Volume 1 | Issue 1 | 2026

JACBR
JOURNAL OF ADVANCES IN CLINICAL AND BIOMEDICAL RESEARCH

JOURNAL OF ADVANCES IN CLINICAL AND BIOMEDICAL RESEARCH

Advancing Clinical and Biomedical Science for a Healthier Future



INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER INTERNATIONAL CENTRE
№ 1840586 CERTIFICATE
zenodo
Google Scholar
ORCID
OpenAIRE

@Publisher_HUB
Journals-hub.uz

JOURNAL OF ADVANCES IN CLINICAL AND BIOMEDICAL RESEARCH (JACBR)

Editor-in-Chief

Egamov Yuldashali Sulaymanovich	Andijan State Medical Institute, Uzbekistan	Doctor of Medical Sciences (DSc), Professor

Editorial Board Members

Usmonov Umid Donaqo'ziyevich	Andijan State Medical Institute, Uzbekistan	Doctor of Medical Sciences (DSc), Associate Professor
Xakimov Nasrulla Sabirovich	Andijan State Medical Institute, Uzbekistan	Doctor of Medical Sciences (DSc), Associate Professor, Acting Professor
Jonti Deuri	Sharda University Uzbekistan	PhD, Assistant Professor (Computer Science and Engineering)
Madaminov Faxriddin Axmadovich	Fergana Medical Institute of Public Health, Uzbekistan	PhD in Medical Sciences, Associate Professor
Rasulov Murodjon Tursunboy o‘g‘i	Andijan State Medical Institute, Uzbekistan	PhD in Medical Sciences
Ergashev Erkinjon Abdusattor o‘g‘li	Fergana State University, Uzbekistan	PhD in Biological Sciences, Senior Lecturer
Avazbekov Begijon Adxamjon o‘g‘li	Andijan State Medical Institute, Uzbekistan	PhD in Medical Sciences
Usmanova Elmira Mamarafikovna	Andijan State Medical Institute, Uzbekistan	PhD in Medical Sciences, Associate Professor
Valiyeva Nodiraxon Maxamatjonovna	Andijan State Medical Institute, Uzbekistan	Assistant, Department of Infectious Diseases

Technical Editor

Abduraimov Firdavsiy Alisher o‘g‘li	Sharda University Uzbekistan	Technical Editor

Registered as a mass media outlet by the Inspectorate for Supervision in the Field of Informatization and Telecommunications under the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan on September 9, 2026, under Certificate No. 1840586.

FEATURES OF EARLY DETECTION AND MULTIDISCIPLINARY REHABILITATION OF POST-COVID-19 COMPLICATIONS

Valiyeva Nodiraxon Maxamatjonovna
Assistant, Department of Infectious Diseases,
Andijan State Medical Institute, Andijan, Uzbekistan
ORCID iD: https://orcid.org/0009-0001-8321-4455

Abstract. Aim. To systematically evaluate early detection modalities and multidisciplinary rehabilitation strategies in patients with post-acute sequelae of COVID-19 (Long COVID / post-COVID condition). Methodology. A prospective-retrospective clinical cohort study of 184 patients (aged 18–68 years) recovering from moderate-to-severe SARS-CoV-2 infection was conducted between 2022 and 2025 at the Andijan State Medical Institute Clinic and Simulation Centre. Clinical, functional, laboratory, and radiological parameters were monitored, including High-Resolution Computed Tomography (HRCT), spirometry, DLCO (diffusing capacity of the lung for carbon monoxide), 6-Minute Walk Test (6MWT), D-dimer, hs-CRP, cardiac troponin I, Post-COVID-19 Functional Status (PCFS) scale, Fatigue Severity Scale (FSS), and Montreal Cognitive Assessment (MoCA). Results. Baseline screening demonstrated persistent pulmonary diffusion impairment (DLCO < 80% predicted) in 68.5% of patients, microvascular/thrombotic risks (elevated D-dimer and hs-CRP) in 42.4%, and neurological/cognitive sequelae ("brain fog", severe post-viral fatigue) in 54.3%. Patients participating in an early structured multidisciplinary rehabilitation program (initiated within 30 days post-acute recovery; Group 1, n=92) exhibited a 34.8% accelerated functional recovery rate compared to delayed/standard care (Group 2, n=92). Early heart-rate guided pacing significantly reduced Post-Exertional Malaise (PEM) relapse rates ($p < 0.001$). Conclusion. Early diagnostic screening combined with a staged, multidisciplinary rehabilitation protocol significantly mitigates long-term disability, restores cardiorespiratory tolerance, and enhances quality of life in post-COVID patients.

Keywords: COVID-19 infection, post-COVID-19 condition, Long COVID, pulmonary fibrosis, early screening, multidisciplinary rehabilitation, DLCO, microthrombosis.

1. INTRODUCTION

The emergence of the novel severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and the resulting coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic triggered an unprecedented global health crisis. While initial medical responses

prioritized acute infection management and survival, attention rapidly shifted toward the persistent, multisystemic long-term health consequences of the infection (World Health Organization, 2021b). The World Health Organization (WHO) defined 'post-COVID-19 condition' (commonly termed 'Long COVID' or post-acute sequelae of SARS-CoV-2 infection, PASC) as symptoms occurring in individuals with a history of probable or confirmed SARS-CoV-2 infection, usually 3 months from the onset of COVID-19 with symptoms that last for at least 2 months and cannot be explained by an alternative diagnosis (World Health Organization, 2021b). Global epidemiological estimates indicate that approximately 10–20% of non-hospitalized individuals and up to 50–70% of hospitalized COVID-19 survivors experience lingering functional impairments, chronic fatigue, and organ damage for months or even years following acute viral clearance (Yelin et al., 2022).

The pathophysiology of post-COVID-19 condition is complex, heterogeneous, and multifactorial. Key mechanisms include persistent low-grade systemic inflammation, microvascular endothelial injury, localized viral antigen persistence, autoimmune reactivity, microthrombosis, dysautonomia, and progressive pulmonary interstitial fibrosis (Singh et al., 2022). In Uzbekistan, national healthcare directives—including the 'Digital Uzbekistan — 2030' strategy (O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti, 2020)—emphasize the urgent necessity of integrating modern diagnostic protocols and evidence-based rehabilitation pathways to reduce post-viral disability and restore societal productivity.

