ISSN: 3030-3346

NOGIRONLIGI BO‘LGAN BOLALAR VA ULARNING ONALARINI KOMPLEKS REABILITATSIYA QILISHDA RAQAMLI TIBBIYOT TEXNOLOGIYALARIGA ASOSLANGAN RAQAMLI REABILITATSIYA PLATFORMASINING MODEL VA ALGORITMLARI

Abdumalikova Laylo Abduxoliq qizi

Toshkent pediatriya tibbiyot instituti,
Klinik ordinatura bosqichi
E-mail: layloabdumalikova6@gmail.com

K E Y W O R D S

Rqamli reabilitatsiya, raqamli tibbiyot, nogironligi bo‘lgan bolalar, kompleks reabilitatsiya, sun’iy intellekt, Internet of Things (IoT), taqiladigan tibbiy qurilmalar, m-health, teletibbiyot, masofaviy monitoring, bulutli hisoblash, tibbiy ma’lumotlar, shaxsiylashtirilgan reabilitatsiya.

A B S T R A C T

Ushbu maqolada nogironligi bo‘lgan bolalar va ularning onalarini kompleks reabilitatsiya qilishda raqamli tibbiyot texnologiyalariga asoslangan raqamli reabilitatsiya platformasining model va algoritmlari tadqiq etilgan. Tadqiqotda raqamli sog‘liqni saqlash, Internet of Things (IoT), sun’iy intellekt, taqiladigan tibbiy qurilmalar, mobil sog‘liqni saqlash (m-health) va teletibbiyot texnologiyalarining reabilitatsiya jarayonidagi imkoniyatlari tizimli ravishda tahlil qilingan. Raqamli reabilitatsiya platformasining arxitekturasi bemor holatini monitoring qilish, tibbiy ma’lumotlarni yig‘ish va uzatish, ma’lumotlarni qayta ishlash hamda tahlil qilish va natijalar asosida reabilitatsiya jarayonini qo‘llab-quvvatlash bosqichlarini qamrab oladi. IoT va taqiladigan qurilmalar yordamida fiziologik ko‘rsatkichlarni real vaqt rejimida kuzatish, to‘plangan ma’lumotlarni bulutli muhitda saqlash va sun’iy intellekt asosida tahlil qilish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, masofaviy monitoring va telemeditsina vositalari orqali bemorlar hamda ularning onalariga reabilitatsiya jarayonida uzluksiz axborot va mutaxassis nazoratini ta’minlash masalalari yoritilgan. Tadqiqot natijalari raqamli texnologiyalarni integratsiyalashgan holda qo‘llash reabilitatsiyani shaxsiylashtirish, real vaqt rejimida monitoring qilish, tibbiy ma’lumotlardan samarali foydalanish va masofaviy tibbiy xizmatlarni tashkil etish uchun texnologik asos yaratishini ko‘rsatadi.

1. Kirish

Bugungi kunda dunyo miqyosida raqamli texnologiyalar, ma’lumotlar tahlili, sun’iy intellekt va tibbiy tadqiqotlar sohasidagi so‘nggi yutuqlar sog‘liqni saqlash xizmatlarini tubdan o‘zgartirmoqda. Kontekstga asoslangan aqlli sog‘liqni saqlashning paydo bo‘lishi tibbiy informatika, elektronika, biomuhandislik va sog‘liqni saqlash etikasi kabi turli sohalarga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi. Zamonaviy biotexnologiyalarni sun’iy intellekt, narsalar interneti, katta ma’lumotlar, chekka va bulutli hisoblash, kiyiladigan tibbiy asboblar va blokcheyn kabi ilg‘or raqamli texnologiyalar bilan integratsiya qilish orqali tizimlari yuqori samaradorlik, kengaytirilgan kirish imkoniyati va bemorga yo‘naltirilgan yordamga erishish uchun an’anaviy modellarni qayta belgilamoqda. Ushbu maqolada aqlli reabilitatsiyani rag‘batlantiruvchi texnologik innovatsiyalar, texnologiyalarining zamonaviy reabilitatsiya amaliyotlariga ko‘p o‘lchovli ta’siri, ularning shaxsiylashtirilgan davolash rejalari, real vaqt rejimida monitoring va jismoniy va ruhiy farovonlik uchun bemorlarni jalb qilishdagi muhim roli ta’kidlangan. Sog‘liqni saqlashdagi hozirgi paradigma o‘zgarishlari keyingi bir necha yil ichida ijobiy o‘zgarishlarni va’da qilmoqda, bu esa uni turli xil sog‘liqni saqlash muammolariga duch kelgan shaxslar uchun yanada shaxsiylashtirilgan va samarali sog‘liqni saqlash tajribasiga aylantiradi.

(cc) BY

2.Adabiyotlar tahlili.

