaktik tibbiyot va epidemiologiyada ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv modelini shakllantiradi.

Elektron tibbiy ma'lumotlar ushbu integratsiyaning asosiy axborot manbai hisoblanadi. Elektron tibbiy kartalarda bemorning yoshi, jinsi, tashxisi, laboratoriya natijalari, davolash tarixi, emlash holati, murojaatlari va boshqa klinik ko'rsatkichlar saqlanishi mumkin. Epidemiologik monitoring tizimlarida esa kasallikning aniqlangan sanasi, yashash hududi, ehtimoliy yuqish omillari, laboratoriya tasdig'i va epidemik o'choq bilan bog'liq ma'lumotlar shakllantiriladi. Ushbu ma'lumotlar standartlashtirilgan holda yig'ilsa, keyinchalik statistik, geografik va intellektual tahlil uchun yagona ma'lumotlar bazasini yaratish imkoniyati paydo bo'ladi.

Elektron ma'lumotlarni GAT bilan integratsiya qilish orqali kasallik holatlari geografik koordinatalar yoki ma'muriy-hududiy birliklar bilan bog'lanadi. Bunda bemorning aniq manzilini ochiq xaritada ko'rsatish o'rniga, maxfiylikni ta'minlash maqsadida ma'lumotlarni mahalla, tuman yoki boshqa geografik birlik darajasida umumlashtirish mumkin. Natijada kasalliklarning hududiy tarqalishini aks ettiruvchi tematik xaritalar, epidemiologik xavf zonalari va "issiq nuqtalar" shakllantiriladi.

GATning asosiy afzalligi — epidemiologik ma'lumotlarning makoniy komponentini ochib berishidir. Oddiy statistik jadval kasallik holatlari sonini ko'rsatishi mumkin, biroq ushbu holatlarning qayerda to'planayotganini, qaysi hududlarda xavf yuqoriligini va kasallanish bilan hududiy omillar o'rtasidagi bog'liqlikni to'liq ko'rsatib bera olmaydi. GIS esa kasallanish ma'lumotlarini aholi zichligi, sanitariya infratuzilmasi, ichimlik suvi manbalari, tibbiyot muassasalari, ekologik omillar, transport yo'llari va boshqa geografik qatlamlar bilan birgalikda tahlil qilish imkonini beradi.

Sun'iy intellekt integratsiyaning analitik komponentini kuchaytiradi. SI algoritmlari katta hajmdagi elektron tibbiy va epidemiologik ma'lumotlardan inson ko'zi bilan

aniqlash qiyin bo'lgan qonuniyatlarni topishi mumkin. Mashinaviy o'rganish yordamida kasallanish xavfini baholash, xavf guruhlarini stratifikatsiya qilish, kasalliklarning mavsumiy dinamikasini prognozlash va epidemiologik vaziyatning ehtimoliy rivojlanish ssenariylarini modellashtirish mumkin.

Elektron tibbiy ma'lumotlar, GAT va SI integratsiyasini shartli ravishda "ma'lumotlar – geografik tahlil – intellektual tahlil – prognoz – qaror" zanjiri sifatida ifodalash mumkin. Elektron tizimlardan olingan ma'lumotlar dastlab yagona ma'lumotlar bazasida standartlashtiriladi. Keyin ular GIS orqali hududiy komponent bilan bog'lanadi. SI algoritmlari ushbu ma'lumotlarni qayta ishlab, epidemiologik xavfni aniqlaydi va prognoz modelini shakllantiradi. Olingan natijalar esa sog'liqni saqlash mutaxassislariga profilaktik va epidemiyaga qarshi choralarni rejalashtirishda yordam beradi.

Bunday integratsiyaning muhim yo'nalishlaridan biri epidemiologik xavfni prognozlashdir. Masalan, ma'lum hududda so'nggi yillardagi kasallanish ko'rsatkichlari, mavsumiylik, aholi zichligi, meteorologik ko'rsatkichlar, sanitariya holati va laboratoriya natijalari mavjud bo'lsa, SI algoritmi ushbu omillar asosida kasallanishning kelajakdagi ehtimoliy o'zgarishini baholashi mumkin. GIS esa prognoz natijasini xaritada ko'rsatib, qaysi hududlarda xavf ortishi mumkinligini vizual tarzda ifodalash imkonini beradi.

O'tkir ichak infeksiyalari misolida bunday tizimning amaliy imkoniyatlarini ko'rish mumkin. Elektron tibbiy va laboratoriya ma'lumotlaridan kasallik holatlari, bemorlarning yosh guruhlarini, etiologik agentlar va laboratoriya natijalari olinadi. Ushbu ma'lumotlar GIS orqali hududlar bilan bog'lanadi. Ichimlik suvi sifati, sanitariya holati, aholi zichligi va mavsumiy omillar qo'shiladi. SI modeli esa mazkur omillar asosida yuqori xavfli hududlarni aniqlashi yoki kasallanishning ehtimoliy o'sishini prognoz qilishi mumkin. Natijada epidemiologik xizmat profilaktik tadbirlarni kasallanish keng tarqalishidan oldin ustuvor hududlarga yo'naltirishi mumkin.

Integratsiyalashgan tizimda erta ogohlantirish mexanizmini shakllantirish ham mumkin. Agar elektron epidemiologik monitoring tizimida ma'lum kasallik bo'yicha holatlar soni kutilgan epidemiologik chegaradan oshsa, tizim avtomatik ravishda signal shakllantiradi. GIS ushbu o'zgarishning geografik joylashuvini aniqlaydi, SI esa mavjud ma'lumotlar asosida o'sishning tasodifiy yoki epidemiologik jihatdan muhim ekanini baholashga yordam beradi. Shu asosda epidemiologik tekshiruv va profilaktik choralarni tezlashtirish mumkin.

Bunday tizim profilaktik tadbirlarni hududiy differensiallashtirish uchun ham katta imkoniyat yaratadi. Masalan, past xavfli hududlarda umumiy sanitariya-ma'rifiy tadbirlar va standart monitoring davom ettirilsa, yuqori xavfli hududlarda laboratoriya nazorati, sanitariya tekshiruvlari, epidemiologik kuzatuv va boshqa choralar kuchaytirilishi mumkin. Shu tariqa sog'liqni saqlash resurslari kasallik xavfi eng yuqori bo'lgan hududlarga maqsadli yo'naltiriladi.

Elektron tibbiy ma'lumotlar, GAT va SI integratsiyasining yana bir muhim yo'nalishi aholi guruhlarini xavf bo'yicha stratifikatsiya qilishdir. Yosh, jins, mavjud kasalliklar, emlash holati, yashash hududi, epidemiologik anamnez va boshqa omillar asosida yuqori xavfli guruhlar aniqlanishi mumkin. Bunda SI modeli xavf ko'rsatkichlarini hisoblashga yordam beradi, GIS esa ushbu guruhlarining hududiy joylashuvini ko'rsatadi. Natijada profilaktik tadbirlar faqat hududga emas, balki aniq xavf guruhlariga ham yo'naltiriladi.

Integratsiya jarayonining samaradorligi ma'lumotlar sifati va interoperabelligiga bevosita bog'liq. Turli tibbiyot muassasalarida ma'lumotlarni turlicha formatda saqlash, takroriy yozuvlar, yetishmayotgan ma'lumotlar va kodlashdagi farqlar SI modellarining aniqligini pasaytirishi mumkin. Shu sababli yagona ma'lumotlar standartlari, identifikatorlar, kodlash tizimlari va axborot almashinuvi protokollaridan foydalanish muhim. Ma'lumotlar bazasi qanchalik sifatli va standartlashtirilgan bo'lsa, GIS tahlili va SI prognozlarining ishonchliligi shunchalik yuqori bo'ladi.

Shu bilan birga, SI tomonidan berilgan prognoz yoki xavf bahosi yakuniy klinik yoki epidemiologik qaror o'rnini bosa olmaydi. Sun'iy intellekt modeli ma'lumotlar asosida tavsiya yoki prognoz beradi, yakuniy qaror esa malakali tibbiyot va epidemiologiya mutaxassislari tomonidan qabul qilinishi kerak. Bu yondashuv "inson nazorati ostidagi sun'iy intellekt" tamoyiliga mos keladi. Model natijalarining izohlanishi, xatolik ehtimoli va qo'llanilgan ma'lumotlarning sifati ham mutaxassis tomonidan baholanishi lozim.

Axborot xavfsizligi va shaxsiy ma'lumotlarni himoyalash integratsiyalashgan tizimning ajralmas qismi hisoblanadi. Elektron tibbiy ma'lumotlar yuqori darajada maxfiy bo'lgani sababli ularni anonimlashtirish yoki psevdonimlashtirish, foydalanuvchilarning kirish huquqlarini differensial boshqarish, ma'lumotlarni shifrlash va tizimdagi harakatlarni audit qilish talab etiladi. GIS xaritalarida shaxsni aniqlash imkonini beruvchi aniq geografik ma'lumotlarni cheklash, SI modellarini o'qitishda esa ma'lumotlarning maxfiyligi va etik talablarini ta'minlash zarur.

Elektron tibbiy ma'lumotlar, GAT va SI integratsiyasi sog'liqni saqlash tizimida raqamli epidemiologik boshqaruv platformasini shakllantirish uchun asos bo'lishi mumkin. Bunday platforma elektron tibbiy ma'lumotlarni qabul qiladi, ularni standartlashtiradi, GIS yordamida hududiy tahlil qiladi, SI algoritmlari orqali xavfni baholaydi va natijalarni interaktiv boshqaruv paneli yoki epidemiologik xarita shaklida taqdim etadi. Mas'ul mutaxassislari esa ushbu ma'lumotlardan profilaktik tadbirlarni rejalashtirish va resurslarni taqsimlashda foydalanadi.

Mazkur integratsiyaning natijasi sifatida sog'liqni saqlash tizimida dalillarga asoslangan va proaktiv boshqaruv shakllanadi. Kasallik holatlari faqat qayd etilibgina qolmay, ularning hududiy tarqalishi, xavf omillari va kelajakdagi ehtimoliy dinamikasi ham baholanadi. Bu esa epidemik jarayonlarni erta aniqlash, yuqori xavfli hududlarni oldindan belgilash, profilaktik tadbirlarni o'z vaqtida boshlash va mavjud resurslardan samarali foydalanish imkonini beradi.

Xulosa qilib aytganda, elektron tibbiy ma'lumotlar, GAT va sun'iy intellektning integratsiyasi raqamli sog'liqni saqlashning istiqbolli yo'nalishlaridan biri bo'lib, u

“ma’lumotlarni yig‘ish → integratsiya → hududiy tahlil → intellektual tahlil → prognoz → qaror → profilaktika → monitoring” uzluksiz siklini shakllantiradi. Ushbu yondashuv kasalliklarni erta aniqlash, epidemiologik xavfni prognozlash, yuqori xavfli hudud va guruhlarini aniqlash hamda profilaktik tadbirlarni manzilli rejalashtirish imkoniyatlarini kengaytiradi. Biroq tizimning samaradorligi ma’lumotlar sifati, interoperabellik, algoritmlarning validatsiyasi, axborot xavfsizligi, shaxsiy ma’lumotlarni himoyalash va malakali mutaxassislarining nazorati bilan chambarchas bog‘liq. Shuning uchun mazkur uch texnologiyani yagona raqamli ekotizimga integratsiya qilish sog‘liqni saqlash tizimini reaktiv boshqaruvdan proaktiv va prognozga asoslangan profilaktik boshqaruvga o‘tkazishning muhim sharti hisoblanadi.