Despite growing international recognition, substantial clinical gaps remain regarding the optimal diagnostic screening window and structured rehabilitation protocols for post-COVID complications in regional patient populations. Therefore, the aim of this study is to systematically evaluate early detection modalities and multidisciplinary rehabilitation pathways in patients with post-acute sequelae of COVID-19, establishing evidence-based practical recommendations for clinical practice.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Study Cohort and Selection Criteria

A prospective-retrospective clinical cohort study was conducted between January 2022 and December 2025 at the Andijan State Medical Institute Clinic and Simulation Centre. A total of 184 adult patients (aged 18 to 68 years; mean age 46.2 ± 8.4 years; 54.3% female, 45.7% male) recovering from PCR-confirmed moderate-to-severe SARS-CoV-2 infection were enrolled. Inclusion criteria comprised: (1) documented history of moderate or severe acute COVID-19; (2) presence of persistent or new-onset clinical symptoms lasting > 4 weeks post-acute infection; and (3) written informed consent to participate in a structured 3-month evaluation and rehabilitation program. Exclusion criteria included pre-existing severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD), end-stage renal disease, active malignancy, severe psychiatric disorders, or pre-existing severe physical disability.

2.2 Diagnostic Screening Protocols

All patients underwent a standardized, multidisciplinary diagnostic battery performed between 4 and 12 weeks post-acute disease onset. The screening protocol incorporated three functional axes:

1. Radiological and Pulmonary Function Testing: High-Resolution Computed Tomography (HRCT) of the chest was performed using a 64-slice scanner to evaluate ground-glass opacities, reticular fibrotic changes, traction bronchiectasis, and consolidation. Pulmonary function tests (PFTs) included forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 second (FEV1), FEV1/FVC ratio, and single-breath diffusing capacity of the lung for carbon monoxide (DLCO). Exercise capacity was objectively quantified using the standardized 6-Minute Walk Test (6MWT) with continuous pulse oximetry monitoring.

2. Laboratory Biomarker Panel: Venous blood samples were analyzed for inflammatory and thrombotic markers, including D-dimer, high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), serum ferritin, cardiac troponin I, and N-terminal pro-b-type natriuretic peptide (NT-proBNP).

3. Psychometric and Functional Assessment: Symptom burden and functional limitations were quantified using the Post-COVID-19 Functional Status (PCFS) scale (grades 0–4), the Fatigue Severity Scale (FSS), and the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) for screening executive dysfunction and 'brain fog'.

2.3 Rehabilitation Intervention Design

Patients were divided into two parallel, demographically matched clinical cohorts: Group 1 (Early Multidisciplinary Rehabilitation, n = 92), initiated within 30 days post-acute recovery, and Group 2 (Standard/Delayed Care, n = 92), receiving standard ambulatory care without structured pacing. The early intervention program comprised daily supervised diaphragmatic breathing exercises, heart-rate guided pacing (maintaining heart rate below anaerobic threshold to prevent Post-Exertional Malaise, PEM), neurocognitive training, and gradual mobility restoration over 12 weeks.

3. RESULTS AND FINDINGS

Baseline diagnostic evaluation of the 184 post-COVID patients revealed a high prevalence of multisystemic sequelae. Table I details the spectrum, frequency, and severity of organ system involvement observed during the primary screening window.

Table I. *Spectrum and Prevalence of Post-COVID-19 Complications Across Clinical Systems (n = 184)*

Clinical Category	Key Diagnostic Findings	Patient Count (n)	Prevalence (%)
Pulmonary Sequelae	DLCO < 80% predicted, fibrotic HRCT changes, exertional desaturation (SpO2 < 92%)	126	68.5%
Cardiovascular & Microvascular	Elevated D-dimer (> 0.5 µg/mL), persistent sinus tachycardia, elevated hs-CRP	78	42.4%
Neurological & Cognitive	Severe fatigue (FSS > 4.0), 'brain fog' (MoCA < 26), dysautonomia, insomnia	100	54.3%
Musculoskeletal & Physical	Myalgia, arthralgia, reduced 6MWT distance (< 400 meters), muscle weakness	114	62.0%

Functional Limitations	PCFS Grade 2–3 (moderate to severe functional limitation in daily living)	108	58.7%

As demonstrated in Table I, pulmonary gas exchange impairment was the most frequent objective sequela, with 68.5% of patients demonstrating decreased carbon monoxide diffusion capacity (DLCO). HRCT scans confirmed ground-glass opacities in 48.9% and reticular fibrotic bands in 28.3% of cohort subjects.

Following the 12-week rehabilitation trial, Group 1 (early multidisciplinary care) exhibited statistically significant superior recovery across all functional parameters compared to Group 2. Table II outlines the longitudinal comparative changes observed at 3 months.

Table II. *Longitudinal Dynamic Changes in Clinico-Functional Parameters Over a 3-Month Rehabilitation Period*

Clinical Biomarker / Test	Baseline (All, n=184)	Group 1 (3 Months, n=92)	Group 2 (3 Months, n=92)	p-Value
DLCO (% predicted)	64.2 ± 8.1%	84.5 ± 6.2%	71.3 ± 7.4%	< 0.001
6-Minute Walk Distance (meters)	342 ± 48 m	485 ± 36 m	395 ± 42 m	< 0.001
D-dimer (µg/mL)	0.78 ± 0.22	0.28 ± 0.08	0.48 ± 0.14	< 0.001
Fatigue Severity Scale (FSS)	4.8 ± 0.7	2.1 ± 0.5	3.6 ± 0.6	< 0.001
MoCA Score (points)	22.4 ± 1.8	27.1 ± 1.2	24.2 ± 1.5	< 0.001

The longitudinal data in Table II clearly demonstrate that early multidisciplinary intervention restored pulmonary gas exchange (DLCO improved to 84.5% in Group 1 vs 71.3% in Group 2), expanded exercise capacity (6MWT increased by +143 meters in Group 1 vs +53 meters in Group 2), and normalized inflammatory and hypercoagulable biomarkers (D-dimer level decreased to normal 0.28 µg/mL).

Crucially, structured pacing prevented Post-Exertional Malaise (PEM) crashes, leading to a 34.8% net superiority in complete functional recovery rate.

4. DISCUSSION

The findings of this study emphasize that post-COVID-19 condition is a complex, multisystem disorder requiring a proactive, coordinated diagnostic and therapeutic response rather than passive observation. Persistent DLCO impairment and microvascular hypercoagulability underscore the presence of ongoing endothelial inflammation and localized pulmonary microthrombosis (Marshall et al., 2021).