Sog‘liqni saqlash sohasini raqamlashtirish jarayoni boshqa tarmoqlarda kuzatilganiga o‘xshash yo‘nalishda rivojlandi. 1950-yillarda biznes korxonalari hisob-kitob va buxgalteriya kabi qat’iy tartibga solingan va takrorlanuvchi vazifalarni modernizatsiya qilish uchun yangi raqamli texnologiyalarni joriy eta boshlagan bir paytda, tibbiy xizmatlar uchun to‘lovlarni amalga oshiruvchi tashkilotlar ham katta hajmdagi statistik ma’lumotlarni samarali qayta ishlash maqsadida axborot texnologiyalaridan foydalanishga o‘tdilar. Ushbu o‘zgarishlar kompyuterlarning ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilishda muhim vosita sifatida paydo bo‘lishi bilan bir vaqtga to‘g‘ri keldi. Ikki o‘n yillikdan so‘ng, raqamlashtirishning navbatdagi bosqichi shakllana boshladi. Ushbu bosqich alohida tashkilotlar doirasidagi asosiy jarayonlarning integratsiyalashuviga hamda ta’minot zanjirini boshqarish kabi bizneslararo operatsiyalarning tartibga solinishiga imkon yaratdi. Bunday afzalliklarga raqamli tizimlarni joriy etish orqali erishildi. Raqamli texnologiyalarni joriy etishning ikkinchi bosqichi sog‘liqni saqlash sohasiga ta’sir nuqtai nazaridan elektron tibbiy kartalar kabi vositalarni ishlab chiqishda hal qiluvchi rol o‘ynadi. Raqamli transformatsiyaning dastlabki va keyingi to‘lqinlariga qaramay, sog‘liqni saqlash sektoridagi manfaatdor tomonlar o‘z faoliyatlari natijalarida faqatgina sezilarli bo‘lmagan o‘zgarishlarni kuzatdilar. Shu bilan birga, ular to‘liq integratsiyalashgan raqamli sog‘liqni saqlash ekotizimini yaratish uchun zarur bo‘lgan turli manfaatdor tomonlar, me’yoriy-huquqiy bazalar va maxfiylik masalalarini samarali boshqara olmadilar. Bunday kamchiliklar asosan raqamlashtirishning dastlabki bosqichlarida bemorlarning o‘ziga xos ehtiyojlarini qondirishdan ko‘ra jarayonlarni optimallashtirishga ustuvor ahamiyat berilgani bilan izohlanadi. Raqamlashtirishning uchinchi to‘lqinida yuqori natijalarga erishish, birinchi navbatda, ham tarmoqlar doirasida, ham alohida tibbiyot muassasalarida bemorlarning raqamli texnologiyalarga oid kutishlarini aniqlash va ularni qondirishga bog‘liqdir. Hozirgi vaqtda sog‘liqni saqlash xizmatlarini raqamlashtirishni boshlash uchun qulay sharoitlar yuzaga keldi; bunga raqamli vositalar va tarmoqlardan foydalanishga nisbatan global miqyosda ortib borayotgan ishonch va qulaylik hissi, ayniqsa, tibbiy yordam ko‘rsatish kabi murakkab va nozik sohalarda, turtki bo‘lmoqda. Hozirgi vaqtda sog‘liqni saqlash sohasida samarali va hayotga tatbiq etish mumkin bo‘lgan tizimlarni yaratishga e’tibor kuchaymoqda; bu tizimlar tibbiyot muassasalari va mutaxassislariga bemorlarni aniqlash hamda ularning imkoniyatlarini kengaytirish masalalarini ustuvor vazifa sifatida belgilash imkonini beradi. Ushbu chora-tadbirlar tibbiyot klinikalari va tibbiy xizmat ko‘rsatuvchilarni rag‘batlantirishga qaratilgan.

Raqamli sog‘liqni saqlash nafaqat texnologik takomillashuvni, balki ko‘plab jabhalarda yuz beradigan keng qamrovli o‘zgarishlarni ham anglatadi. Ushbu atama superkompyuterlar va bulutli platformalar kabi ilg‘or hisoblash quvvatiga asoslangan, IoT kabi yangi texnologiyalar orqali ma’lumotlar uzatilishini ta’minlaydigan hamda zamonaviy sensorlar yordamida ma’lumotlarni to‘playdigan aqlli tizimni ifodalaydi. Ijtimoiy tizimlarni integratsiya qilish va muvofiqlashtirish qobiliyati tufayli u inson jamiyatlarini murakkab va moslashuvchan tarzda boshqarish imkonini beradi. Aslida, Raqamlashgan sog‘liqni saqlash tizimlari — bu ma’lumotlarni uzluksiz to‘plash, ulardan foydalanish va almashish uchun IoT, taqiladigan texnologiyalar, sun’iy intellekt va mobil tarmoqlar kabi eng zamonaviy innovatsiyalardan foydalanadigan sog‘liqni saqlash tizimidir. Shuningdek, u shaxslar, resurslar va tibbiyot xizmatlarini ko‘rsatuvchilar o‘rtasidagi aloqalarni rivojlantiradi hamda sog‘liqni saqlash sohasining murakkab va xilma-xil talablarini faol tarzda hal etishga xizmat qiladi. Manfaatdor tomonlar o‘rtasidagi aloqani kuchaytirish orqali aqlli tizimlar o‘z vaqtida tibbiy yordam ko‘rsatishni ta’minlaydi, dalillarga asoslangan qarorlar qabul qilishni qo‘llab-quvvatlaydi va sog‘liqni saqlash ekotizimida resurslarni taqsimlash jarayonini optimallashtiradi. Sog‘liqni saqlash sohasi bemorlarga ko‘rsatiladigan xizmat sifatini oshiruvchi hamda tashkiliy samaradorlikni yaxshilovchi texnologik innovatsiyalar ta’sirida jadal rivojlanmoqda. Sog‘liqni saqlash sohasida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining ko‘pincha "E-health" (elektron sog‘liqni saqlash) deb ataladi. Joriy etilishi telemeditsina hamda tibbiyot xizmatlarini ko‘rsatuvchilar va bemorlar o‘rtasidagi masofaviy hamkorlik kabi

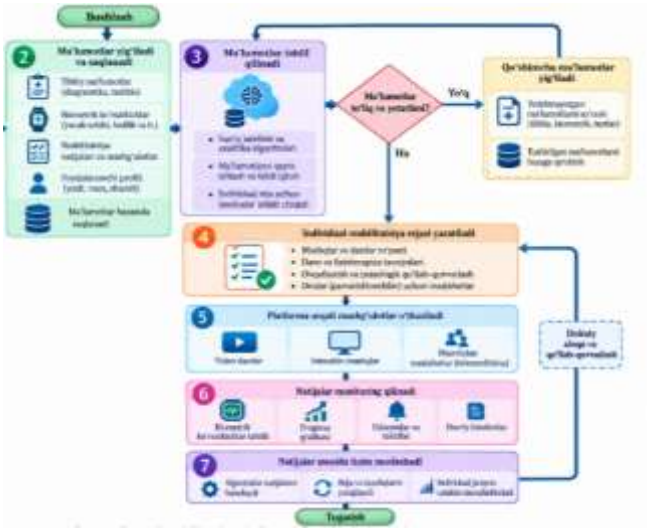
(cc) BY

tashabbuslarni amalga oshirish imkonini beradi. Ushbu texnologiyalar tibbiy yozuvlarni boshqarish kabi muammolarni hal qilish uchun ishlab chiqilgan.