6.3. Profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish algoritmi

Sog‘liqni saqlash tizimida kasalliklarning oldini olishga qaratilgan profilaktik tadbirlarni bir xil shaklda barcha hududlar va aholi guruhlariga tatbiq etish har doim ham yuqori samaradorlikni ta’minlamaydi. Hududlarning epidemiologik vaziyati, aholi tarkibi, kasalliklarning tarqalish darajasi, xavf omillari, sanitariya-gigiyena sharoitlari, tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyati va mavjud resurslar bir-biridan farq qiladi. Shu sababli zamonaviy profilaktik tibbiyotda profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish, ya’ni xavf darajasiga qarab turli hudud va aholi guruhlarini uchun moslashtirilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish algoritmi — epidemiologik va tibbiy ma’lumotlarni izchil yig‘ish, qayta ishlash, xavfni baholash, hudud va aholi guruhlarini stratifikatsiya qilish, mos profilaktik choralarni tanlash, resurslarni taqsimlash va natijalarni baholashga asoslangan ketma-ket jarayondir. Mazkur algoritmning asosiy maqsadi profilaktik resurslarni kasallik xavfi eng yuqori bo‘lgan hudud va guruhlariga ustuvor yo‘naltirish hamda profilaktika samaradorligini oshirishdan iborat.

Algoritmnining birinchi bosqichi — epidemiologik ma'lumotlarni yig'ish. Bunda kasallanish va o'lim ko'rsatkichlari, kasalliklarning mavsumiyligi, yosh-jins tarkibi, laboratoriya tasdiqlangan holatlar, epidemiologik o'choqlar, xavf omillari, emlash holati, sanitariya-gigiyena sharoitlari va tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar yig'iladi. Raqamli sog'liqni saqlash sharoitida ushbu ma'lumotlar elektron tibbiy kartalar, laboratoriya axborot tizimlari, epidemiologik monitoring platformalari, emlash registrlari va boshqa raqamli manbalardan avtomatik yoki yarim avtomatik tarzda olinishi mumkin.

Ikkinchi bosqichda yig'ilgan ma'lumotlarning sifati va to'liqligi baholanadi. Ma'lumotlarda takroriy yozuvlar, yetishmayotgan qiymatlar, noto'g'ri kiritilgan ko'rsatkichlar yoki turli tizimlarda bir xil ma'lumotlarning turlicha kodlanganligi aniqlanishi mumkin. Shuning uchun ma'lumotlarni standartlashtirish, tekshirish va zarur hollarda tozalash amalga oshiriladi. Sifatli ma'lumotlar keyingi epidemiologik tahlil va xavfni baholashning ishonchliligini ta'minlaydi.

Uchinchi bosqich — epidemiologik xavfni baholash. Ushbu bosqichda kasallanish darajasi, kasallikning o'sish sur'ati, mavsumiylik, laboratoriya tasdiqlanish darajasi, epidemiologik o'choqlar soni, yuqish omillari va boshqa ko'rsatkichlar tahlil qilinadi. Zaruratga ko'ra statistik modellar, regressiya tahlili, korrelyatsiya, vaqt qatorlari va prognozlash usullaridan foydalaniladi.

Epidemiologik xavfni kompleks baholash uchun xavf indeksi shakllantirilishi mumkin. Masalan:

$$\text{Xavf indeksi} = w_1K_1 + w_2K_2 + w_3K_3 + \dots + w_nK_n$$

bu yerda $K_1, K_2, K_3 \dots K_n$ — epidemiologik xavfni tavsiflovchi ko'rsatkichlar, $w_1, w_2, w_3 \dots w_n$ esa ularning nisbiy og'irlik koeffitsiyentlaridir. Bunday yondashuv bir nechta epidemiologik omillarni yagona integral ko'rsatkichga birlashtirish imkonini beradi.

To'rtinchi bosqichda hududlar va aholi guruhleri epidemiologik xavf darajasiga ko'ra stratifikatsiya qilinadi. Amaliyotda ular shartli ravishda past, o'rta, yuqori va juda yuqori xavf guruhlariga ajratilishi mumkin. Masalan, past xavfli hududlarda

kasallanish ko'rsatkichi barqaror va xavf omillari minimal bo'lsa, juda yuqori xavfli hududlarda kasallanishning keskin o'sishi, epidemik o'choqlarning mavjudligi yoki bir nechta xavf omillarining birgalikda kuzatilishi mumkin.

GIS texnologiyalari ushbu bosqichda muhim ahamiyatga ega. Epidemiologik xavf ko'rsatkichlari xaritaga tushirilib, "past xavf", "o'rta xavf", "yuqori xavf" va "juda yuqori xavf" zonalarini shakllantiriladi. Bunday xaritalar profilaktik tadbirlarni hududiy differensial rejalashtirishni vizual va amaliy jihatdan osonlashtiradi. Masalan, o'tkir ichak infeksiyalari bo'yicha yuqori xavfli hududlar aniqlanganda, ichimlik suvi sifati, oziq-ovqat xavfsizligi va sanitariya-gigiyena holatini nazorat qilish kuchaytirilishi mumkin.

Beshinchi bosqich — ustuvor xavf omillarini aniqlash. Bir hududda kasallikning asosiy xavf omili ichimlik suvi sifati bo'lishi mumkin, boshqa hududda esa aholi zichligi, migratsiya, sanitariya sharoitlari yoki immunizatsiya qamrovining pastligi ustuvor ahamiyatga ega bo'lishi mumkin. Shuning uchun faqat kasallanish ko'rsatkichini emas, balki uning sabab va xavf omillarini ham tahlil qilish zarur.

Oltinchi bosqichda aniqlangan xavf darajasiga mos profilaktik tadbirlar paketi shakllantiriladi. Past xavfli hududlarda asosiy e'tibor sanitariya-ma'rifiy ishlar, umumiy profilaktika va standart epidemiologik monitoringga qaratiladi. O'rta xavfli hududlarda laboratoriya nazorati, sanitariya monitoringi va profilaktik targ'ibot tadbirlari kuchaytiriladi. Yuqori xavfli hududlarda epidemiologik kuzatuv, faol laboratoriya skriningi, sanitariya tekshiruvlari va xavf guruhlarini bilan manzilli ishlar kengaytiriladi. Juda yuqori xavfli hududlarda esa tezkor epidemiologik tekshiruv, o'choqlarni nazorat qilish, kontaktlarni kuzatish va boshqa kuchaytirilgan epidemiyaga qarshi tadbirlar amalga oshirilishi mumkin.

Differensial rejalashtirishda aholi guruhlarining xususiyatlari ham hisobga olinadi. Yosh bolalar, keksa yoshdagilar, tibbiy jihatdan zaif guruhlar, bolalar jamoalari, tibbiyot xodimlari yoki epidemiologik xavf yuqori bo'lgan kasb guruhlarini uchun profilaktika strategiyasi umumiy aholi strategiyasidan farq qilishi mumkin. Masalan, bolalar orasida yuqumli kasalliklarning oldini olishda immunoprofilaktika va

sanitariya-gigiyena ta'limiga katta e'tibor berilsa, ayrim kasbiy guruhlarda shaxsiy himoya vositalari va mehnat gigiyenasi muhimroq bo'lishi mumkin.

Yettinchi bosqich — resurslarni differensial taqsimlash. Tibbiy xodimlar, laboratoriya imkoniyatlari, diagnostik vositalar, sanitariya nazorati resurslari, axborot va moliyaviy mablag'lar xavf darajasiga mutanosib ravishda taqsimlanadi. Bu yondashuv “barcha hududlarga teng resurs” prinsipidan “ehtiyot va xavfga mos resurs” prinsipiga o'tishni ta'minlaydi. Natijada cheklangan resurslardan maksimal epidemiologik samaraga erishish mumkin.

Sakkizinchi bosqichda profilaktik tadbirlarning muddatlari va mas'ul ijrochilari belgilanadi. Har bir tadbir uchun bajarilish muddati, mas'ul tibbiyot tashkiloti yoki mutaxassis, zarur resurslar va kutilayotgan natija ko'rsatilishi kerak. Masalan, yuqori xavfli hududda laboratoriya monitoringini kuchaytirish, sanitariya tekshiruvlarini o'tkazish yoki aholi o'rtasida sanitariya-ma'rifiy tadbirlarni tashkil etish bo'yicha alohida reja ishlab chiqiladi.

To'qqizinchi bosqich — profilaktik tadbirlarni amalga oshirish va real vaqtga yaqin monitoring qilish. Raqamli tizimlar yordamida tadbirlarning bajarilishi, aniqlangan kasallik holatlari, laboratoriya natijalari va epidemiologik ko'rsatkichlar muntazam kuzatiladi. Agar epidemiologik vaziyat yomonlashsa, tizim xavf darajasini qayta baholab, profilaktik choralarni kuchaytirish zarurligi haqida signal berishi mumkin.

O'ninchi bosqich — natijalarni baholash va algoritmnini qayta moslashtirish. Profilaktik tadbirlardan keyingi kasallanish darajasi, epidemik o'choqlar soni, laboratoriya tasdiqlangan holatlar, xavf omillarining o'zgarishi va boshqa indikatorlar dastlabki ko'rsatkichlar bilan taqqoslanadi. Agar kasallanish kamaygan bo'lsa, tanlangan strategiyaning samaradorligi baholanadi. Agar kutilgan natija olinmasa, xavf omillari qayta tahlil qilinib, profilaktik tadbirlar tarkibi va intensivligi o'zgartiriladi.

Raqamli profilaktika tizimida ushbu algoritmnini avtomatlashtirilgan qarorlarni qo'llab-quvvatlash tizimi ko'rinishida amalga oshirish mumkin. Bunda elektron tibbiy ma'lumotlar bazasi, GAT, statistik tahlil va sun'iy intellekt texnologiyalari

o‘zaro integratsiyalanadi. Masalan, tizim kasallanishning oshishini aniqlaydi, GIS orqali yuqori xavfli hududni belgilaydi, analitik modul asosiy xavf omillarini baholaydi va mas’ul mutaxassisga tegishli profilaktik choralarni ko‘rib chiqishni tavsiya qiladi.

Bunday tizimda “ma’lumot → xavfni baholash → stratifikatsiya → profilaktika → monitoring → qayta baholash” sikli uzluksiz ravishda takrorlanadi. Bu esa profilaktik tadbirlarni bir martalik reja emas, balki epidemiologik vaziyatga mos ravishda doimiy yangilanib turadigan dinamik boshqaruv mexanizmiga aylantiradi.

Profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirishda ma’lumotlar maxfiyligi va kiberxavfsizlik ham ta’minlanishi kerak. Shaxsiy tibbiy ma’lumotlardan foydalanishda anonimlashtirish yoki psevdonimlashtirish, kirish huquqlarini differensial boshqarish, ma’lumotlarni shifrlash va foydalanuvchilar faoliyatini audit qilish zarur. GIS xaritalarida esa shaxsni aniqlash imkonini beradigan ma’lumotlarni ochiq ko‘rsatishdan saqlanish lozim.

Algoritmning umumiy ko‘rinishini quyidagicha ifodalash mumkin:

Ma’lumotlarni yig‘ish → Ma’lumotlar sifatini tekshirish → Epidemiologik tahlil → Xavf omillarini aniqlash → Xavf indeksini hisoblash → Hudud va guruhlarini stratifikatsiya qilish → Profilaktik tadbirlarni tanlash → Resurslarni taqsimlash → Amalga oshirish → Monitoring → Samaradorlikni baholash → Qayta rejalashtirish.

Mazkur algoritmning asosiy afzalligi shundaki, profilaktik tadbirlar epidemiologik vaziyatning real xususiyatlariga moslashtiriladi. Natijada ortiqcha yoki samarasiz tadbirlarga sarflanadigan resurslar kamayadi, yuqori xavfli hudud va guruhlariga e’tibor kuchayadi, kasalliklarni erta aniqlash imkoniyati oshadi va epidemik jarayonlarning rivojlanish ehtimoli kamayadi.