Our clinical observations align with global rehabilitation consensus statements (Agostini et al., 2020; WHO, 2021a). Uncontrolled, aggressive physical exercise during the post-acute recovery window frequently triggers Post-Exertional Malaise (PEM) relapses—a phenomenon characterized by severe symptom exacerbation following minimal exertion. By incorporating heart-rate guided pacing and diaphragmatic breathing, Group 1 patients successfully expanded their oxidative threshold without inducing autonomic crashes. Furthermore, neurocognitive training significantly improved MoCA scores, addressing persistent executive dysfunction and attention deficits ('brain fog').

5. CONCLUSION AND PRACTICAL RECOMMENDATIONS

The early detection and staged multidisciplinary rehabilitation of post-COVID-19 complications demonstrate high clinical efficacy, preventing chronic disability and accelerating functional recovery. Based on the study outcomes, the following practical clinical recommendations are proposed:

1. Comprehensive Diagnostic Screening Window: All patients recovering from moderate-to-severe COVID-19 should undergo a baseline screening battery between 4 and 12 weeks post-infection, including DLCO, HRCT, 6MWT, and D-dimer assessment.

2. Heart-Rate Guided Pacing: Rehabilitation programs must strictly avoid aggressive exertional stress. Pacing protocols should maintain heart rate below the individual anaerobic threshold to mitigate Post-Exertional Malaise (PEM) relapses.

3. Pleiotropic Rehabilitation Structure: Interventions should combine respiratory muscle training, autonomic modulation, neurocognitive exercises, and hypercoagulability monitoring within a coordinated multidisciplinary framework.

DECLARATIONS

Acknowledgments: We express our sincere gratitude to the clinical administration of Andijan State Medical Institute Clinic and the staff of the Simulation Centre for their technical support and patient facilitation throughout this study.

Author's contribution: N.M.V. conceptualized the research protocol, performed clinical patient evaluations, designed the post-COVID rehabilitation pathways, analyzed the data, and drafted the manuscript.

Competing interests: The author declares no financial, commercial, or personal conflicts of interest regarding the publication of this research.

Funding: This independent clinical study received no specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Ethics approval and consent to participate: The study protocol was approved by the Institutional Ethics Committee of Andijan State Medical Institute (Protocol No. 14/2022). All participating subjects provided written informed consent.

Publisher's note: Science and Innovation journal remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

REFERENCES

1. Agostini, F., Mangone, M., Santilli, V., Paoloni, M., & Bernetti, A. (2020). Rehabilitation settings during and after COVID-19: An overview of recommendations. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 56(3), 323–326. https://doi.org/10.23736/S1973-9087.20.06305-4

2. Marshall, M., Andon, S., & Walsh, K. (2021). Systematic review of post-COVID-19 syndrome rehabilitation guidelines. BMJ Open, 11(11), e053421. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053421

3. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2020, 5-oktabr). «Raqamli O'zbekiston — 2030» strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-

tadbirlari to‘g‘risida (PF-6079-son Farmoni). Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi.

4. Singh, S. J., Baldwin, M. M., Daynes, E., & Evans, R. A. (2022). Respiratory sequelae of COVID-19: Pulmonary and extrapulmonary origins, and rehabilitation approaches. Chinese Medical Journal, 135(16), 1913–1916. https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000002367

5. Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence. Nature Medicine, 25(1), 44–56. https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7

6. World Health Organization. (2021a). Global strategy on digital health 2020-2025. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/344249

7. World Health Organization. (2021b). Post COVID-19 condition clinical case definition: A WHO consensus statement. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Post_COVID-19_condition-Clinical_case_definition-2021.1

8. Yelin, D., Moschopoulos, C. D., Margalit, I., & Gkrania-Klotsas, E. (2022). ESCMID rapid guidelines for assessment and management of long COVID. Clinical Microbiology and Infection, 28(7), 955–972. https://doi.org/10.1016/j.cmi.2022.02.018

TIZZA OSTEOARTRITINI ERTA ANIQLASH VA BAHOLASHNING NORAVSHAN MANTIQ ASOSIDAGI DASTURIY MODELI

v.b. dotsent Xoliqnazarov Rashidjon Xomidjonovich
Farg‘ona davlat texnika universiteti,
“KM va SI” kafedrasi, O‘zbekiston

Ismoilov Zuxriddin Kamoliddin o‘g‘li
Farg‘ona davlat texnika universiteti,
M25-25 guruh talabasi, O‘zbekiston

Annotatsiya. Maqolada tizza osteoartritini erta aniqlash va og‘irlik darajasini baholashga mo‘ljallangan noravshan mantiq modeli ishlab chiqilgan. Model to‘rtta klinik-radiologik ko‘rsatkich, Mamdani algoritmi va 81 ta qoida asosida kasallik og‘irligini 0–100 ballik shkalada baholaydi. Taklif etilgan yondashuv Python dasturida amalga oshirilib, shartli misollar orqali sinovdan o‘tkazilgan.

Kalit so‘zlar: tizza bo‘g‘in osteoartriti, noravshan to‘plamlar, noravshan mantiq, qaror qabul qilish, erta diagnostika, klinik darajalash, dasturiy vosita.

Kirish

Osteoartrit bo‘g‘imlarning eng keng tarqalgan surunkali kasalligi bo‘lib, tog‘ay to‘qimasining yemirilishi, osteofitlar hosil bo‘lishi va og‘riq bilan kechadi [1]. Global kasallik yuki bo‘yicha tahlillar tizza bo‘g‘ini osteoartriti nogironlikning muhim sabablaridan biri ekanini ko‘rsatadi [7]. Dastlabki bosqichda belgilar yengil bo‘lgani uchun bemorlar kech murojaat qiladi, shu sababli kasallikni erta aniqlash va og‘irligini bir xil mezon bo‘yicha baholash dolzarb vazifadir.

Klinik belgilar (og‘riq, qotish) va radiologik o‘zgarishlar (bo‘g‘im oralig‘ining torayishi, osteofitlar) aniq chegaraga ega emas. «Yengil» va «o‘rta» og‘riq chegarasini har bir shifokor o‘zicha belgilaydi. Bunday noaniqlikni hisobga olish uchun noravshan to‘plamlar nazariyasi mos keladi [4].