1-rasm. Raqamli tibbiyot texnologiyalariga asoslangan raqamli reabilitatsiya platformasining ishlash arxitekturasi.

Elektron sog‘liqni saqlash tizimi dastlab tibbiy yozuvlarni boshqarish kabi tashkiliy muammolarni hal etishga qaratilgan edi. Tibbiy muassasalarda mobil telefonlarning keng qo‘llanilishi bilan mobil sog‘liqni saqlash tushunchasi paydo bo‘ldi, bu bemorlarni masofadan va uzluksiz kuzatish kabi vazifalarni osonlashtiradi. Biroq, m-health ilovalari orqali hosil qilingan ma’lumotlarning katta qismi kontekstga juda bog‘liq, ya’ni o‘zgaruvchilarni talqin qilish ko‘pincha geografik joylashuv, bemorlarning xulq-atvori va atrof-muhit sharoitlari kabi omillarga qarab o‘zgaradi. An’anaviy va m-health tizimlarining cheklovlariga javoban Solanas va boshqalar mobil qurilmalarning imkoniyatlarini kontekstga asoslangan sezish va tarmoq infratuzilmalari bilan birlashtiradigan "Aqlli sog‘liq" deb nomlangan yangi paradigmani taklif qilishdi. Ushbu yondashuv sog‘liqni saqlash xizmatlarini individual sharoitlar va muhitlarga dinamik ravishda moslashtirish uchun sensorlar, ma’lumotlarni tahlil qilish va mashinani o‘rganish kabi ilg‘or texnologiyalardan foydalanadi. Joylashuv, xulq-atvor va sog‘liq holati kabi o‘zgaruvchilarga real vaqt rejimida javob berish orqali kontekstga asoslangan tizimlar samarali va shaxsiylashtirilgan yordamni ta’minlaydi. Raqamli tibbiyot texnologiyalari kirishni yaxshilash, masofadan turib monitoringni yoqish, ma’lumotlardan foydalanishni optimallashtirish, xarajatlarni kamaytirish va o‘z vaqtida, joylashuvga bog‘liq bo‘lmagan xizmatlarni taqdim etish orqali natijalarni yanada yaxshilaydi.



2-rasm. Raqamli reabilitatsiya platformasining ishlash algoritmi.

Ushbu maqola bemorlarga sog‘liqni saqlash ma’lumotlariga kirishni osonlashtirish va litsenziyalangan tibbiyot mutaxassislari rahbarligida o‘z-o‘zini boshqarishni qo‘llab-quvvatlash orqali aqlli reabilitatsiya orqali hayot sifatini yaxshilashga imkon beradigan texnologiyalarni ko‘rib chiqishga qaratilgan. Ushbu maqolada aqlli reabilitatsiya texnologiyalaridagi so‘nggi yutuqlar quyidagi asosiy maqsadlar bilan tizimli ravishda ko‘rib chiqiladi:

Ortopedik va ruhiy salomatlik kontekstida aqlli reabilitatsiyani rivojlantiruvchi asosiy texnologiyalarni o‘rganing va tasnigflash;

So‘nggi adabiyotlar asosida tendentsiyalar va foydalanish naqshlarini o‘rganish;

Turli xil sog‘liqni saqlash muassasalarida aqlli reabilitatsiya tizimlarini joriy etish, miqyoslash va tasdiqlashdagi mavjud bo‘shliqlarni aniqlash;

Kelajakdagi innovatsiyalar va ushbu texnologiyalarni joriy etishga yo‘naltirilgan hozirgi muammolarni bayon qiling va tadqiqot ustuvorliklarini taklif qilish.

Hozirgi adabiyotlarda sezilarli bo‘shliq mavjud: ko‘plab sharhlar raqamli reabilitatsiyani o‘rganayotgan bo‘lsada, ular asosan bitta sohaga, jismoniy salomatlikka yoki ruhiy salomatlikka alohida e’tibor qaratadi. Ushbu yopiq yondashuv aqlli texnologiyalarning sinergetik salohiyatini aks ettira olmaydi va komorbid holatlarning haqiqatini e’tibordan chetda qoldiradi. Natijada, aqlli