Xulosa qilib aytganda, profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish algoritmi zamonaviy raqamli sog‘liqni saqlash tizimida profilaktik boshqaruvning muhim elementi hisoblanadi. Uning asosini epidemiologik ma’lumotlarni tizimli yig‘ish, xavfni kompleks baholash, GIS asosida hududiy stratifikatsiya, yuqori xavfli guruhlarini aniqlash, resurslarni ustuvor yo‘naltirish va profilaktik tadbirlarning

natijalarini doimiy monitoring qilish tashkil etadi. Mazkur yondashuv profilaktik tibbiyotni reaktiv emas, balki proaktiv, manzilli va ma'lumotlarga asoslangan tizimga aylantirish imkonini beradi.

6.4. Raqamli profilaktika tizimining samaradorlik indikatorlari

Sog'liqni saqlash tizimini raqamlashtirish jarayonida profilaktik tadbirlarni elektron shaklga o'tkazishning o'zi yetarli emas. Raqamli texnologiyalarning amaliy samaradorligini baholash, ularning kasalliklarni erta aniqlash, epidemiologik xavfni kamaytirish, profilaktik tadbirlarni manzilli tashkil etish va tibbiy resurslardan oqilona foydalanishga ta'sirini aniqlash muhimdir. Shu sababli raqamli profilaktika tizimining samaradorlik indikatorlari tizimning texnik ishlashi bilan bir qatorda uning epidemiologik, tashkiliy, iqtisodiy va ijtimoiy natijalarini ham aks ettirishi kerak.

Raqamli profilaktika tizimining samaradorligini baholashda indikatorlar tizimi bir necha asosiy yo'nalishlarga ajratiladi: ma'lumotlar sifati, raqamlashtirish darajasi, tezkorlik, epidemiologik samaradorlik, profilaktik qamrov, hududiy differensiallashtirish, resurslardan foydalanish, foydalanuvchilar faoliyati, axborot xavfsizligi va aholining qoniqishi. Ushbu indikatorlarni kompleks qo'llash tizimning real natijasini obyektiv baholash imkonini beradi.

1. Ma'lumotlar sifati indikatorlari

Raqamli profilaktika tizimining eng muhim komponentlaridan biri — ma'lumotlarning sifati. Noto'g'ri, to'liq bo'lmagan yoki kechiktirib kiritilgan ma'lumotlar asosida qabul qilingan epidemiologik qarorlar ham noto'g'ri bo'lishi mumkin. Shu sababli ma'lumotlarning to'liqligi, aniqligi, o'z vaqtida kiritilishi va takrorlanmasligi baholanadi.

Ma'lumotlarning to'liqligi quyidagi formula yordamida aniqlanishi mumkin:

Ma'lumotlar to'liqligi (%) = to'ldirilgan zarur maydonlar soni / jami zarur maydonlar soni × 100.

Masalan, epidemiologik holatlarning 95 foizida kasallik sanasi, hudud, laboratoriya natijasi va bemorning asosiy demografik ko'rsatkichlari to'liq kiritilgan bo'lsa, tizimning ma'lumotlar to'liqligi yuqori deb baholanadi.

2. Raqamlashtirish darajasi

Tizim samaradorligini baholashda tibbiy va epidemiologik jarayonlarning qanchalik darajada raqamlashtirilgani ham muhim. Bunda elektron shaklda qayd etilgan epidemiologik holatlar ulushi, elektron laboratoriya natijalari, elektron epidemiologik xabarnomalar va avtomatlashtirilgan hisobotlar ulushi aniqlanadi.

Masalan: Raqamlashtirish darajasi (%) = elektron shaklda qayd etilgan holatlar / jami qayd etilgan holatlar $\times$ 100.

Ushbu indikatorning yuqori bo'lishi ma'lumotlarni tezkor qayta ishlash, integratsiya qilish va tahlil qilish imkoniyatining kengayganini ko'rsatadi.

3. Epidemiologik ma'lumotlarni uzatish tezligi

An'anaviy tizimlarda kasallik holati aniqlanishi bilan uning tegishli epidemiologik xizmatga yetib borishi o'rtasida ma'lum vaqt oralig'i bo'lishi mumkin. Raqamli tizim esa ushbu vaqtni sezilarli darajada qisqartirishi kerak.

Muhim indikatorlardan biri: O'rtacha xabardor qilish vaqti = kasallik aniqlangan vaqt – epidemiologik tizimga kiritilgan vaqt.

Vaqtning qisqarishi epidemiologik vaziyatga tezkor javob berish imkoniyatini oshiradi. Ayniqsa tez tarqaluvchi yuqumli kasalliklarda ushbu indikator alohida ahamiyatga ega.

4. Kasalliklarni erta aniqlash samaradorligi: Raqamli profilaktika tizimining asosiy vazifalaridan biri kasallik yoki epidemiologik xavfni imkon qadar erta aniqlashdir. Shu sababli kasallikning dastlabki holati aniqlanganidan epidemiologik signal shakllanganiga qadar bo'lgan vaqt, shuningdek epidemiologik o'choqni aniqlash muddati baholanadi.

Erta aniqlash vaqti qancha qisqa bo'lsa, profilaktik va epidemiyaga qarshi tadbirlarni shuncha tez boshlash imkoniyati mavjud bo'ladi.

5. Profilaktik tadbirlar qamrovi: Raqamli tizim orqali aniqlangan xavf guruhlarining qanchasi tegishli profilaktik tadbirlar bilan qamrab olingani muhim indikator hisoblanadi. Bunga immunoprofilaktika, laboratoriya skriningi, sanitariya-ma'rifiy tadbirlar, tibbiy ko'riklar va boshqa profilaktik choralar kirishi mumkin.

Profilaktik qamrov (%) = profilaktik tadbir bilan qamrab olingan xavf guruhi / aniqlangan jami xavf guruhi $\times 100$.

Mazkur indikator raqamli tizim tomonidan aniqlangan xavf guruhlarini amaliy profilaktik tadbirlar bilan bog'lash samaradorligini ko'rsatadi.

6. Yuqori xavfli hududlarni aniqlash aniqligi: GAT va analitik algoritmlardan foydalanadigan raqamli profilaktika tizimida yuqori xavfli hududlarni to'g'ri aniqlash muhim ahamiyatga ega. Bunda tizim tomonidan yuqori xavfli deb belgilangan hududlarning amaldagi epidemiologik ko'rsatkichlar bilan mosligi baholanadi.

Masalan, tizim tomonidan yuqori xavfli deb aniqlangan hududlarda keyinchalik kasallanish ko'rsatkichlarining haqiqatan ham oshishi kuzatilsa, prognozlash modelining amaliy qiymati yuqori deb baholanadi. Bunda sezgirlik, spetsifiklik, musbat va manfiy bashorat qiymati, ROC-AUC kabi statistik indikatorlardan foydalanish mumkin.

7. Epidemiologik kasallanish ko'rsatkichlarining o'zgarishi: Raqamli profilaktika tizimining eng muhim yakuniy natijalaridan biri kasallanish ko'rsatkichlarining o'zgarishidir. Raqamlashtirishning joriy etilishidan oldingi va keyingi davrlar taqqoslanib, kasallanish, epidemik o'choqlar soni, asoratlar va zarur hollarda o'lim ko'rsatkichlarining dinamikasi baholanadi.

Masalan, o'tkir ichak infeksiyalari bo'yicha raqamli monitoring va manzilli profilaktika joriy etilgandan keyin kasallanish darajasining pasayishi tizimning epidemiologik samaradorligining muhim ko'rsatkichi bo'lishi mumkin. Biroq bunday taqqoslashda mavsumiylik, diagnostika usullarining o'zgarishi va boshqa tashqi omillar ham hisobga olinishi kerak.

8. Profilaktik tadbirlarni hududiy differensiallashtirish darajasi: Raqamli profilaktika tizimi barcha hududlarga bir xil tadbirlarni tavsiya qilishdan ko'ra, xavf darajasiga mos profilaktik strategiyani shakllantirishi kerak. Shu sababli yuqori xavfli hududlarda kuchaytirilgan profilaktik tadbirlar ulushi alohida indikator sifatida baholanishi mumkin.

Masalan, yuqori xavfli hududlarning 90 foizida qo'shimcha laboratoriya monitoringi, sanitariya tekshiruvlari yoki sanitariya-ma'rifiy tadbirlar tashkil etilgan bo'lsa, tizimning differensial rejalashtirish funksiyasi samarali ishlayotganini ko'rsatadi.

9. Resurslardan foydalanish samaradorligi: Raqamlashtirishning muhim afzalliklaridan biri cheklangan tibbiy resurslarni ehtiyoj yuqori bo'lgan hududlarga yo'naltirishdir. Shu sababli bir kasallik holatini aniqlash, epidemiologik o'choqni tekshirish yoki profilaktik tadbirni tashkil etish uchun sarflangan vaqt va mablag'ning o'zgarishi baholanishi mumkin. Masalan, elektron epidemiologik xabarnoma qog'oz shaklidagi hisobotlarga nisbatan vaqtni qisqartirsa, xodimlarning ma'muriy yuklamasi kamayadi. Bu esa tibbiyot xodimlarining bevosita profilaktik faoliyatga ko'proq vaqt ajratishiga imkon beradi.

10. Qaror qabul qilish tezligi: Raqamli tizim epidemiologik vaziyat o'zgarganidan keyin tegishli boshqaruv qarorining qabul qilinishigacha bo'lgan vaqtni qisqartirishi kerak.

Qaror qabul qilish vaqti = epidemiologik signal shakllangan vaqt – profilaktik qaror qabul qilingan vaqt. Ushbu vaqtning qisqarishi tizimning tezkor boshqaruv imkoniyatlarini oshiradi. Ayniqsa epidemiologik xavf yuqori bo'lgan vaziyatlarda bu indikator muhim ahamiyatga ega.

11. Tizimning texnik barqarorligi: Raqamli profilaktika tizimining epidemiologik samaradorligi uning texnik barqarorligiga bog'liq. Shu sababli tizimning ishlash davomiyligi (uptime), nosozliklar soni, ma'lumotlarni qayta ishlash tezligi, tizimga kirish imkoniyati va tiklanish vaqti kabi texnik indikatorlar ham baholanadi.

Masalan, tizimning mavjudlik darajasi:

Tizim mavjudligi (%) = tizim ishlagan vaqt / umumiy rejalashtirilgan vaqt × 100.

Tizimning uzoq vaqt ishlamasligi epidemiologik ma'lumotlarning kechikishiga va boshqaruv qarorlarining sustlashishiga olib kelishi mumkin.

12. Axborot xavfsizligi indikatorlari: Raqamli profilaktika tizimida shaxsiy va tibbiy ma'lumotlarning xavfsizligi alohida baholanishi kerak. Bunda ruxsatsiz kirish holatlari, ma'lumotlar sizib chiqishi, xavfsizlik insidentlari soni, foydalanuvchilar autentifikatsiyasi va zaxira nusxalarining mavjudligi kabi ko'rsatkichlar kuzatiladi.

Shaxsiy ma'lumotlarni himoyalashda anonimlashtirish va psevdonimlashtirish, kirish huquqlarini differensial boshqarish, ma'lumotlarni shifrlash va tizimdagi barcha muhim amallarni audit qilish zarur.

13. Foydalanuvchilarning raqamli kompetensiyasi: Tizimning samaradorligi texnologiyaning o'ziga emas, undan foydalanadigan mutaxassislarning bilim va ko'nikmalariga ham bog'liq. Shu sababli epidemiologlar, shifokorlar, laboratoriya xodimlari va boshqa foydalanuvchilarning raqamli tizimdan to'g'ri foydalanish darajasi baholanadi.