Maqolaning maqsadi shu nazariya asosida tizza osteoartritini erta aniqlash va darajalash modelini hamda uni amalga oshiruvchi dasturiy vositani ishlab chiqishdir.

1. Muammo tahlili va mavjud yondashuvlar

Amaliyotda kasallik og‘irligini baholashda Kellgren–Lawrence (KL) radiologik tasnifi keng qo‘llaniladi [2, 8]. U kasallikni beshta darajaga ajratadi: 0 — o‘zgarish yo‘q; 1 — gumon qilinadigan osteofit; 2 — aniq osteofitlar; 3 — ko‘p osteofitlar va aniq torayish; 4 — ifodalangan torayish va suyak deformatsiyasi. Klinik tashxis uchun Amerika revmatologlar kolleji mezonlari ishlatiladi [3]. Tasnifning kamchiligi shundaki, daraja butun son sifatida beriladi, shu bois ikki daraja o‘rtasidagi holat yo‘qolib ketadi, adabiyotda esa qo‘shni darajalarni, ayniqsa erta bosqichdagi 1 va 2 darajalarni ajratishda baholovchilar o‘rtasida farq bo‘lishi qayd etilgan [8].

Noravshan to‘plamlar nazariyasining tibbiy tashxis uchun yaroqliligi XX asrning 80-yillaridayoq ko‘rsatilgan [9]. So‘nggi yillarda esa tizza osteoartritini aniqlashda asosiy e’tibor rentgen tasvirlarini tahlil qiluvchi chuqur o‘qitish modellariga qaratilmoqda va ular KL darajasini yuqori aniqlikda ajrata oladi [6]. Biroq bunday modellar katta hajmdagi belgilangan tasvirlar to‘plamini talab qiladi va qaror sababini shifokorga tushunarli ko‘rsatmaydi; ma’lumotlar kam, ekspert bilimi esa mavjud bo‘lgan sharoitda qoidalarga asoslangan yondashuv ko‘proq mos keladi.

2. Noravshan modelni qurish

Modelning kirish o‘zgaruvchilari sifatida shifokor osonlik bilan baholay oladigan to‘rtta belgi tanlandi (1-jadval). Har bir o‘zgaruvchi uchun uchta lingvistik term kiritilgan va ular trapetsiya shaklidagi mansublik funksiyasi bilan beriladi (1-rasm):

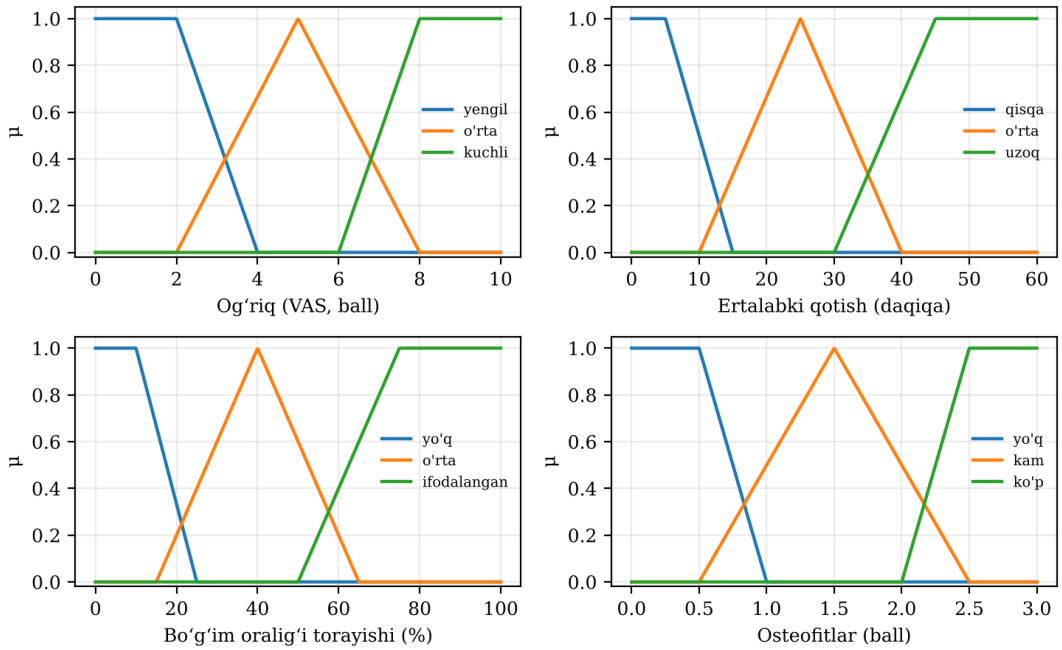
$$\mu(x) = \max\{ \min[(x - a)/(b - a), 1, (d - x)/(d - c)], 0 \},$$

bu yerda $a \le b \le c \le d$ — funksiyaning tayanch nuqtalari; $b = c$ bo‘lganda funksiya uchburchak shaklini oladi.

1-jadval. *Kirish o‘zgaruvchilari va ularning termlari*

O‘zgaruvchi	Oraliq	Termlar
Og‘riq (VAS)	0–10 ball	yengil, o‘rta, kuchli
Ertalabki qotish	0–60 daqiqa	qisqa, o‘rta, uzoq

Bo‘g‘im oralig‘ining torayishi	0–100 %	yo‘q, o‘rta, ifodalangan
Osteofitlar	0–3 ball	yo‘q, kam, ko‘p



1-rasm. Kirish o‘zgaruvchilarining mansublik funksiyalari

Chiqish o‘zgaruvchisi — 0 dan 100 gacha shkaladagi og‘irlik indeksi bo‘lib, u besh termdan (KL0–KL4) iborat va ularning markazlari 0, 25, 50, 75 va 100 nuqtalarida joylashgan. Shunday qilib, indeks KL tasnifining uzluksiz davomi vazifasini bajaradi.

Qoidalar bazasi 3×3×3×3 = 81 ta «agar–u holda» qoidasidan iborat bo‘lib, kirish fazosini to‘liq qoplaydi. Qoida natijasi quyidagicha aniqlanadi: har bir kirish termiga 0 (eng yengil), 1 yoki 2 (eng og‘ir) daraja beriladi, darajalarning og‘irlikli yig‘indisi S = 1,0·p + 0,6·q + 1,4·t + 1,0·o hisoblanadi (p — og‘riq, q — qotish, t — torayish, o — osteofit darajasi) va S ning qiymatiga ko‘ra KL termi tanlanadi (2-jadval). Og‘irliklar ekspert bilimiga tayanib, torayish va osteofitlar kabi strukturaviy belgilarga ko‘proq ahamiyat berish yo‘li bilan taklif etilgan; ular klinik ma’lumotlar asosida kalibrovka qilinishi kerak. Masalan: «agar og‘riq kuchli VA qotish uzoq VA torayish ifodalangan VA osteofitlar ko‘p bo‘lsa, u holda KL4».