(cc) BY

texnologiyalarga asoslangan reabilitatsiyani integratsiyalashgan tarzda, ham jismoniy, ham ruhiy salomatlik kontekstlarini qamrab oluvchi tizimli ravishda ko‘rib chiqadigan maxsus va yaxlit tahlil sezilarli darajada yetishmayapti. Ushbu ish ushbu muhim bo‘shliqni bartaraf etishga qaratilgan. Yaqinda chop etilgan sharh maqolalarining kamchiligi asosan jismoniy salomatlikka yoki ruhiy salomatlikni mustaqil ravishda qaratilgan bo‘lib, bu shaxsning to‘liq sog‘lig‘ini saqlashga e’tiborning yetishmasligiga olib keldi. Dunyo olimlari Dargan va boshqalar o‘z maqolalarida kengaytirilgan reallik texnologiyasi, uning qo‘llanilish sohalari, afzalliklari, duch kelinadigan muammolar va kelajakdagi rivojlanish yo‘nalishlari bo‘yicha batafsil sharh taqdim etdilar. Raqamli reallik jarrohlik amaliyoti davomida jarrohlarni real vaqt rejimida ma’lumot bilan ta’minlash yoki sog‘liqni saqlash sohasida bemorlarning reabilitatsiyasiga ko‘maklashish uchun ishlatilishi mumkin; biroq uni keng joriy etishdagi asosiy to‘siqlar qatoriga apparat vositalarining narxi, foydalanish imkoniyati, xavfsizlik va boshqa omillar kiradi. Raqamli sog‘liqni saqlash texnologiyalari yordamida jismoniy reabilitatsiya, xususan, tayanch-harakat tizimi kasalliklari va ortopedik buzilishlarni davolashga qaratilgan tizimli tahliliy ishlar juda kam uchraydi. Bundan tashqari, yaqinda chop etilgan yana bir tahliliy maqolada tayanch-harakat tizimi kasalliklari va surunkali og‘riqdan aziyat chekayotgan insonlarning hayot sifatini oshirishga qaratilgan reabilitatsiya jarayonida raqamli sog‘liqni saqlash texnologiyalarining samaradorligi muhokama qilindi. Mualliflar aqlli texnologiyalarga asoslangan reabilitatsiya ham bemorlar, ham tibbiyot xodimlari uchun amaliy va moslashuvchan yechim taklif etadi, degan xulosaga keldilar. Garchi tegishli sohalarda ko‘plab tadqiqotlar o‘tkazilgan bo‘lsa-da, ham jismoniy, ham ruhiy salomatlikni himoyalash kontekstida aqlli texnologiyalarga asoslangan reabilitatsiyani qamrab oluvchi maxsus va yaxlit tahliliy ish hali mavjud emas. Ushbu ish SHC texnologiyalaridagi so‘nggi yutuqlar va ularning ikki tomonlama qo‘llanilishini tizimli ravishda o‘rganuvchi ilk tahliliy sharh sifatida ushbu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan. U tibbiyot mutaxassislari, bemorlar, tadqiqotchilar, siyosatni belgilovchilar, texnologiya ishlab chiquvchilar, parvarish qiluvchilar va ta’lim sohasi vakillari uchun muhim va keng qamrovli ma’lumotlarni taqdim etadi. Bizga ma’lum bo‘lishicha, bu raqamli sog‘liqni saqlash texnologiyalaridagi so‘nggi yutuqlarni hamda ularning jismoniy va ruhiy reabilitatsiyadagi qo‘shaloq qo‘llanilishini tizimli ravishda tahlil qiluvchi ilk sharhdir.

Jismoniy va ruhiy salomatlikni saqlashda raqamli texnologiyalarga asoslangan aqlli reabilitatsiya bo‘yicha eng dolzarb tadqiqotlarni izlashni aniqlashtirish uchun Tizimli sharhlar va meta-tahlillar bo‘yicha tavsiya etilgan hisobot elementlari protokolidan foydalanildi. Qamrov kengligi va dolzarblikni ta’minlash maqsadida izlash jarayoni asosan ingliz tilida chop etilgan maqolalarga qaratildi. Tegishli maqolalarni izlashda quyidagi kalit so‘zlardan asosiy vosita sifatida foydalanildi:

3. Tadqiqot metodologiyasi.

Tadqiqotlar quyidagi ikki asosiy mezonga javob bergan taqdirdagina tahlilga kiritildi:

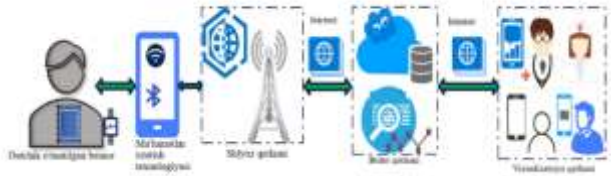
- tadqiqotda jismoniy va yoki ruhiy salomatlikni saqlashga qaratilgan reabilitatsiya jarayonida aqlli texnologiyalardan foydalanilgan bo‘lishi;
- tadqiqot ortopedik va/yoki ruhiy kasalliklarga qaratilgan bo‘lishi hamda eksperimental yoki klinik sinovlar natijalarini o‘z ichiga olishi.

Metodologik puxtalikni ta’minlash maqsadida dastlabki saralash bosqichida dolzarblik va sifat bo‘yicha dastlabki tekshiruv o‘tkazildi. Indekslangan jurnalda ekspert baholashidan o‘tgan holda chop etilish asosiy talab etildi. Klinik tadqiqotlar orasida nazorat guruhisiz o‘tkazilgan kuzatuv yoki sinov tadqiqotlariga qaraganda, nazorat qilinadigan eksperimental dizaynga ega tadqiqotlarga (masalan, tasodifiy tanlovli nazorat qilinadigan sinovlar yoki kvazi-eksperimental tadqiqotlar) ustunlik berildi. Reabilitatsiya natijalarini o‘lchash imkonini bermaydigan yoki empirik ma’lumotlarsiz faqat nazariy asoslarni taqdim etgan tadqiqotlar tahlildan chiqarib tashlandi. Yakunda, sharhning jismoniy va ruhiy salomatlikka qaratilgan ikki tomonlama yo‘nalishiga mosligi barcha mualliflarning o‘zaro kelishuvi asosida aniqlandi. Aqlli sog‘liqni saqlash sohasi sezilarli yutuqlarga erishdi va ayniqsa, COVID-19 pandemiyasi ta’sirida tub o‘zgarishlarni boshdan kechirdi. Ushbu sharh jismoniy va ruhiy salomatlikni saqlashda aqlli reabilitatsiya bo‘yicha eng so‘nggi yutuqlarni aks ettirishini ta’minlash maqsadida 2020-yildan 2026-yilning iyuligacha bo‘lgan davrda chop

(cc) BY

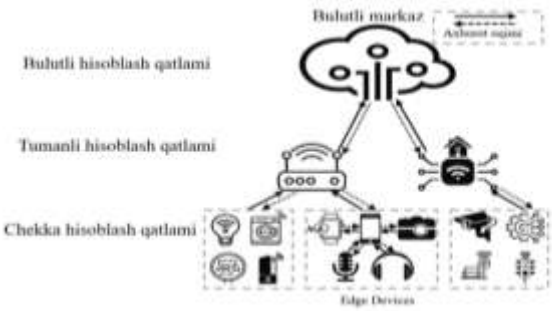
etilgan tadqiqot maqolalari tanlab olindi. Tanlangan vaqt oralig‘i va reabilitatsiya sohasidagi so‘nggi yangiliklar, shakllanayotgan tendensiyalar va muhim o‘zgarishlarni qamrab olish uchun strategik tarzda belgilandi.