Bunda tizimdan mustaqil foydalanadigan xodimlar ulushi, o'tkazilgan o'quv mashg'ulotlari soni, texnik xatolar chastotasi va foydalanuvchilarning tizimdan qoniqish darajasi kabi indikatorlardan foydalanish mumkin.

14. Aholining profilaktik tadbirlardagi ishtiroki: Raqamli profilaktika tizimi aholiga SMS-xabarlar, mobil ilovalar, elektron eslatmalar va boshqa raqamli kommunikatsiya kanallari orqali ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli aholining profilaktik tavsiyalarni olishi, ulardan foydalanishi va tegishli tibbiy xizmatga murojaat qilishi ham baholanishi mumkin. Masalan, emlash bo'yicha elektron eslatma olgan fuqarolarning keyinchalik emlash punktiga murojaat qilish ulushi raqamli kommunikatsiyaning amaliy samaradorligini ko'rsatadi.

15. Umumiy samaradorlikning integral ko'rsatkichi: Turli yo'nalishdagi indikatorlarni yagona tizimga birlashtirish uchun integral samaradorlik indeksi ishlab chiqilishi mumkin. Bunda ma'lumotlar sifati, tezkorlik, epidemiologik natija,

profilaktik qamrov, resurslardan foydalanish va axborot xavfsizligi kabi komponentlarga turli vazn koeffitsiyentlari beriladi.

Shartli ravishda:

$$ISI = w_1M + w_2T + w_3E + w_4P + w_5R + w_6X$$

bu yerda:

ISI — integral samaradorlik indeksi;

M — ma'lumotlar sifati;

T — tizimning tezkorligi;

E — epidemiologik samaradorlik;

P — profilaktik qamrov;

R — resurslardan foydalanish samaradorligi;

X — axborot xavfsizligi;

w — har bir komponentning vazn koeffitsiyenti.

Bunday integral ko'rsatkich raqamli profilaktika tizimining umumiy faoliyatini davrlar yoki hududlar bo'yicha taqqoslash imkonini beradi.

Samaradorlik indikatorlarining umumiy tizimi

6.1 jadval Raqamli profilaktika tizim samaradorligini baholash indikatorlar guruhleri

Indikatorlar guruhi	Asosiy ko'rsatkichlar
Ma'lumotlar sifati	To'liqlik, aniqlik, takroriy yozuvlar ulushi
Raqamlashtirish	Elektron qaydlar ulushi, avtomatlashtirilgan hisobotlar
Tezkorlik	Xabardor qilish vaqti, signalni shakllantirish vaqti
Epidemiologik natija	Kasallanish, o'choqlar soni, erta aniqlash
Profilaktik qamrov	Xavf guruhlarini profilaktika bilan qamrab olish
GIS samaradorligi	Yuqori xavfli hududlarni aniqlash aniqligi
Resurslar	Vaqt va mablag' sarfining kamayishi

Texnik barqarorlik	Uptime, nosozliklar, tiklanish vaqti
Axborot xavfsizligi	Insidentlar, ruxsatsiz kirishlar
Foydalanuvchi va aholi	Qoniqish, raqamli kompetensiya, ishtirok

Shunday qilib, raqamli profilaktika tizimining samaradorligini faqat uning texnik ishlashi yoki elektron ma'lumotlar soni bilan baholash yetarli emas. Tizimning haqiqiy samaradorligi epidemiologik vaziyatni yaxshilash, kasalliklarni erta aniqlash, yuqori xavfli hudud va guruhlarni aniqlash, profilaktik tadbirlarni manzilli rejalashtirish, resurslardan oqilona foydalanish va aholining profilaktik xizmatlardan foydalanishini yaxshilash orqali namoyon bo'ladi.

Xulosa qilib aytganda, raqamli profilaktika tizimining samaradorlik indikatorlari texnik, axborotiy, epidemiologik, tashkiliy va ijtimoiy ko'rsatkichlarning o'zaro uyg'unligiga asoslanishi kerak. Ayniqsa, kasalliklarni erta aniqlash vaqti, profilaktik qamrov, yuqori xavfli hududlarni aniqlash aniqligi, kasallanish dinamikasi, qaror qabul qilish tezligi va resurslardan foydalanish samaradorligi tizimning amaliy qiymatini belgilovchi asosiy indikatorlar hisoblanadi. Mazkur indikatorlarni muntazam monitoring qilish orqali raqamli profilaktika tizimining kuchli va zaif tomonlarini aniqlash, uning faoliyatini takomillashtirish hamda sog'liqni saqlashda ma'lumotlarga asoslangan, proaktiv va natijaga yo'naltirilgan profilaktika modelini shakllantirish mumkin.

6.5. Integratsiyalashgan raqamli epidemiologik monitoring platformasining amaliy modeli

Sog'liqni saqlash tizimida epidemiologik monitoringni raqamlashtirish kasalliklarni erta aniqlash, epidemiologik xavfni baholash, hududlar bo'yicha kasallanish dinamikasini kuzatish va profilaktik tadbirlarni tezkor rejalashtirish imkonini beradi. Integratsiyalashgan raqamli epidemiologik monitoring platformasi turli manbalardan keladigan klinik, laboratoriya, epidemiologik, demografik va geografik ma'lumotlarni yagona axborot muhitida birlashtiruvchi tizim sifatida qaraladi. Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining raqamli TB platformasi ham milliy

va hududiy monitoring ma'lumotlarini saqlash, tahlil qilish va GIS xaritalari hamda boshqaruv panelilar orqali vizualizatsiya qilishga asoslangan.

Platformaning amaliy tuzilishi

Integratsiyalashgan platformani shartli ravishda quyidagi asosiy bloklardan tashkil topgan model sifatida tasavvur qilish mumkin:

Ma'lumot manbalari → Ma'lumotlarni integratsiyalash → Elektron epidemiologik baza → Analitik modul → GIS-modul → Xavfni baholash va prognozlash → Boshqaruv paneli → Tezkor boshqaruv qarori → Profilaktik tadbir → Qayta monitoring.

1. Ma'lumotlarni yig'ish moduli

Platformaning birinchi bosqichi turli manbalardan ma'lumotlarni avtomatik yoki yarim avtomatik tarzda qabul qilishdan iborat. Asosiy manbalar quyidagilar bo'lishi mumkin:

elektron tibbiy kartalar;

laboratoriya axborot tizimlari;

epidemiologik xabarnomalar;

emlash registrlari;

sanitariya-epidemiologik nazorat ma'lumotlari;

shifoxona va ambulatoriya statistikasi;

demografik ma'lumotlar;

ekologik va sanitariya ko'rsatkichlari;

GIS va masofadan zondlash ma'lumotlari.

Masalan, o'tkir ichak infeksiyasi bo'yicha bemor aniqlanganda uning yoshi, jinsi, yashash hududi, kasallik boshlangan sanasi, laboratoriya natijasi, ehtimoliy yuqish omili va boshqa epidemiologik ko'rsatkichlari elektron tizimga kiritiladi.

2. Elektron epidemiologik ma'lumotlar bazasi

Keyingi bosqichda turli manbalardan olingan ma'lumotlar yagona elektron ma'lumotlar bazasida birlashtiriladi. Bunda ma'lumotlarni standartlashtirish, takroriy yozuvlarni aniqlash va yetishmayotgan ma'lumotlarni nazorat qilish muhim.

6.2 jadval Platformaning ma'lumotlar bazasi maydonlari

Ma'lumot turi	Asosiy ko'rsatkichlar
Demografik	Yosh, jins, yashash hududi
Klinik	Tashxis, og'irlik darajasi, simptomlar
Laboratoriya	PZR, bakteriologik, serologik natijalar
Epidemiologik	Yuqish omili, kontakt, o'choq
Vaqt	Kasallik boshlangan va aniqlangan sana
Hududiy	Viloyat, tuman, mahalla
Profilaktik	Emlash, skrining, profilaktik tadbir
Natija	Sog'ayish, asorat, o'lim

Bunday integratsiya ma'lumotlarni alohida-alohida jadvallarda saqlash o'rniga yagona epidemiologik axborot oqimini shakllantiradi.

3. Analitik modul: Platformaning markaziy qismlaridan biri — epidemiologik analitik modul. Unda kasallanish darajasi, intensiv ko'rsatkichlar, mavsumiylik, yosh va jins bo'yicha taqsimlanish, kasallikning hududiy dinamikasi hamda xavf omillari tahlil qilinadi.

Masalan, tizim oxirgi 7 kun ichida ma'lum tumanda o'tkir ichak infeksiyalari sonining oldingi davrga nisbatan oshganini avtomatik aniqlashi mumkin. Agar o'sish belgilangan epidemiologik chegaradan yuqori bo'lsa, tizim “epidemiologik signal” hosil qiladi.

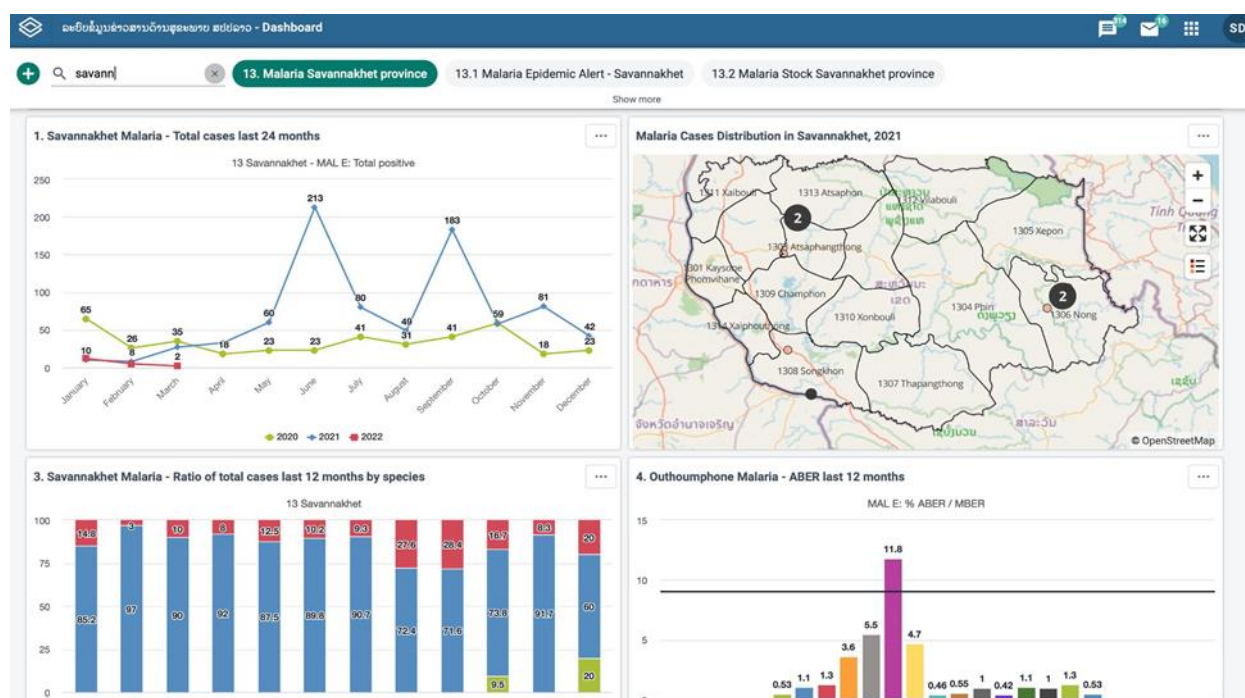
Platformada quyidagi statistik ko'rsatkichlar avtomatik hisoblanishi mumkin:

Kasallanish ko'rsatkichi = yangi kasallik holatlari / aholi soni $\times$ 100 000.

Shuningdek, o‘rtacha ko‘rsatkich, median, o‘rish sur‘ati, mavsumiy indeks, kasallikning yosh-jins bo‘yicha taqsimlanishi va boshqa epidemiologik indikatorlar hisoblanadi.