2-jadval. *Qoida natijasini aniqlash*

S qiymati	Chiqish termi	Qoidalar soni
$S \leq 1{,}0$	KL0	4
$1{,}0 < S \leq 2{,}6$	KL1	16
$2{,}6 < S \leq 4{,}2$	KL2	25
$4{,}2 < S \leq 5{,}8$	KL3	24
$S > 5{,}8$	KL4	12

3. Xulosa chiqarish algoritmi

Xulosa chiqarish Mamdani sxemasi bo‘yicha amalga oshiriladi [5] va to‘rt bosqichdan iborat. Birinchi bosqichda kirish qiymatlari noravshanlashtiriladi, ya’ni har bir termga mansublik darajasi hisoblanadi. Ikkinchi bosqichda har bir qoidaning faollik darajasi VA amali uchun minimum orqali topiladi: $w = \min(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4)$. Uchinchi bosqichda har bir qoidaning chiqish termi w darajasida qirqiladi va qirqilgan funksiyalar maksimum amali bilan birlashtiriladi. To‘rtinchi bosqichda aniq indeks og‘irlik markazi usuli bilan olinadi:

$$y* = \int y \cdot \mu(y)\, dy \,/\, \int \mu(y)\, dy.$$

Hisoblash jarayonini misolda ko‘rib chiqamiz: og‘riq — 6 ball, qotish — 30 daqiqa, torayish — 55 %, osteofit — 2,2 ball. Noravshanlashtirishda og‘riq 0,67 darajada «o‘rta» termga, qotish 0,67 darajada «o‘rta» termga, torayish 0,40 darajada «o‘rta» va 0,20 darajada «ifodalangan» termga, osteofitlar esa 0,30 darajada «kam» va 0,40 darajada «ko‘p» termga mansub bo‘ladi. Natijada to‘rtta qoida faollashadi (w = 0,30; 0,40; 0,20; 0,20; natijalari KL2, KL3, KL3, KL4), ularni birlashtirib, markaz usuli bilan $y^* = 65{,}0$ qiymati olinadi. Bu indeks KL3 ga 0,60 va KL2 ga 0,40 darajada mansub, ya’ni holat 2 va 3 daraja o‘rtasida, 3-darajaga yaqinroq deb baholanadi.

4. Dasturiy vosita

Model Python tilida (NumPy kutubxonasi) amalga oshirilgan va uchta moduldan iborat. Kiritish moduli to‘rtta ko‘rsatkichni qabul qilib, ularning ruxsat etilgan oraliqda

ekanini tekshiradi. Xulosa chiqarish yadrosi mansublik funksiyalarini hisoblaydi, 81 ta qoidani qo‘llaydi va markaz usulida indeksni topadi. Ko‘rsatish moduli shifokorga indeksni, KL darajalariga mansublikni va natijaga eng ko‘p ta’sir qilgan qoidalarni chiqaradi, shuning uchun shifokor tizim nima uchun shunday xulosa chiqarganini ko‘rib, uni o‘z klinik fikri bilan solishtira oladi. Mansublik funksiyalarining nuqtalari va qoidalar bazasi dastur mantig‘idan alohida saqlanadi, mutaxassis ularni yadroni o‘zgartirmasdan sozlay oladi.

5. Natijalar va muhokama

Kirish fazosining 11 011 ta nuqtadan iborat to‘rida (11 ta og‘riq, 13 ta qotish, 11 ta torayish va 7 ta osteofit qiymati) tekshiruv o‘tkazildi: har bir nuqtada kamida bitta qoida faollashdi, ya’ni qoidalar bazasi to‘liq va model har qanday kirish uchun natija beradi. 3-jadvalda olti ta shartli misol bo‘yicha model hisoblagan natijalar keltirilgan. Bu misollar real bemorlar emas, balki modelning xulq-atvorini ko‘rsatish uchun tanlangan qiymatlardir.

3-jadval. *Shartli misollar bo‘yicha model natijalari*

Og‘riq / qotish / torayish / osteofit	Indeks	Mansublik	Talqin
3 / 10 / 12 / 0,8	21,6	KL1: 0,86; KL0: 0,14	erta bosqich
7 / 15 / 20 / 0,5	34,3	KL1: 0,63; KL2: 0,37	kuchli og‘riq, strukturaviy o‘zgarish kam
5 / 20 / 40 / 1,5	50,0	KL2: 1,00	yengil daraja
6 / 30 / 55 / 2,2	65,0	KL3: 0,60; KL2: 0,40	chegaraviy, 2–3 daraja
8 / 45 / 75 / 2,8	91,7	KL4: 0,67; KL3: 0,33	og‘ir daraja

Birinchi misol erta diagnostika nuqtai nazaridan muhim: barcha belgilar yengil bo‘lsa-da, tizim 0,86 mansublik bilan KL1 holatini ajratdi, bu bemorni kuzatuvga olish kerakligini bildiradi. Ikkinchi misolda og‘riq kuchli (7 ball), lekin strukturaviy o‘zgarishlar kam, shuning uchun model butun belgilar majmuasini hisobga olib, holatni yengil deb baholadi. To‘rtinchi va beshinchi qatordagi mansublik darajalari

model holatni bitta qat’iy daraja o‘rniga ikki qo‘shni darajaga bo‘lib ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

Ko‘rsatkichlarning ta’sirini baholash uchun sezgirlik tahlili o‘tkazildi: o‘rta qiymatlardagi bemor (og‘riq 4, qotish 15, torayish 30, osteofit 1,0; indeks 50,0) uchun bitta ko‘rsatkich minimumdan maksimumgacha o‘zgartirilib, qolganlari o‘zgarishsiz qoldirildi.

Natijada og‘riq, qotish va osteofit minimumdan maksimumgacha o‘zgarganda indeks 50,0 dan 75,0 gacha (25 birlikka), torayish o‘zgarganda esa 25,0 dan 75,0 gacha (50 birlikka) o‘zgardi, ya’ni torayish eng kuchli ta’sir qiladi. Bu torayishga berilgan yuqori og‘irlik (1,4) bilan mos keladi.