IoT— bu sensorlar, aktuatorlar va smartfonlar kabi turli qurilmalarni o‘zaro bog‘lovchi hamda ularga o‘rnatilgan texnologiyalar yordamida ma’lumot almashish va yig‘ish imkonini beruvchi tarmoqdir. IoT ekotizimi global miqyosga ega bo‘lib, unda o‘zaro bog‘langan obyektlar hamkorlik qiladi va oldindan belgilangan maqsadlarni avtonom tarzda amalga oshiradi. Ushbu obyektlar bulutli platformalarda ma’lumotlarni almashish va tahlil qilish orqali innovatsion ilovalarni yaratadi. Tarmoq talablari, foydalanuvchi ehtiyojlari va simsiz aloqa qamroviga qarab, IoT tizimlari Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi va 5G kabi turli aloqa protokollaridan foydalanadi. IoT tarmoqlari tomonidan hosil qilinadigan va uzatiladigan ma’lumotlar ko‘plab jarayonlarni, jumladan, ma’lumotlarni tahlil qilish, tasniflash, qaror qabul qilish va strategik rejalashtirishni qo‘llab-quvvatlashi mumkin. Turli IoT imkoniyatlari bilan boyitilgan SMS tizimlari bemorlarning tibbiy holatini masofadan kuzatish va uzluksiz boshqarish imkonini beradi. Ushbu tizimlar bemor salomatligi bo‘yicha ma’lumotlarning keng qamrovli va uzoq muddatli tahlilini ta’minlaydi; bu esa an’anaviy klinikaga yo‘naltirilgan yondashuvlarga nisbatan sog‘liqni saqlash xarajatlarini kamaytirishga va bemorga yo‘naltirilgan tibbiy xizmat ko‘rsatishni rivojlantirishga hissa qo‘shadi. 3-rasmda reabilitatsiya sohasida Buyumlar interneti texnologiyasining odatiy ko‘rinishi tasvirlangan.



3-rasm. IoT texnologiyalari yordamida reabilitatsiya jarayonlarini amalga oshirish ketma ketligi

Aqlli sog‘liqni saqlash tizimi beshta asosiy komponentdan iborat: fiziologik sensor bloki, qayta ishlash bloki, aloqa va uzatish bloki, saqlash va hisoblash bloki hamda ma’lumotlarni tahlil qilish va qaror qabul qilish bloki. Aqlli tibbiy qurilmalar salomatlikka oid ma’lumotlarni to‘playdi; so‘ngra ushbu ma’lumotlar qayta ishlanadi va qo‘shimcha baholash uchun masofaviy tibbiyot markazlariga yoki boshqa IoT qurilmalariga uzatiladi. qurilmalari va IoT qurilmalari o‘rtasidagi aloqa Bluetooth, Zigbee va Wi-Fi kabi qisqa masofali texnologiyalar yordamida amalga oshiriladi. Boshqa tomondan, ushbu qurilmalarni uzoqdagi tibbiyot muassasalari va bulutli tizimlar bilan bog‘lash uchun WiMAX, LoRa, 4G va 5G kabi uzoq masofali aloqa texnologiyalari qo‘llaniladi. IoT arxitekturasi asosan uchta qatlamdan iborat: real vaqt rejimida qayta ishlash uchun chekka hisoblash qatlami, mahalliy xizmatlar uchun hisoblash qatlami va keng ko‘lamli ma’lumotlar tahlili hamda resurslardan foydalanish uchun bulutli hisoblash qatlami; bu tuzilma tezkor javob berish va ma’lumotlarni tahlil qilish imkoniyatlari o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlashga qaratilgan. Bundan tashqari, chekka hisoblash qatlami past kechikish darajasini ustun qo‘yadi, hisoblash qatlami kechikish va hisoblash quvvati o‘rtasidagi muvozanatni saqlaydi, bulutli hisoblash qatlami esa yuqoriroq kechikish evaziga katta hajmdagi hisoblash va saqlash resurslarini taqdim etadi. Kasallikni aniq tashxislash va bemor salomatligidagi g‘ayritabiiy holatlarni aniqlash, xom tibbiy ma’lumotlardan muhim xulosalarni ajratib olish hamda ularni qaror qabul qilish jarayonlarida qo‘llash orqali amalga oshirilishi mumkin. Bemorlardan olingan tibbiy ma’lumotlar tibbiyot mutaxassislari tomonidan keyinchalik baholanishi uchun bulutli tizimlarda to‘planadi, qayta ishlanadi va saqlanadi. Taqsimlangan hisoblash imkoniyatlaridan foydalanish maqsadida tarmoqlaridan olingan ma’lumotlar bulutga yuklanadi; u yerda ma’lumotlar sun’iy intellekt va kognitiv hisoblash tamoyillarini integratsiyalash orqali ilg‘or tibbiy xizmatlarni ko‘rsatishga mo‘ljallangan infratuzilma doirasida qayta ishlanadi.



4-rasm. Bulutli hisoblash tizimlariga asoslangan tibbiy xizmat ko‘rsatish platformasi.