4. GAT-modul: GAT platformaning hududiy tahlil komponentidir. Kasallik holatlari hududlar bilan bog‘lanib, interaktiv epidemiologik xaritalar yaratiladi. GIS orqali kasallanishning “issiq nuqtalari”, yuqori xavfli hududlar, epidemik o‘choqlar va kasallanishning vaqt bo‘yicha siljishi aniqlanishi mumkin.

Amaliy epidemiologik boshqaruv panellarida xarita, vaqt qatori va statistik diagrammalarni bir platformada birlashtirish keng qo‘llanadi. Masalan, Esri tomonidan ko‘rsatilgan sog‘liqni saqlash boshqaruv panelilarida kasallanish xaritasi suv sifati, test natijalari va vaqt dinamikasi bilan birgalikda aks ettiriladi.



6.1.-rasm. Integratsiyalashgan epidemiologik monitoring boshqaruv paneliining amaliy ko‘rinishiga misol.

Bunday xaritada, masalan, hududlar xavf darajasiga ko‘ra guruhlanadi. Har bir hudud tanlanganda undagi kasallik holatlari, kasallanish ko‘rsatkichi, laboratoriya tasdiqlanishi va profilaktik tadbirlar to‘g‘risidagi ma‘lumotlar boshqaruv panelida aks etadi.



6.2.-rasm. Integratsiyalashgan epidemiologik monitoring boshqaruv paneliining amaliy ko‘rinishiga misol. (Xarita, epidemiologik ko‘rsatkichlar va vaqt dinamikasini yagona interfeysda birlashtirish.)

5. Xavfni baholash va prognozlash moduli

Integratsiyalashgan tizim oddiy statistik hisobotdan farqli ravishda epidemiologik xavfni oldindan baholash imkoniyatiga ega bo‘lishi kerak. Bunda kasallanishning oldingi dinamikasi, mavsumiylik, aholi zichligi, sanitariya sharoitlari, laboratoriya natijalari va boshqa omillar hisobga olinadi.

6.4 jadval uchta tuman bo‘yicha shartli ma’lumotlar

Hudud	Kasallanish	O‘sish sur’ati	Xavf darajasi	Tavsiya
A tumani	18,4/100 ming	+4%	Past	Standart monitoring
B tumani	35,7/100 ming	+18%	O‘rta	Monitoringni kuchaytirish
C tumani	68,2/100 ming	+42%	Yuqori	Tezkor profilaktik tadbir

Shu tariqa platforma faqat “qancha bemor bor?” degan savolga emas, balki “qayerda xavf yuqori?”, “xavf nima sababdan oshmoqda?” va “qanday profilaktik chora ko‘rish kerak?” degan savollarga ham javob berishga xizmat qiladi.

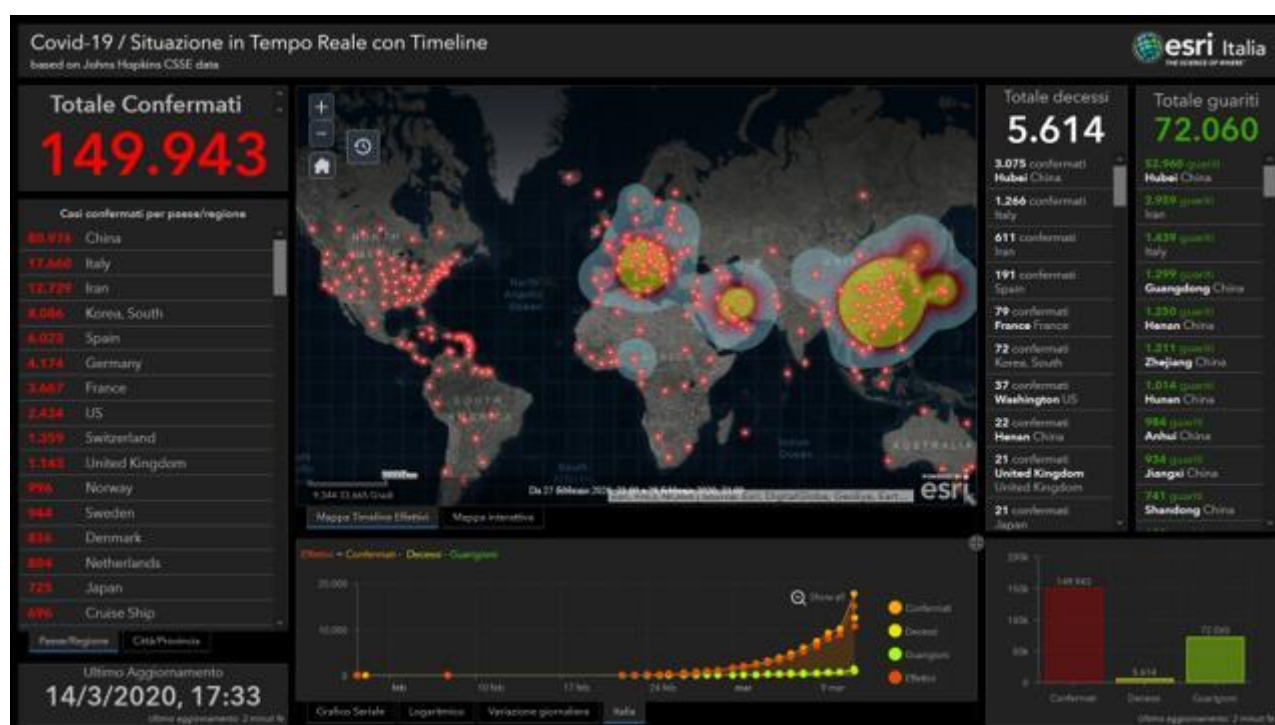
6. Boshqaruv paneli va vizual boshqaruv paneli

Platformaning foydalanuvchi uchun eng muhim qismi — interaktiv boshqaruv paneli. Boshqaruv paneli epidemiologga katta hajmdagi ma’lumotlarni bir qarashda tushunish imkonini beradi.

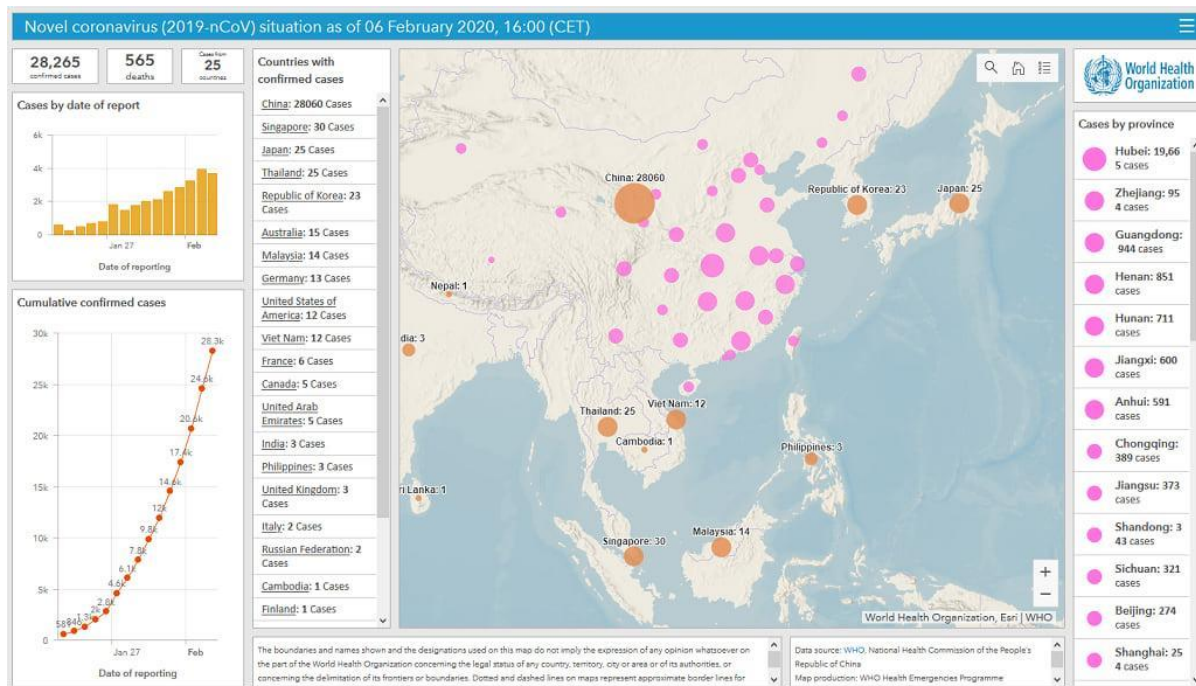
Boshqaruv panelida quyidagi bloklar bo‘lishi mumkin:

Jami holatlar | Yangi holatlar | Laboratoriya tasdiqlangan holatlar | Yuqori xavfli hududlar | Epidemik o‘choqlar | Kasallanish dinamikasi | Epidemiologik xarita | Profilaktik qamrov.

Masalan, CDCning zamonaviy surveillance boshqaruv panellarida xaritalar va grafiklar orqali kasallanish, gospitalizatsiya, emlash va boshqa epidemiologik ko‘rsatkichlarni kuzatish imkoniyati mavjud.



6.3.-rasm “Integratsiyalashgan raqamli epidemiologik monitoring platformasining boshqaruv paneli modeli”



6.4.-rasm. Epidemiologik monitoring boshqaruv paneliida xarita va dinamik grafiklarning birgalikda qo'llanilishiga misol.

Bunday interfeysda mutaxassis vaqt oralig'ini, kasallik turini, hududni yoki yosh guruhini tanlab, kerakli ma'lumotni alohida ko'rishi mumkin. Epidemiologik o'choqning vaqt bo'yicha rivojlanishini animatsion xarita va grafiklar yordamida kuzatish ham mumkin. Epidemik chaqnash kabi tadqiqot platformalarida geografik joylashuv va vaqt dinamikasini birgalikda ko'rsatish yondashuvi qo'llangan. 7. Tezkor signal va ogohlantirish tizimi: Platformaning amaliy qiymatini oshiruvchi muhim komponent — avtomatik ogohlantirish mexanizmi. Agar kasallanish belgilangan epidemiologik chegaradan oshsa, tizim mas'ul mutaxassisga elektron signal yuborishi mumkin.

Masalan: Kasallanish $\uparrow \rightarrow$ epidemiologik chegara oshdi $\rightarrow$ avtomatik signal $\rightarrow$ hududni tekshirish $\rightarrow$ laboratoriya nazoratini kuchaytirish $\rightarrow$ profilaktik tadbir $\rightarrow$ qayta monitoring. Bu mexanizm epidemiologik vaziyatga javob berish vaqtini qisqartiradi.

8. Profilaktik tadbirlarni boshqarish moduli: Platforma xavfni aniqlash bilan cheklanmasdan, tegishli profilaktik tadbirlarni rejalashtirishni ham qo'llab-quvvatlashi kerak. Yuqori xavfli hududda sanitariya nazorati, laboratoriya monitoringi, emlash, skrining, dezinfeksiya yoki sanitariya-ma'rifiy tadbirlarning kuchaytirilishi bo'yicha elektron topshiriqlar shakllantirilishi mumkin.

Shunday qilib, platforma:

“Aniqlash → Tahlil qilish → Xavfni baholash → Qaror → Tadbir → Natijani baholash” tamoyili asosida ishlaydi.

9. Amaliy misol: o'tkir ichak infeksiyalarini monitoring qilish: O'tkir ichak infeksiyalari misolida platformaning ishlash algoritmini quyidagicha tasavvur qilish mumkin.

Birinchi bosqichda tibbiyot muassasasida bemor ro'yxatga olinadi. Elektron tizimga bemorning yoshi, jinsi, yashash hududi, kasallik boshlangan sana, klinik holati va laboratoriya natijasi kiritiladi.