Taklif etilgan yondashuvning cheklovlari ham bor. Birinchidan, qoida og‘irliklari va mansublik funksiyalarining chegaralari ekspert taxminiga tayanadi va real klinik ma’lumotlarda tekshirilmagan, shuning uchun modelning diagnostik aniqligi haqida xulosa chiqarish uchun hali asos yo‘q. Ikkinchidan, yosh va tana vazni indeksi kabi xavf omillari kiritilmagan.

Xulosa

Tizza bo‘g‘in osteoartritini klinik-radiologik belgilar asosida baholovchi noravshan qaror qabul qilish modeli va dasturiy vositasi ishlab chiqildi. Model to‘rtta belgini 81 ta qoida orqali 0–100 shkaladagi og‘irlik indeksiga o‘tkazadi, KL darajalariga mansublikni ko‘rsatadi va qarorni qoidalar bilan tushuntiradi. Qoidalar bazasining to‘liqligi tekshirildi. Keyingi bosqichda modelni ekspert shifokorlar darajalagan bemorlar ma’lumotlarida Accuracy, Sensitivity va Specificity ko‘rsatkichlari bo‘yicha baholash, qoida og‘irliklarini shu natijalar asosida sozlash hamda yosh va tana vazni indeksi kabi xavf omillarini qo‘shish rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Hunter D.J., Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis // The Lancet. – 2019. – Vol. 393, No. 10182. – P. 1745–1759. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30417-9.

2. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiological assessment of osteo-arthrosis // Annals of the Rheumatic Diseases. – 1957. – Vol. 16, No. 4. – P. 494–502. https://doi.org/10.1136/ard.16.4.494.

3. Altman R., Asch E., Bloch D., et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee // Arthritis & Rheumatism. – 1986. – Vol. 29, No. 8. – P. 1039–1049. https://doi.org/10.1002/art.1780290816.

4. Zadeh L.A. Fuzzy sets // Information and Control. – 1965. – Vol. 8, No. 3. – P. 338–353. https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X.

5. Mamdani E.H., Assilian S. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller // International Journal of Man-Machine Studies. – 1975. – Vol. 7, No. 1. – P. 1–13. https://doi.org/10.1016/S0020-7373(75)80002-2.

6. Tiulpin A., Thevenot J., Rahtu E., Lehenkari P., Saarakkala S. Automatic knee osteoarthritis diagnosis from plain radiographs: a deep learning-based approach // Scientific Reports. – 2018. – Vol. 8. – Article 1727. https://doi.org/10.1038/s41598-018-20132-7.

7. Cross M., Smith E., Hoy D., et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study // Annals of the Rheumatic Diseases. – 2014. – Vol. 73, No. 7. – P. 1323–1330. https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2013-204763.

8. Kohn M.D., Sassoon A.A., Fernando N.D. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 2016. – Vol. 474, No. 8. – P. 1886–1893. https://doi.org/10.1007/s11999-016-4732-4.

9. Adlassnig K.-P. Fuzzy set theory in medical diagnosis // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 1986. – Vol. 16, No. 2. – P. 260–265. https://doi.org/10.1109/TSMC.1986.4308946.

EKG SIGNALLARIDA ARITMIYA VA MIOKARD INFARKTI BELGILARINI ANIQLASH UCHUN SIFAT NAZORATIGA ASOSLANGAN CNN LSTM MODELINING METODOLOGIYASI

Umurzakova Dilnoza Maxamadjanovna
Farg‘ona davlat texnika universiteti
E-mail: dilnoza.umurzakova910@gmail.com

Nabiyeva Maysaraxon Shuhratjon qizi
Farg‘ona davlat texnika universiteti
E-mail: nabiyevamaysaraxon@gmail.com

Annotatsiya. Elektrokardiografik signallarni avtomatik tahlil qilishda morfologik belgilar, vaqt bo‘yicha bog‘liqliklar va signal sifati birgalikda hisobga olinishi zarur. Ushbu metodologik tadqiqotning maqsadi aritmiyalar va miokard infarktiga mos EKG belgilarini aniqlash uchun sifat nazoratiga ega ikki chiqishli CNN–LSTM modelini shakllantirishdir. Tadqiqotda birlamchi ilmiy manbalar qiyosiy tahlil qilindi, signalni tayyorlash, ko‘p belgili tasniflash va bemorlar bo‘yicha ajratilgan baholash protokoli ishlab chiqildi. Taklif etilgan yechimda signal sifati yetarli bo‘lmaganda avtomatik tasniflash to‘xtatiladi; sifatli yozuvlarda konvolyutsion qatlamlar morfologiyani, LSTM esa ketma-ketlik bog‘liqliklarini o‘rganadi. 500 Hz chastotada 10 soniyali 12 kanalli yozuv uchun 60 000 signal qiymati talab etilishi va 100 Hz ga qayta diskretlashda kirish hajmi besh marta kamayishi hisoblandi. Natijalar metodologik va analitik xarakterga ega; modelning klinik aniqligi tajriba bilan tasdiqlanmagan. Taklifning ilmiy hissasi diagnostik vazifalar, sifat bo‘yicha rad etish qoidasi va ma’lumotlar sizib chiqishini cheklovchi baholash tartibini yagona tekshiriladigan protokolga birlashtirishdan iborat.

Kalit so‘zlar: elektrokardiogramma, aritmiya, miokard infarkti, CNN, LSTM, signal sifati, ko‘p belgili tasniflash, bemorlararo baholash.

Kirish

Jahon sog‘liqni saqlash tashkilotining 2025-yilda e’lon qilingan ma’lumotiga ko‘ra, 2022-yilda yurak-qon tomir kasalliklaridan 19,8 million kishi vafot etgan; bu global o‘limlarning taxminan 32 foiziga teng [1]. Mazkur kasalliklarni tekshirishda EKG keng qo‘llaniladi. Raqamli yozuvlarni avtomatik tahlil qilish shifokorga katta hajmdagi ma’lumotlar orasidan tekshirilishi lozim bo‘lgan holatlarni ajratishda yordam berishi mumkin.