IoT texnologiyasi umumiy tibbiy xizmat ko‘rsatish doirasidan chiqib, reabilitatsiya tizimlarida hal qiluvchi rol o‘ynaydi va bemorning tiklanish jarayonini aniq hamda uzluksiz kuzatish imkonini beradi. Ushbu tizimlar nafaqat reabilitatsiya jarayonlarini optimallashtiradi, balki tibbiy yozuvlar kabi maxfiy ma’lumotlarning xavfsiz boshqarilishini ham ta’minlaydi. IoT integratsiyasi ta’minlaydigan yuqori aniqlik darajasi inson omili tufayli yuzaga keladigan xatolar ehtimolini kamaytiradi va ayniqsa, hayot uchun xavfli bo‘lgan kritik vaziyatlarda tibbiy choralarning ishonchliligini oshiradi Sog‘liqni saqlash sohasida IoT texnologiyasining bulutli saqlash tizimlari bilan integratsiyalashuvi mutaxassislarga bemor ma’lumotlariga istalgan joydan xavfsiz kirish imkonini berib, shaffoflik va o‘zaro aloqani yaxshilaydi. Biroq, ushbu arxitektura muhim muammolarni, jumladan, ma’lumotlar xavfsizligi zaifliklari, tarmoqqa bog‘liqlik va bulutli qatlamdagi tizimning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin bo‘lgan yagona nosozlik nuqtalarini keltirib chiqaradi. Bunday yutuqlar bemorlarga keng imkoniyatlar taqdim etsa-da, ular kuchli kiberxavfsizlik choralari va barqaror internet aloqasini talab qiladi; resurslar cheklangan yoki qishloq hududlarida bu omillar to‘siq bo‘lishi mumkin. Xabardorlik va ta’lim darajasi oshgani sari, tibbiy yordam va davolash bo‘yicha qaror qabul qilish jarayoniga oid aniq hamda tushunarli ma’lumotlarga bo‘lgan talab ham ortib bormoqda. IoT tizimlarining samaradorligi oddiy turar-joylarni "aqlli uy"larga aylantirish imkonini berdi; bunday uylarda bemor ma’lumotlari aniq qayd etiladi va tibbiyot xodimlari bilan uzluksiz almashiniladi. Bunday muhit uy sharoitida xavfsiz va samarali operatsiyadan keyingi parvarish hamda reabilitatsiyani qo‘llab-quvvatlab, qulaylik, doimiy monitoring va tiklanish natijalarining yaxshilanishiga xizmat qiladi. IoT texnologiyasi asosidagi aqlli reabilitatsiya bemorlarning tiklanish natijalarini va tibbiy xizmat samaradorligini oshiruvchi ko‘plab afzalliklarni taqdim etadi. Real vaqt rejimida monitoringni ta’minlash orqali IoT qurilmalari har bir bemorning holati va tiklanish dinamikasiga moslashtirilgan davolash rejalarini ishlab chiqishga yordam beradi, shu bilan birga, tez-tez klinikaga qatnash zarurati va u bilan bog‘liq xarajatlarni kamaytiradi. Ushbu tizimlar masofaviy reabilitatsiyani qo‘llab-quvvatlaydi va bemorlarga professional nazorat ostida uy sharoitida mashg‘ulotlar o‘tkazish imkonini beradi; bu esa faol parvarishni va sog‘liq bilan bog‘liq muammolarni erta aniqlashni rag‘batlantiradi. Ma’lumotlarni uzluksiz yig‘ish va tahlil qilish tibbiyot xodimlariga asosli, ma’lumotlarga tayangan qarorlar qabul qilish hamda davolash protokollariga o‘z vaqtida tuzatishlar kiritish imkonini beradi. Bundan tashqari, IoT qurilmalarining interaktiv funksiyalari bemorlarning motivatsiyasi va jarayonga jalb etilganlik darajas

Taqiladigan tibbiy qurilmalar tez sur’atlar bilan ommalashib, sog‘liqni saqlash tizimini diagnostikadan tortib davolashgacha bo‘lgan bosqichlarda tubdan o‘zgartirmoqda. Ushbu qurilmalar ilgari mavhum tushuncha bo‘lgan g‘oyalarni amaliy yechimlarga aylantirish orqali sog‘liqni saqlash sohasidagi vaziyatni qayta shakllantirmoqda. Sog‘liqni saqlashda raqamlashtirish jarayoni turli manbalardan tibbiy ma’lumotlarni to‘plashni o‘z ichiga oladi va bunda ayniqsa taqiladigan qurilmalardan olingan ma’lumotlarga alohida e’tibor qaratiladi. Ilgari ko‘pchilik odamlar yiliga bir marta jismoniy mashg‘ulot bilan shug‘ullanish va faqat muammo yuzaga kelganidagina shifokorga murojaat qilish bilan kifoyalanar edi. Raqamli davr esa e’tiborni xavfsizlik, kasalliklarning oldini olish va salomatlikni faol kuzatib borishga qaratdi. Natijada, bemorlar o‘z salomatligi haqida batafsilroq ma’lumot olishga undalmoqda. Shu sababli, tibbiyot mutaxassislari tomonidan taqiladigan texnologik tizimlardan foydalanish ko‘lami kengaydi. Ushbu texnologiya yuqori xavf guruhiga mansub shaxslarning holatini real vaqt rejimida kuzatish hamda salomatlik bilan bog‘liq jiddiy va shoshilinch holatlarni erta aniqlash va baholashda yordam. Taqiladigan va taqilmaydigan sensorlar zamonaviy aqlli sog‘liqni saqlash va reabilitatsiya jarayonlarida muhim o‘rin tutadi. Fitnes-trekerlar, aqlli soatlar, quloqqa taqiladigan biosensorli qurilmalar, aqlli ko‘zoynaklar, kayfiyatni aniqlovchi qurilmalar, teriga yopishtiriladigan plastrlar va yutiladigan sensorlar kabi taqiladigan qurilmalar fiziologik signallar, jismoniy faollik darajasi va dori vositalarini qabul qilish kabi keng ko‘lamli ma’lumotlarni to‘playdi.