Ikkinchi bosqichda laboratoriya tizimidan PCR yoki boshqa tekshiruv natijasi olinadi. Masalan, Rotavirus A, Norovirus GII, Adenovirus F40/F41, Salmonella yoki Campylobacter aniqlanishi mumkin.

Uchinchi bosqichda ma'lumot GIS tizimiga uzatiladi va bemor yashaydigan hududga tegishli epidemiologik ko'rsatkich sifatida agregatsiya qilinadi.

To'rtinchi bosqichda tizim hududdagi kasallanish dinamikasini tahlil qiladi. Agar kasallanish ko'rsatkichi kutilgan darajadan yuqori bo'lsa, hudud “yuqori xavf” kategoriyasiga o'tkaziladi.

Beshinchi bosqichda boshqaruv panelida ushbu hudud bo'yicha ogohlantirish paydo bo'ladi. Epidemiolog hududdagi ichimlik suvi, sanitariya holati, oziq-ovqat xavfsizligi va boshqa ehtimoliy omillarni tekshiradi.

Oltinchi bosqichda profilaktik tadbirlar kuchaytiriladi va keyingi kunlar yoki haftalarda kasallanish dinamikasi qayta baholanadi.

Bu jarayon natijasida raqamli monitoring tizimi kasallik holatini qayd etuvchi tizimdan epidemiologik qarorlarni qo'llab-quvvatlovchi tizimga aylanadi.

10. Platformaning axborot xavfsizligi

Integratsiyalashgan platformada tibbiy va epidemiologik ma'lumotlarning maxfiyligini ta'minlash majburiy hisoblanadi. Ayniqsa bemorning F.I.Sh., manzili, telefon raqami va boshqa identifikatsiya qiluvchi ma'lumotlari umumiy epidemiologik boshqaruv panellarida ochiq ko'rsatilmasligi kerak.

GIS xaritalarida bemorning aniq manzili o'rniga mahalla, tuman yoki boshqa agregatsiyalangan hudud ko'rsatilishi maqsadga muvofiq. Foydalanuvchilarning tizimga kirish huquqi lavozimiga qarab differensial belgilanadi.

11. Platformaning kutilayotgan natijalari

Integratsiyalashgan raqamli epidemiologik monitoring platformasini joriy etish natijasida: epidemiologik ma'lumotlarni yig'ish tezlashadi, ma'lumotlarni qo'lda qayta kiritish kamayadi, laboratoriya va epidemiologik ma'lumotlar integratsiyalanadi, yuqori xavfli hududlar tezroq aniqlanadi, epidemiologik o'choqlarni erta aniqlash imkoniyati oshadi, GIS asosida xavf xaritalari shakllantiriladi, profilaktik tadbirlar hududiy jihatdan differensial rejalashtiriladi, resurslar xavf darajasiga mos ravishda taqsimlanadi, epidemiologik vaziyatni real vaqtga yaqin kuzatish imkoniyati yaratiladi.

Xulosa qilib aytganda, integratsiyalashgan raqamli epidemiologik monitoring platformasining amaliy modeli elektron tibbiy ma'lumotlar, laboratoriya diagnostikasi, epidemiologik monitoring, GIS, statistik tahlil, prognozlash va interaktiv boshqaruv panelilarni yagona tizimga birlashtiradi. Bunday platforma epidemiologik ma'lumotlarni shunchaki yig'ish emas, balki ularni "ma'lumot → tahlil → xavfni aniqlash → prognoz → qaror → profilaktika → natijani monitoring qilish" zanjirida boshqarish imkonini beradi. Jahon sog'liqni saqlash amaliyotidagi raqamli TB platformasi va boshqa epidemiologik boshqaruv panelilar ham ma'lumotlarni tahlil va GIS-vizualizatsiya bilan birlashtirishning amaliy qiymatini ko'rsatadi.

6.6. Taklif etilayotgan modelni sog‘liqni saqlash amaliyotiga joriy etish mexanizmlari

Sog‘liqni saqlash tizimida raqamli profilaktika va integratsiyalashgan epidemiologik monitoring modelini amaliyotga joriy etish zamonaviy epidemiologik nazoratni takomillashtirishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Taklif etilayotgan model elektron tibbiy ma’lumotlar, laboratoriya axborot tizimlari, epidemiologik monitoring, GIS, statistik tahlil, prognozlash va qarorlarni qo‘llab-quvvatlash mexanizmlarini yagona raqamli muhitda birlashtirishga asoslanadi. Bunday modelni amaliyotga tatbiq etish faqat yangi dasturiy ta’minot yaratish bilan cheklanmay, tashkiliy, texnik, huquqiy, kadrlar va metodik mexanizmlarning o‘zaro uyg‘unligini talab qiladi.

Taklif etilayotgan modelni joriy etishning asosiy maqsadi epidemiologik ma’lumotlarni tezkor yig‘ish, qayta ishlash va tahlil qilish, xavfli hudud va aholi guruhlarini erta aniqlash, profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish hamda boshqaruv qarorlarini ma’lumotlarga asoslangan holda qabul qilish imkoniyatini yaratishdan iborat. Modelni joriy etish bosqichma-bosqich amalga oshirilishi va har bir bosqichda erishilgan natijalar keyingi bosqich uchun asos bo‘lishi kerak.

1. Tashkiliy tayyorgarlik bosqichi

Birinchi bosqichda sog‘liqni saqlash tizimida mavjud epidemiologik axborot oqimlari, ma’lumotlar bazalari, laboratoriya tizimlari va amaldagi hisobot shakllari o‘rganiladi. Qaysi ma’lumotlar qayerda shakllanishi, kim tomonidan kiritilishi, qaysi tashkilotga yuborilishi va qanday muddatda qayta ishlanishi aniqlanadi.

Mazkur bosqichda mavjud tizimlarning “audit xaritasi” tuzilishi maqsadga muvofiq. Unda birlamchi tibbiyot muassasasi, shifoxona, laboratoriya, sanitariya-epidemiologik xizmat, hududiy boshqaruv organlari va markaziy axborot tizimlari o‘rtasidagi ma’lumot almashinuvi aks ettiriladi.

Shuningdek, platformani joriy etish uchun mas’ul ishchi guruh shakllantiriladi. Uning tarkibiga epidemiolog, infeksiyachil, laboratoriya mutaxassisi, statistik, IT

mutaxassisi, GIS bo'yicha mutaxassis va zarur hollarda axborot xavfsizligi bo'yicha mutaxassislar kiritilishi mumkin.

2. Normativ-metodik asosni shakllantirish

Raqamli monitoring tizimini amaliyotga joriy qilishda ma'lumotlarni yig'ish, saqlash, almashish va ulardan foydalanish tartibini belgilovchi tashkiliy va metodik hujjatlar ishlab chiqiladi. Unda ma'lumotlarning tarkibi, yangilanish davriyligi, mas'ul tashkilotlar, foydalanuvchilarning vakolatlari va epidemiologik signal paydo bo'lganda amalga oshiriladigan harakatlar algoritmi belgilanadi.

Shuningdek, epidemiologik xavfni baholash mezonlari standartlashtirilishi zarur. Masalan, hududlarni past, o'rta, yuqori va juda yuqori xavf guruhlariga ajratish uchun aniq indikatorlar va chegaraviy qiymatlar ishlab chiqiladi.

Bu yondashuv turli hududlarda epidemiologik vaziyatni bir xil mezonlar asosida baholash imkonini beradi.

3. Texnik infratuzilmani yaratish

Keyingi bosqichda platformaning texnik infratuzilmasi shakllantiriladi. Bunga ma'lumotlar serveri yoki himoyalangan bulutli infratuzilma, ma'lumotlar bazasi, foydalanuvchi interfeysi, GIS moduli, analitik modul va dashboard kiradi.

Platforma mavjud sog'liqni saqlash axborot tizimlari bilan integratsiyalanishi kerak. Maqsad yangi tizim yaratish bilan birga mavjud axborot resurslarini takrorlamaslik va ular o'rtasidagi ma'lumot almashinuvini ta'minlashdan iborat.

Texnik jihatdan platformani quyidagi darajalarga ajratish mumkin:

Ma'lumot manbalari → Integratsiya qatlami → Markaziy ma'lumotlar bazasi → Analitik modul → GAT → Dashboard → Qarorlarni qo'llab-quvvatlash.

Bunday arxitektura platformaning keyinchalik boshqa kasalliklar, yangi laboratoriya tizimlari yoki qo'shimcha ma'lumot manbalari bilan kengaytirilishiga imkon beradi.

4. Pilot hududda sinovdan o'tkazish

Modelni birdaniga barcha hududlarda joriy etishdan ko'ra, avval pilot hududda sinovdan o'tkazish maqsadga muvofiq. Pilot loyiha uchun epidemiologik ma'lumotlar yetarli, tibbiyot muassasalari raqamli infratuzilmaga ega va laboratoriya diagnostikasi yo'lga qo'yilgan hudud tanlanadi.

Pilot bosqichida, masalan, o'tkir ichak infeksiyalari bo'yicha ma'lumotlarni elektron yig'ish, laboratoriya natijalarini integratsiyalash, GIS xaritalarini yaratish va epidemiologik xavfni avtomatik baholash sinovdan o'tkazilishi mumkin.

Pilot hududdagi natijalar asosida tizimning texnik kamchiliklari, ma'lumotlarni kiritishdagi xatolar, xodimlarning ehtiyojlari va foydalanuvchi interfeysining qulayligi baholanadi.

5. Tibbiyot xodimlarini o'qitish

Raqamli platformaning samaradorligi undan foydalanadigan xodimlarning raqamli kompetensiyasiga bevosita bog'liq. Shu sababli platformani joriy etishdan oldin va keyinchalik muntazam ravishda o'quv kurslari tashkil etilishi kerak.

Epidemiologlar quyidagi yo'nalishlarda tayyorlanishi lozim: elektron epidemiologik ma'lumotlarni kiritish, ma'lumotlar sifatini nazorat qilish, dashboardlardan foydalanish, GAT xaritalarini tahlil qilish, epidemiologik xavfni baholash, avtomatik ogohlantirishlarni interpretatsiya qilish, raqamli hisobotlarni shakllantirish, shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish.

IT mutaxassislari esa platformaning texnik barqarorligi, ma'lumotlar xavfsizligi va integratsiya jarayonlarini ta'minlaydi.

6. Ma'lumotlarni integratsiyalash

Amaliy joriy etishning eng muhim bosqichlaridan biri turli axborot manbalarini yagona tizimga integratsiya qilishdir. Masalan, tibbiyot muassasasidagi klinik ma'lumotlar laboratoriya natijalari bilan, laboratoriya ma'lumotlari esa epidemiologik monitoring tizimi va GAT bilan bog'lanadi.

Natijada quyidagi axborot zanjiri shakllanadi:

Bemor → Tibbiyot muassasasi → Laboratoriya → Epidemiologik tizim → GIS va analitik modul → Epidemiolog → Profilaktik qaror.

Bu jarayon epidemiologik ma'lumotlarning qo'lda bir tizimdan ikkinchisiga ko'chirilishini kamaytiradi va ma'lumotlarni tezkor tahlil qilish imkonini beradi.

7. GAT va xavf xaritalarini amaliyotga joriy etish

GAT moduli yordamida kasallanish ko'rsatkichlari hududlar kesimida xaritalanadi. Har bir hudud uchun epidemiologik xavf indeksi hisoblanib, xaritada tegishli xavf darajasi aks ettiriladi.

Masalan: Past xavf → standart monitoring

O'rta xavf → kuchaytirilgan monitoring

Yuqori xavf → manzilli profilaktik tadbirlar

Juda yuqori xavf → tezkor epidemiologik va epidemiyaga qarshi choralar

Bunday xaritalar epidemiologik xizmat rahbarlariga resurslarni qaysi hududlarga ustuvor yo'naltirish kerakligini tezda aniqlash imkonini beradi.