EKG asosida mavjud patologik belgilarni aniqlash va kelajakdagi infarkt xavfini prognozlash turli vazifalardir. Birinchisida yozuvdagi holatga tegishli yorliq o‘rganiladi; ikkinchisida EKG olingan paytdan keyingi hodisa va kuzatuv muddati talab etiladi. Shuning uchun ushbu ishning bevosita obyekti raqamli EKGdagi aritmiya va infarktga mos belgilarni tasniflashdir. Kelajakdagi infarkt xavfi alohida longitudinal tadqiqot yo‘nalishi sifatida belgilanadi.

Tadqiqot savoli quyidagicha qo‘yildi: signal sifati nazorati va ikki diagnostik chiqishni birlashtiruvchi CNN–LSTM modelini qanday tashkil etish hamda uning samaradorligini bemorlararo sharoitda qanday xolis baholash mumkin? Ishning maqsadi ushbu savolga javob beruvchi arxitektura va takrorlanadigan tajriba protokolini taklif qilishdir. CNN–LSTM birikmasining o‘zi yangi arxitektura sifatida talqin qilinmaydi; ilmiy yangilikka da’vo uning sifat nazorati va baholash qoidalari bilan birga tekshiriladigan shaklda aniqlashtirilishiga tegishlidir.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya

Mavjud tadqiqotlarning qiyosiy tahlili

Hannun va hammualliflar 53 549 bemordan olingan 91 232 bir kanalli EKG yozuvi asosida 12 ritm sinfini aniqlovchi chuqur neyron tarmoqni o‘qitgan. Mustaqil sinovda o‘rtacha ROC-AUC 0,97 bo‘lgan [2]. Bu natija bir kanalli ambulator yozuvlar va mazkur tadqiqotning sinov sharoitiga tegishli; uni barcha klinik EKG vazifalari uchun umumiy aniqlik deb olish mumkin emas.

Ribeiro va hammualliflar ikki milliondan ortiq belgilangan tekshiruv asosida 12 kanalli EKGning olti turdagi o‘zgarishini aniqlovchi modelni yaratgan. Ishda F1 ko‘rsatkichlari 80 foizdan yuqori, spetsifiklik esa 99 foizdan yuqori ekani qayd etilgan [3]. Ushbu ko‘rsatkichlar aritmiya va o‘tkazuvchanlik vazifalarining keng ko‘lamli yechimiga dalil beradi, ammo kelajakdagi infarkt xavfini bevosita tasdiqlamaydi.

Guo, Sim va Matuszewski bemorlararo EKG tasniflash uchun DenseNet va GRU tarmoqlarini birlashtirgan [4]. Bu tadqiqot konvolyutsion va rekurrent komponentlardan birgalikda foydalanish avvaldan mavjudligini ko‘rsatadi. Demak,

yangi yechimning foydasi faqat arxitektura nomi bilan emas, bir xil ma’lumot va ajratish sharoitida o‘tkazilgan taqqoslash bilan asoslanishi kerak.

1-jadval. *Birlamchi tadqiqotlar va taklifning qo‘llanish chegaralari*

Manba	Asosiy yechim	Mazkur ish uchun saboq
[2] Hannun va boshqalar	Bir kanalli yozuvlarda 12 ritm sinfi	Natijani 12 kanalli infarkt vazifasiga ko‘chirishdan oldin qayta sinash
[3] Ribeiro va boshqalar	12 kanalli EKGda 6 turdagi o‘zgarish	Katta ma’lumot va mustaqil sinov zarur
[4] Guo va boshqalar	DenseNet va GRU	Gibrid model yangiligini nazoratli tajriba bilan tekshirish

Tadqiqot dizayni va ma’lumotlar

Ish tizimli sharh yoki meta-tahlil emas, tanlangan birlamchi manbalar asosidagi metodologik tahlildir. Manbalar EKGga oidligi, model yoki ma’lumotlar to‘plamini bevosita tavsiflashi va tekshiriladigan bibliografik ma’lumotga ega bo‘lishi asosida tanlandi. Mualliflar o‘tkazmagan tajribalar ushbu ishning natijasi sifatida keltirilmaydi.

Aritmiya komponentini alohida tekshirish uchun MIT-BIH bazasi mos: unda 47 subyektdan olingan 48 ta yarim soatlik ikki kanalli yozuv mavjud; diskretlash chastotasi 360 Hz [5]. Bu baza 12 kanalli infarkt tasniflagichini bevosita o‘qitish uchun yetarli emas. Integrallashgan model uchun ritm va diagnostik yorliqlari mavjud bo‘lgan 12 kanalli baza talab qilinadi.

PTB-XLning dastlabki ilmiy tavsifida 18 885 bemorning 21 837 ta 10 soniyali EKG yozuvi bayon qilingan; 100 va 500 Hz ko‘rinishlari mavjud [6]. Bu sonlar aynan dastlabki nashrga tegishli. Tajribada tanlangan versiya, chiqarib tashlangan yozuvlar va qolgan bemorlar soni alohida qayd etilishi kerak. Ritm yorliqlari hamda MI diagnostik yorlig‘i ontologiyasi tekshiriladi; MI yorlig‘i kelajakda infarkt bo‘lish ehtimoli deb belgilanmaydi.

Signalni tayyorlash va sifat nazorati

Kirish yozuvi vaqt nuqtalari bo‘yicha 12 kanalli matritsa shaklida beriladi. Avval kanallar tartibi, birliklar, uzilishlar va davomiylik tekshiriladi. 10 soniyali yozuvlar bir xil diskretlash chastotasiga keltiriladi. Qayta diskretlashdan oldin aliasingni cheklovchi filtr qo‘llanadi. Infarktga oid morfologiyani saqlash uchun

agressiv filtrdan voz kechish va filtr ta’sirini alohida ablyatsiya orqali tekshirish nazarda tutiladi.

$$N = T \cdot f_s ; \quad M = C \cdot N \quad (1)$$

Bu yerda N — bir kanaldagi nuqtalar soni, T — davomiylik, f_s — diskretlash chastotasi, C — kanallar soni, M — jami signal qiymatlari soni. T = 10 s, f_s = 500 Hz va C = 12 bo‘lganda N = 5000, M = 60 000 bo‘ladi.