(cc) BY

M-health bemorlarning mobil qurilmalar orqali sog‘liqni saqlash ilovalaridan foydalanishini anglatadi. Rivojlanayotgan mamlakatlarda keng qo‘llanilishi va mobil texnologiyalarning ommalashuvi tufayli ushbu soha sezilarli darajada rivojlandi. m-health kasalliklarni tashxislash va kuzatish, shuningdek, tibbiy xizmat yetarli darajada ko‘rsatilmaydigan hududlarga o‘z vaqtida ma’lumot yetkazish uchun ma’lumotlarni uzluksiz yig‘ishga qaratilgan. Ushbu texnologiya tibbiyot mutaxassislari yetishmaydigan olis hududlarda zarur tibbiy yordam ko‘rsatishdagi bo‘shliqlarni to‘ldirish orqali muhim rol o‘ynaydi. U bemorlarga salomatlik ko‘rsatkichlarini kuzatish, dori ichish va shifokor qabuliga yozilish bo‘yicha eslatmalar o‘rnatish hamda tibbiyot xodimlari bilan ma’lumot almashish imkonini beradi. Yilcham mobil datchiklar, smartfonlar va simsiz aloqa texnologiyalaridan foydalangan holda, m-health sog‘liqqa oid ma’lumotlarni yig‘ish va uzatishning samarali usulini taklif etadi, bu esa bemorlarga ko‘rsatiladigan tibbiy yordamning tezkorligi va sifatini oshiradi. m-health istalgan vaqtda va istalgan joyda yuqori sifatli tibbiy xizmatlardan foydalanish imkonini beradi hamda ham bemorlar, ham tibbiyot xodimlari uchun xarajatlarni kamaytiradi. U tibbiy yozuvlarni boshqarish, virtual konsultatsiyalar, bemorni kuzatish, klinik qarorlar qabul qilish va tibbiy ta’lim kabi keng ko‘lamli funksiyalarni qo‘llab-quvvatlaydi. 300 000 dan ortiq mavjud ilovalar orqali m-health tashxis qo‘yishda yordam berish, masofadan kuzatish va eslatma tizimlarini joriy etishni osonlashtiradi. IoT texnologiyasining integratsiyasi mobil tibbiyotni yanada o‘zgartirdi: u simsiz ma’lumot uzatishni ta’minladi va smartfonga o‘rnatilgan datchiklar yordamida tibbiy muolajalarning invazivligini minimallashtirdi. Endilikda EKG, tana harorati va puls tezligi kabi fiziologik ko‘rsatkichlarni xavfsiz ma’lumot almashinuvi imkoniyatiga ega mobil qurilmalar yordamida kuzatish mumkin. Yurak faoliyatini kuzatuvchi qurilmalar yoki oyoqqa taqiladigan qadam o‘lchagichlar kabi tashqi datchiklar tibbiyot xodimlari bilan ma’lumot almashish uchun Bluetooth, Wi-Fi yoki infraqizil aloqa orqali bog‘lanadi va bu bemor hamda tibbiyot xodimi o‘rtasidagi o‘zaro aloqani yaxshilaydi. O‘zining katta salohiyatiga qaramay, m-health hali ham xarajatlar va ma’lumotlarning aniqligiga foydalanuvchilarning ishonchi bilan bog‘liq muammolarga duch kelmoqda, bu esa m-health texnologiyalarini doimiy ravishda takomillashtirish zarurligini ko‘rsatadi. Teletibbiyot telekommunikatsiya va raqamli aloqa texnologiyalaridan foydalangan holda sog‘liqni saqlash va unga bog‘liq xizmatlarni taqdim etishni anglatadi. Teletibbiyotning rivojlanishi intensiv terapiya xizmatlaridagi kechikishlar, til to‘siqlari, klinik ta’limdagi muammolar, qishloq va shahar qariyalar jamoalarida yetarli darajada xizmat ko‘rsatilmagan aholi, tibbiyot xodimlarining notekis taqsimlanishi va klinik resurslarning yetishmasligi kabi omillar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Elektron ma’lumotlar va kommunikatsiya texnologiyalaridagi yutuqlar uzoq masofali klinik yordamni osonlashtiradi va qo‘llab-quvvatlaydi, jamoatchilik va sog‘liqni saqlash tashkilotlari uchun ta’lim resurslarini taklif qiladi, bemorlarga xizmat ko‘rsatishni yaxshilaydi, iste’molchilarni o‘qitishni kuchaytiradi va turli tibbiy mutaxassisliklarning ehtiyojlarini qondiradi. Teletibbiyot ko‘plab afzalliklarni taklif etadi, jumladan, sog‘liqni saqlash xizmatlaridan foydalanishni yaxshilash, xarajatlarni kamaytirish, xizmat ko‘rsatish sifatini oshirish, avtomatlashtirishga asoslangan aniqlikni oshirish va bemorlar va provayderlar uchun qulaylikni oshirish. Real vaqt rejimida audio-vizual konsultatsiyalar, m-tibbiyot ilovalari, raqamli tasvirlash va bemorlarni masofadan kuzatishni yoqish orqali teletibbiyot vaqt yoki joylashuvdan qat’i nazar, uzluksiz tibbiy yordam ko‘rsatishni qo‘llab-quvvatlaydi. Bu individual ishtirok va jamoatchilikka asoslangan o‘zaro ta’sirga urg‘u beradigan sog‘lomlashtirishga yo‘naltirilgan, foydalanuvchi tomonidan boshqariladigan parvarish modelini targ‘ib qiladi. Teletibbiyotning asosiy qismi bo‘lgan teletibbiyot, tibbiy infratuzilmasi cheklangan va xizmat ko‘rsatilmagan qishloq aholisiga yuqori sifatli xizmatlarni ko‘rsatish uchun sog‘liqni saqlashni kommunikatsiya texnologiyalari bilan birlashtiradi. Ixtisoslashgan tarmoq, hamma joyda sog‘liqni saqlash, geografik cheklovlardan qat’i nazar, kasalliklarni boshqarish va sog‘liqni saqlashni yaxshilash orqali ushbu yondashuvni kengaytiradi.