8. Avtomatik ogohlantirish tizimini ishga tushirish

Platformada epidemiologik xavfning belgilangan chegaradan oshishi bilan avtomatik signal shakllantirilishi mumkin. Masalan, ma'lum hududda kasallanishning o'sish sur'ati belgilangan epidemiologik chegaradan yuqori bo'lsa, tizim mas'ul epidemiologga elektron xabar yuboradi.

Signal quyidagi ko'rinishda bo'lishi mumkin:

“Ogohlantirish: hududda o'tkir ichak infeksiyalari bilan kasallanish ko'rsatkichi kutilgan darajadan yuqori. Epidemiologik tekshiruv va qo'shimcha laboratoriya monitoringini tashkil etish tavsiya etiladi.”

Bunday mexanizm epidemiologik vaziyatga javob berish vaqtini qisqartiradi.

9. Profilaktik tadbirlarni raqamli boshqarish

Tizim aniqlangan xavfga mos ravishda profilaktik tadbirlarni rejalashtirishga yordam beradi. Yuqori xavfli hududlarda laboratoriya tekshiruvlari, sanitariya

nazorati, epidemiologik tekshiruvlar, sanitariya-ma'rifiy ishlar va boshqa tadbirlar kuchaytiriladi.

Har bir tadbir uchun:

hudud → xavf omili → profilaktik chora → mas'ul tashkilot → bajarish muddati → natija indikatori ketma-ketligi belgilanadi. Bu yondashuv profilaktik tadbirlarning bajarilishini ham raqamli monitoring qilish imkonini beradi.

10. Samaradorlikni baholash: Modelni joriy etishdan keyin uning samaradorligi oldindan belgilangan indikatorlar orqali baholanadi. Bunda kasalliklarni aniqlash va xabar berish vaqti, profilaktik qamrov, yuqori xavfli hududlarni aniqlash aniqligi, kasallanish dinamikasi, resurslardan foydalanish samaradorligi va foydalanuvchilarning tizimdan qoniqishi kabi ko'rsatkichlar o'rganiladi.

Masalan:

Samaradorlik = $(\text{joriy etishdan oldingi ko'rsatkich} - \text{joriy etishdan keyingi ko'rsatkich}) / \text{joriy etishdan oldingi ko'rsatkich} \times 100\%$.

Bunda "yaxshilanish" yo'nalishiga qarab indikatorning mazmuni alohida belgilanadi. Masalan, kasallikni aniqlash vaqti qisqarishi ijobiy natija bo'lsa, profilaktik qamrovning oshishi ham ijobiy natija hisoblanadi.

11. Axborot xavfsizligini ta'minlash: Platformani amaliyotga joriy etish jarayonida bemorlarning shaxsiy va tibbiy ma'lumotlarini himoya qilish alohida ustuvor yo'nalish bo'lishi kerak. Foydalanuvchilarning tizimga kirish huquqlari lavozimiga muvofiq belgilanadi. Ma'lumotlarni shifrlash, autentifikatsiya, zaxira nusxalarini yaratish, audit va xavfsizlik monitoringi yo'lga qo'yiladi.

GIS xaritalarida shaxsni bevosita aniqlash imkonini beruvchi ma'lumotlar ochiq ko'rsatilmaydi. Epidemiologik tahlil uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar imkon qadar agregatsiyalangan shaklda taqdim etiladi.

12. Hududiy miqyosda kengaytirish: Pilot loyihaning samaradorligi tasdiqlangach, model bosqichma-bosqich boshqa hududlarga kengaytiriladi. Bunda texnik

infratuzilma, kadrlar tayyorgarligi va epidemiologik ma'lumotlar oqimining xususiyatlari hisobga olinadi.

Kengaytirish jarayoni:

Pilot hudud → Bir nechta hudud → Viloyat darajasi → Respublika darajasi
tamoyili asosida amalga oshirilishi mumkin.

Keyinchalik platformaga boshqa yuqumli va yuqumsiz kasalliklar monitoringini ham qo'shish imkoniyati yaratiladi. Shu tariqa alohida kasallik monitoringidan integratsiyalashgan sog'liqni saqlash profilaktik monitoring tizimiga bosqichma-bosqich o'tish mumkin.

Taklif etilayotgan modelni joriy etishning umumiy algoritmi

1. Ehtiyojlarni baholash → 2. Ma'lumotlar oqimini audit qilish →
3. Normativ-metodik bazani ishlab chiqish → 4. Texnik platformani yaratish →
5. Elektron ma'lumotlar bazasini shakllantirish →
6. Laboratoriya–epidemiologiya–GIS integratsiyasi → 7. Pilot hududda sinov →
8. Xodimlarni o'qitish → 9. Avtomatik monitoring va ogohlantirishni ishga tushirish →
10. Profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish → 11. Samaradorlikni baholash → 12. Tizimni hududiy va respublika miqyosida kengaytirish

Amaliy joriy etishning kutilayotgan natijasi: Taklif etilayotgan modelni sog'liqni saqlash amaliyotiga joriy etish natijasida epidemiologik ma'lumotlarni yig'ish va tahlil qilishning tezkorligi oshadi, turli axborot manbalari o'rtasidagi uzilishlar kamayadi, kasalliklarning hududiy tarqalishi GIS orqali aniqroq baholanadi va yuqori xavfli hududlar erta aniqlanadi. Eng muhimi, epidemiologik ma'lumotlar boshqaruv qarorlariga bevosita bog'lanadi.

Modelning amaliy qiymatini quyidagi zanjir bilan ifodalash mumkin:

Elektron ma'lumot → Integratsiya → Epidemiologik tahlil → GIS xaritalash →
Xavfni baholash → Avtomatik signal → Differensial profilaktika → Natijani monitoring qilish.

Xulosa qilib aytganda, taklif etilayotgan raqamli profilaktika va epidemiologik monitoring modelini sogʻliqni saqlash amaliyotiga joriy etish bosqichma-bosqich, pilot sinov va natijalarni baholash asosida amalga oshirilishi maqsadga muvofiq. Modelning asosiy afzalligi mavjud tibbiy va epidemiologik axborot resurslarini yagona raqamli muhitga birlashtirib, epidemiologik vaziyatni erta aniqlash, xavfni hududiy stratifikatsiya qilish, profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish va ularning natijasini doimiy monitoring qilish imkonini berishidir. Shu bilan birga, modelni muvaffaqiyatli joriy etish uchun texnik infratuzilma bilan bir qatorda maʼlumotlar sifati, interoperabellik, mutaxassislarning raqamli kompetensiyasi, axborot xavfsizligi va normativ-metodik taʼminotning uygʻunligi zarur.

UMUMIY XULOSA

Ushbu monografiyada sogʻliqni saqlash tizimini raqamli transformatsiya qilishning nazariy, metodologik va amaliy jihatlarini, ayniqsa kasalliklarni profilaktika qilish va epidemiologik monitoringni takomillashtirishdagi imkoniyatlari tizimli ravishda yoritildi. Zamonaviy epidemiologik jarayonlarning murakkablashuvi, kasalliklarning hududiy va vaqt boʻyicha oʻzgaruvchanligi, aholi migrasiyasining ortishi hamda katta hajmdagi tibbiy maʼlumotlarning shakllanishi profilaktik boshqaruvda raqamli texnologiyalardan foydalanishni zarur strategik yoʻnalishga aylantirmoqda.

Monografiyada sogʻliqni saqlashni raqamlashtirishning asosiy mazmuni faqat qogʻoz hujjatlarni elektron shaklga oʻtkazishdan iborat emasligi asoslandi. Raqamli transformatsiyaning asosiy vazifasi maʼlumotlarni yigʻish, saqlash, integratsiyalash, tahlil qilish, xavfni prognozlash va ushbu natijalarni amaliy profilaktik qarorlar bilan bogʻlashdan iborat yaxlit tizimni shakllantirishdir. Shu nuqtai nazardan, elektron tibbiy maʼlumotlar bazalari, epidemiologik monitoring, GIS, analitik platformalar, sunʼiy intellekt va raqamli kommunikatsiya vositalarining oʻzaro integratsiyasi zamonaviy profilaktik tibbiyotning muhim tarkibiy qismi sifatida qaraldi.

Tahlillar shuni koʻrsatadiki, elektron tibbiy maʼlumotlar raqamli profilaktika tizimining asosiy axborot resursini tashkil etadi. Klinik, laboratoriya, demografik va

epidemiologik ma'lumotlarni yagona raqamli muhitda birlashtirish kasalliklarning tarqalish qonuniyatlarini chuqurroq o'rganish, xavf guruhlarini aniqlash va profilaktik tadbirlarni individual hamda hududiy ehtiyojlarga moslashtirish imkonini beradi. Bunda ma'lumotlarning to'liqligi, aniqligi, o'z vaqtida kiritilishi va standartlashtirilishi tizim samaradorligini belgilovchi muhim omillar hisoblanadi.

Monografiyada GAT texnologiyalarining profilaktik tibbiyotdagi o'rni alohida asoslandi. GAT yordamida kasallanish ko'rsatkichlarini hududiy jihatdan tahlil qilish, epidemiologik xavf zonalarini aniqlash, "qaynoq nuqtalar"ni xaritalash, kasalliklarning makon-vaqt dinamikasini kuzatish va profilaktik tadbirlarni hududiy differensial rejalashtirish imkoniyati yaratiladi. Natijada epidemiologik monitoring statistik hisobot doirasidan chiqib, hududiy boshqaruvni qo'llab-quvvatlovchi amaliy vositaga aylanadi.

Raqamli profilaktika tizimining muhim yo'nalishi sifatida sun'iy intellekt va intellektual tahlil texnologiyalaridan foydalanish ko'rib chiqildi. Katta hajmdagi epidemiologik ma'lumotlardan yashirin qonuniyatlarni aniqlash, xavf guruhlarini stratifikatsiya qilish, kasallanish dinamikasini prognozlash va erta ogohlantirish signallarini shakllantirishda sun'iy intellektning imkoniyatlari katta. Shu bilan birga, sun'iy intellekt tomonidan shakllantirilgan prognoz va tavsiyalar mutaxassisning klinik-epidemiologik qarorini almashtirmasligi, balki uni qo'llab-quvvatlashi kerakligi ta'kidlandi.

Monografiyada ishlab chiqilgan yondashuvlarning muhim tarkibiy qismi — profilaktik tadbirlarni differensial rejalashtirish algoritmidir. Mazkur yondashuvga ko'ra, barcha hudud va aholi guruhlariga bir xil profilaktik tadbirlarni qo'llash o'rniga, epidemiologik xavf darajasi, kasallanish dinamikasi, xavf omillari va mavjud resurslardan kelib chiqib, profilaktik strategiyalar tabaqalashtiriladi. Hududlarni past, o'rta, yuqori va juda yuqori xavf guruhlariga ajratish orqali profilaktik resurslarni epidemiologik ehtiyoj yuqori bo'lgan hududlarga ustuvor yo'naltirish imkoniyati yaratiladi.

Taklif etilgan integratsiyalashgan raqamli epidemiologik monitoring platformasining amaliy modeli elektron tibbiy ma'lumotlar, laboratoriya axborot tizimlari, epidemiologik monitoring, GAT, statistik tahlil, xavfni baholash, prognozlash va interaktiv dashboardlarni yagona tizimga birlashtirishga asoslanadi. Ushbu modelning asosiy funksional zanjiri:

“Ma'lumotlarni yig'ish → integratsiyalash → tahlil qilish → GIS orqali xaritalash → epidemiologik xavfni baholash → prognozlash → avtomatik ogohlantirish → profilaktik qaror → tadbirlarni amalga oshirish → natijani monitoring qilish”

ko'rinishida ifodalanadi.