4. Xulosa

Ushbu tadqiqot zamonaviy reabilitatsiya muammolarini hal qilishda raqamli sog‘liqni saqlash texnologiyalarining transformatsion salohiyatini ta’kidlaydi. IoT, AI, kiyiladigan

(cc) BY

qurilmalar va teletibbiyot sohasidagi yutuqlardan foydalangan holda, ushbu texnologiyalar shaxsiylashtirilgan davolash rejalarini, real vaqt rejimida monitoringni va jismoniy va ruhiy salomatlikni reabilitatsiya qilish uchun yaxshilangan kirish imkoniyatini beradi. Ushbu sharh davomida ko‘rsatilganidek, bizning integratsiyalashgan tahlilimiz aqlli reabilitatsiyadagi jismoniy-ruhiy salomatlik tafovutini noyob tarzda bartaraf etadi, bu sintez avvalgi adabiyotlarda deyarli yo‘q bo‘lib, odatda bu sohalarni alohida o‘rganadi. Topilmalar aqlli reabilitatsiya tizimlarining bemorlarning natijalarini proaktiv sog‘liqni saqlashni boshqarish vositalari bilan shaxslarni qo‘llab-quvvatlash, kasalxonaga tashriflarga bog‘liqlikni kamaytirish va an’anaviy sog‘liqni saqlash tizimlari bilan bog‘liq xavflarni kamaytirish orqali yaxshilash qobiliyatini ta’kidlaydi. Ushbu ikki tomonlama nuqtai nazar konvergent texnologik qo‘llanmalarni, masalan, ortopediyada ham motor funktsiyasini, ham ruhiy salomatlikdagi fiziologik stress markerlarini kuzatish uchun kiyiladigan qurilmalardan foydalanish yoki fizioterapiya rejimlari va kognitiv xulq-atvor terapiyasini shaxsiylashtirish uchun AI algoritmlarini ochib beradi. Raqamli avtomatlashtirishning sog‘liqni saqlashga integratsiyalashuvi nafaqat bemorlarga g‘amxo‘rlikni yaxshilaydi, balki sog‘liqni saqlash xarajatlarini kamaytiradi, samaradorlikni oshiradi va zarur xizmatlarga kengroq kirishni ta’minlaydi. Ushbu maqola mushak-skelet va ruhiy salomatlikni reabilitatsiya qilishda texnologik yangiliklarni tizimli ravishda o‘rganish va taqqoslash uchun birinchi keng qamrovli sharhni taqdim etish orqali mavjud bilimlar bazasiga hissa qo‘shadi. Tadqiqotlardagi kamchiliklarni, xususan, gibrid tizimni tasdiqlash, o‘zaro ishlash standartlari va amalga oshirish faniga bo‘lgan ehtiyojni bartaraf etish va amaliy tushunchalarni taqdim etish orqali ushbu tadqiqot sog‘liqni saqlash sohasi mutaxassislari, tadqiqotchilar va siyosatchilar uchun qimmatli manba bo‘lib xizmat qiladi. Ixtisoslashgan sharhlardan farqli o‘laroq, bizning ishimiz texnologiyalar va sog‘liqni saqlash sohalari o‘rtasidagi sinergiyani ta’kidlaydigan yagona asosni taqdim etadi, integratsiyalashgan parvarish modellarini ishlab chiqish uchun yanada yaxlit asos yaratadi. Shunday qilib, texnologiya va sog‘liqni saqlashning uyg‘unligi sog‘liq va farovonlikka yondashuvimizni inqilob qilmoqda. Ushbu yutuqlarni birlashtirib, sog‘liqni saqlash sohasi yanada bog‘langan, shaxsiylashtirilgan va samarali parvarishni taklif qilishga tayyor, natijada shaxslar o‘z sog‘lig‘i va tiklanish yo‘llarini ko‘proq nazorat qila oladigan kelajakni targ‘ib qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Xalmuxamedov B. T. Raqamli tibbiyotning tibbiy ta ‘limdagi o ‘rni. – 2024.
2. Bo‘riyev S. D. et al. O ‘zbekiston Tibbiy Ta’limida Raqamli Texnologiyalar Va Sun’iy Intellektni Joriy Etish Tendensiyalari //E-Conference platform. – 2026. – T. 1. – №. 15-aprel. – C. 120-124.
3. Xiong Y. et al. Intelligent wearable-enhanced WeChat platform with multidisciplinary tele-rehabilitation reduces caregiver burden and psychological distress in congenital pseudarthrosis of the tibia: a randomized controlled trial //Mhealth. – 2026. – T. 12. – C. 7.
4. Khalid U. B. et al. Impact of AI-powered solutions in rehabilitation process: Recent improvements and future trends //International Journal of General Medicine. – 2024. – C. 943-969.
5. Filogna S. et al. Pathways to family-centered healthcare: co-designing AI solutions with families in pediatric rehabilitation //Frontiers in Robotics and AI. – 2025. – T. 12. – C. 1594529.
6. Wagino W. et al. Android application for smart diagnosis of children with disabilities and its correlation to neuroscience: Definition, literature review with bibliometric analysis, and experiments //Indonesian Journal of Science and Technology. – 2024. – T. 9. – №. 2. – C. 497-526.
7. Alghadier M., Altheyab A. S. The Digital Pediatric Physiotherapy Framework (DPPF): A Systematic Review of Digital Health Integration in Pediatric Physiotherapy //Children. – 2026. – T. 13. – №. 4. – C. 541.

(cc) BY