Mazkur modelning amaliy afzalligi shundaki, epidemiologik monitoring faqat kasallik holatlarini qayd etuvchi tizim sifatida emas, balki erta ogohlantiruvchi va qarorlarni qo'llab-quvvatlovchi proaktiv tizim sifatida shakllanadi. Masalan, kasallanish ko'rsatkichlarining kutilgan darajadan oshishi avtomatik signalni yuzaga keltirishi, GAT orqali xavfli hudud aniqlanishi va tegishli profilaktik tadbirlarni tezkor rejalashtirish uchun asos yaratilishi mumkin.

Monografiyada raqamli profilaktika tizimining natijadorligini baholash uchun samaradorlik indikatorlari tizimi ham shakllantirildi. Bunda ma'lumotlarning to'liqligi va aniqligi, raqamlashtirish darajasi, epidemiologik xabar berish tezligi, kasalliklarni erta aniqlash, profilaktik qamrov, yuqori xavfli hududlarni aniqlash aniqligi, resurslardan foydalanish samaradorligi, tizimning texnik barqarorligi, axborot xavfsizligi va foydalanuvchilar qoniqishi kabi ko'rsatkichlardan foydalanish taklif etildi.

Raqamlashtirishning yakuniy samarasi faqat texnik indikatorlar bilan emas, balki epidemiologik natijalar bilan baholanishi lozim. Shu sababli kasallanish dinamikasining o'zgarishi, epidemik o'choqlarni aniqlash va nazoratga olish vaqti, profilaktik tadbirlar qamrovi, yuqori xavfli hududlarda kasallanishning kamayishi va resurslardan foydalanish samaradorligi raqamli tizimning amaliy qiymatini belgilovchi asosiy natijaviy mezonlar sifatida qaralishi kerak.

Raqamli epidemiologik tizimlarni amaliyotga joriy etish bo'yicha bosqichma-bosqich mexanizm taklif qilindi. U ehtiyojlarni baholash va mavjud axborot oqimlarini audit qilish, normativ-metodik asosni shakllantirish, texnik infratuzilmani yaratish, ma'lumotlarni integratsiyalash, pilot hududda sinovdan o'tkazish, tibbiyot xodimlarini o'qitish, samaradorlikni baholash va keyinchalik hududiy hamda respublika miqyosida kengaytirish bosqichlarini qamrab oladi. Bunday bosqichli yondashuv tizimni amaliyotga moslashtirish va mavjud muammolarni keng miqyosda joriy etishdan oldin aniqlash imkonini beradi.

Shuningdek, monografiyada tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi, shaxsiy ma'lumotlarni himoyalash va kiberxavfsizlik raqamli profilaktika tizimining ajralmas qismi ekanligi asoslandi. Elektron tibbiy ma'lumotlarning ko'payishi bilan birga ularni ruxsatsiz foydalanish, ma'lumotlar sizib chiqishi va kiberhujumlardan himoyalash talabi ham kuchayadi. Shu sababli autentifikatsiya, foydalanuvchi huquqlarini differensial boshqarish, ma'lumotlarni shifrlash, anonimlashtirish yoki psevdonimlashtirish, zaxira nusxalarini yaratish va tizimdagi faoliyatni audit qilish raqamli epidemiologik platformaning majburiy komponentlari bo'lishi kerak.

Raqamli profilaktika tizimining muvaffaqiyatli ishlashi interoperabellik tamoyiliga ham bog'liq. Turli tibbiyot muassasalari, laboratoriyalar, epidemiologik xizmatlar va boshqaruv organlarining axborot tizimlari o'rtasida standartlashtirilgan ma'lumot almashinuvi yo'lga qo'yilmasa, raqamlashtirish natijasida alohida-alohida "axborot orollari" shakllanishi mumkin. Shu sababli yagona ma'lumotlar standartlari, kodlash tizimlari va axborot almashinuvi mexanizmlarini joriy etish raqamli transformatsiyaning strategik sharti hisoblanadi.

Umuman olganda, monografiyada taklif etilgan yondashuvlar sog'liqni saqlash tizimida reaktiv profilaktik boshqaruvdan proaktiv va prognozga asoslangan boshqaruvga o'tish uchun metodologik asos yaratadi. An'anaviy tizimda kasallik holati aniqlangandan keyin choralar ko'rilsa, raqamli profilaktika modelida epidemiologik xavf kasallik keng tarqalishidan oldin aniqlanishi va tegishli profilaktik choralar oldindan rejalashtirilishi mumkin.

Shu asosda quyidagi strategik xulosalar shakllantiriladi:

1. Sog‘liqni saqlash tizimini raqamlashtirish kasalliklar profilaktikasining samaradorligini oshirishning muhim strategik yo‘nalishidir.
2. Elektron tibbiy ma’lumotlar, laboratoriya axborot tizimlari, epidemiologik monitoring va GATning integratsiyasi epidemiologik vaziyatni kompleks baholash imkonini beradi.
3. GAT texnologiyalari kasalliklarning hududiy tarqalishini aniqlash va profilaktik tadbirlarni hududiy differensial rejalashtirish uchun samarali vosita hisoblanadi.
4. Sun’iy intellekt va prognozlash algoritmlari epidemiologik xavfni erta aniqlash, yuqori xavfli guruhlarini stratifikatsiya qilish va kelgusidagi epidemiologik vaziyatni baholash imkoniyatlarini kengaytiradi.
5. Raqamli monitoring tizimi “ma’lumot yig‘ish” bilan cheklanmasdan, qarorlarni qo‘llab-quvvatlash va profilaktik tadbirlarni boshqarish tizimi sifatida tashkil etilishi kerak.
6. Profilaktik tadbirlarni xavf darajasiga ko‘ra differensial rejalashtirish tibbiy va moliyaviy resurslardan samarali foydalanish imkonini beradi.
7. Raqamli profilaktika tizimining samaradorligi texnik ko‘rsatkichlar bilan bir qatorda epidemiologik natijalar orqali ham baholanishi zarur.
8. Raqamli tizimlarni amaliyotga joriy etish pilot loyihadan boshlanib, natijalar asosida bosqichma-bosqich hududiy va respublika miqyosida kengaytirilishi maqsadga muvofiq.
9. Shaxsiy tibbiy ma’lumotlarni himoyalash, kiberxavfsizlik va ma’lumotlar maxfiyligini ta’minlash raqamli epidemiologik monitoringning majburiy sharti hisoblanadi.
10. Raqamli transformatsiyaning yakuniy maqsadi texnologiyani joriy qilish emas, balki kasalliklarni oldindan aniqlash, xavfni kamaytirish va aholining

salomatligini yaxshilashga qaratilgan samarali profilaktik boshqaruv tizimini shakllantirishdan iborat.

Amaliy tavsiyalar

Elektron tibbiy ma'lumotlar, GAT, sun'iy intellekt, epidemiologik monitoring, raqamli dashboardlar va qarorlarni qo'llab-quvvatlash mexanizmlarining yagona platformaga birlashtirilishi kasalliklarni erta aniqlash, epidemiologik xavfni prognozlash, yuqori xavfli hudud va guruhlarini aniqlash hamda profilaktik resurslarni maqsadli taqsimlash imkonini beradi.

Taklif etilayotgan modelning asosiy konseptual mohiyati "raqamli ma'lumot → tahlil → xavfni prognozlash → manzilli profilaktika → natijani baholash" uzluksiz siklini shakllantirishdan iborat. Mazkur yondashuv sog'liqni saqlash tizimini kasalliklar yuzaga kelgandan keyin javob beruvchi tizimdan, kasallik xavfini oldindan aniqlab, uning oldini olishga qaratilgan proaktiv, integratsiyalashgan va ma'lumotlarga asoslangan profilaktik tizimga transformatsiya qilish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Raqamlashtirish sog'liqni saqlash tizimining texnik modernizatsiyasi emas, balki epidemiologik boshqaruvning mazmuniy va tashkiliy transformatsiyasi sifatida namoyon bo'ladi. Ushbu transformatsiyaning muvaffaqiyati texnologiyalarning mavjudligi bilan bir qatorda ma'lumotlar sifati, tizimlararo integratsiya, mutaxassislarning raqamli kompetensiyasi, ilmiy asoslangan algoritmlar, axborot xavfsizligi va boshqaruv jarayonlarining o'zaro uyg'unligini ta'minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. Normativ-huquqiy hujjatlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 24-maydagi PQ-162-son qarori — "Raqamli xizmatlar qamrovi va sifatini oshirish hamda soha, tarmoq va hududlarni raqamli transformatsiya qilish chora-tadbirlari to'g'risida"
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Ma'muriy islohotlar doirasida raqamli texnologiyalar sohasida davlat boshqaruvini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida" PF-76 son farmoni
3. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 23-maydagi "2021-2023 yillarda kompyuter va axborot texnologiyalarini rivojlantirish, "Internet" axborot tizimlariga keng kirib borishni ta'minlash dasturini ishlab chiqishni tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 230-sonli Qarori.

II. Asosiy adabiyotlar va qo'llanmalar

1. Jurayev A. O'zbekistonda sog 'liqni saqlash sohasiga oid davlat siyosatining yo 'nalishlari (Jizzax viloyati misolida) //Наука и инновация. – 2025. – Т. 3. – №. 12. – С. 37-40.
2. Xo'jamova S. B. Virusli kasalliklarning tarqalish geografiyasi va nozogeografik muhitni yaxshilash yo 'llari //Наука и инновация. – 2024. – Т. 2. – №. 35. – С. 120-123.
3. Akbar o'g'li J. A. et al. Elektron hukumat texnologiyalari va xizmatlari //World scientific research journal. – 2025. – Т. 40. – №. 2. – С. 38-43.
4. Ravshanovna A. S. Tibbiyot muassasalari raqobatbardoshligini oshirishda raqamli texnologiyalarning ahamiyati //Scientific Journal of Actuarial Finance and Accounting. – 2024. – Т. 4. – №. Maxsus son. – С. 285-290.
5. Nurmukhammadov I. Raqamli boshqaruv //Наука и инновации в системе образования. – 2025. – Т. 4. – №. 4. – С. 184-187.
6. Alijonovich R. N., Murodjon o'g'li A. M. Sun'iy intellekt va tibbiyot: zamonaviy texnologiyalarning sog 'liqni saqlash tizimidagi roli va istiqbollari

- //Образование наука и инновационные идеи в мире. – 2025. – Т. 70. – №. 6. – С. 17-20.
7. Saxibova G., Umurzakova M., Hasanova S. Tibbiy ko 'rik natijalarini bashorat qilishda sun'iy intellekt texnologiyalarining ilmiy-metodik asoslari va amaliy tatbiqi //Инновационные исследования в науке. – 2025. – Т. 4. – №. 3. – С. 73-88.
8. Muxamadiyevna M. N. Sog 'liqni saqlash tizimining rivojlanishi va dolzarb muammolari //World scientific research journal. – 2025. – Т. 39. – №. 2. – С. 49-53.
9. JSST. Global Strategy on Digital Health 2020–2027. 2025. —
10. JSST. Strategy for Optimizing National Routine Health Information Systems. 2025.
11. JSST/UNICEF. Operational Framework for Primary Health Care. 2020.
12. JSST. Ottawa Charter for Health Promotion. 1986.
13. JSST. Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health. 2021.
14. Cromley E.K., McLafferty S.L. GIS and Public Health.
15. Gordis L. Gordis Epidemiology.
16. Buehler J.W. et al. Framework for evaluating public health surveillance systems for early detection of outbreaks.
17. JSST. Digital Implementation Investment Guide. — raqamli modelni amaliyotga joriy qilish mexanizmlari uchun.
18. JSST. Global Health Strategy 2025–2028.