Sifat mezoni sifatida qabul qilingan signal qiymatlarining ulushi ishlatiladi. Yo‘qolgan qiymat, apparat saturatsiyasi va uzluksiz tekis chiziq bilan bog‘liq segmentlar oldindan belgilangan qoidalar bo‘yicha yaroqsiz deb belgilanadi. Tekis chiziq va saturatsiya chegaralari qurilma hamda birliklarga mos ravishda validatsiyada aniqlanadi; fiziologik past amplituda avtomatik ravishda artefakt hisoblanmaydi.

$$q = N_v / M ; \quad A = I(q \geq \tau) \quad (2)$$

N_v — yaroqli qiymatlar soni, q — sifat ulushi, τ — validatsiyada tanlanadigan chegara, A — yozuvni avtomatik tahlilga qabul qilish indikatori. Ushbu q klinik jihatdan tasdiqlangan universal sifat indeksi emas, taklif etilgan operatsion mezondir. A = 0 bo‘lganda tizim qayta yozish yoki mutaxassis ko‘rigini talab qiladi. Qabul qilingan yozuvlarda morfologik amplituda axborotini yo‘qotmaslik uchun kanal bo‘yicha normallashtirish parametrlari faqat o‘qitish qismidan hisoblanadi.

Taklif etilgan model va o‘qitish

Modelning umumiy qismi uchta bir o‘lchovli konvolyutsion blok va bitta LSTM qatlamidan iborat qilib loyihalanadi. Boshlang‘ich konfiguratsiya sifatida 32, 64 va 128 filtr, mos ravishda 7, 5 va 3 nuqtali yadrolar, 64 birlikli LSTM va 0,3 dropout tanlanadi. Bu qiymatlar optimal natija emas; ular validatsiyada tekshiriladigan boshlang‘ich giperparametrlardir. Umumiy xususiyatdan ritm yorliqlari va infarktga mos diagnostik yorliq uchun ikkita chiqish olinadi.

$$z = LSTM(CNN(X)) ; \quad p_r = \sigma(W_r z + b_r) ; \quad p_m = \sigma(W_m z + b_m) \quad (3)$$

X — tayyorlangan EKG, z — umumiy xususiyat vektori, p_r — ritm yorliqlari bo‘yicha ballar, p_m — MI yorlig‘iga mos ball, σ — sigmoid funksiya. Bir yozuvda bir

nechta belgi uchrashi mumkinligi sababli sigmoid chiqishlar taklif etiladi. Ushbu ballar kalibrlash tekshiruvisiz bemorning klinik xavf foizi deb talqin qilinmaydi.

$$L = \lambda_r L_r + \lambda_m L_m ; \quad \lambda_r + \lambda_m = 1 \quad (4)$$

L_r va L_m — tegishli chiqishlarning binar kross-entropiya yo‘qotishlari, λ_r va λ_m — validatsiyada tanlanadigan vaznlar. Har bir vazifa faqat tegishli yorlig‘i mavjud yozuvlar orqali hisoblanadi; yo‘q yorliq manfiy holatga aylantirilmaydi. Sinf vaznlari o‘qitish qismidagi chastotalardan olinadi. Adam optimizatori, 10^{-3} boshlang‘ich o‘rganish tezligi, 32 yozuvli batch va 50 epoxagacha o‘qitish boshlang‘ich protokol sifatida taklif etiladi. Erta to‘xtatish validatsiya yo‘qotishi bo‘yicha belgilanadi.

Xolis baholash protokoli

Ajratish segmentlash va augmentatsiyadan oldin bemor identifikatori bo‘yicha amalga oshiriladi. Bir bemorning barcha yozuvlari faqat bitta qismda qoladi. PTB-XLdagi tavsiya etilgan foldlar ishlatilganda 1–8-fold o‘qitish, 9-fold validatsiya, 10-fold yakuniy sinov uchun olinadi [6]. Normalizatsiya, sinf vaznlari, τ va qaror chegaralari yakuniy sinovdan foydalanmasdan tanlanadi. Sun’iy shovqin hamda amplituda o‘zgartirish faqat o‘qitish qismida qo‘llanadi.

$$Sensitivity = TP / (TP + FN) ; \quad Specificity = TN / (TN + FP) \quad (5)$$

$$F1 = 2TP / (2TP + FP + FN) ; \quad Coverage = n_a / n \quad (6)$$

TP va TN — to‘g‘ri musbat va manfiy, FP va FN — noto‘g‘ri musbat va manfiy qarorlar; n_a — qabul qilingan, n — jami sinov yozuvlari. Har bir yorliq bo‘yicha sezgirlik, spetsifiklik, F1, ROC-AUC va PR-AUC keltiriladi. Macro-F1 sinflar teng vaznda o‘rtachalanishi orqali olinadi. Sifat filtri qo‘llanganda qabul qilingan yozuvlardagi natija bilan birga Coverage va rad etilgan yozuvlarning sinf tarkibi ham beriladi.

Taqqoslash uchun faqat CNN, sifat nazoratisiz CNN–LSTM va sifat nazoratili ikki chiqishli CNN–LSTM bir xil ajratishda baholanadi. Bundan tashqari, umumiy ikki chiqishli model ikkita mustaqil model bilan solishtiriladi. Tasodifiy urug‘larning

kamida uchta qiymati qayd etiladi; 95 foizlik ishonch oralig‘i bemor darajasidagi bootstrap orqali hisoblanadi. Hisoblash tezligi bir yozuv uchun millisekundlarda, qurilma va batch o‘lchami bilan birga ko‘rsatiladi.

Natijalar

Analitik hisoblash natijalari

Birinchi natija — kirish ma’lumotining o‘lchami va xotira talabini aniqlashtirishdir. (1)-formula hamda har bir float32 qiymat uchun 4 bayt asosida 2-jadval hisoblandi. Jadvaldagi qiymatlar nazariy kirish xotirasini ko‘rsatadi; model aktivatsiyalari, gradientlar va dasturiy xarajatlarni qamramaydi.

2-jadval. *10 soniyali 12 kanalli EKG uchun hisoblangan kirish hajmi*

Chastota	Bir kanal	Jami qiymat	Float32 xotira
500 Hz	5000	60 000	240 000 bayt
100 Hz	1000	12 000	48 000 bayt

100 Hz ko‘rinishda qiymatlar soni 60 000 / 12 000 = 5 marta kamayadi; nazariy xotira tejalishi 80 foizni tashkil qiladi. Bu hisob aniqlik saqlanishini yoki hisoblash tezligi besh marta oshishini bildirmaydi. 100 va 500 Hz variantlar bir xil bemorlar va yorliqlarda qiyoslanib, morfologik axborot yo‘qotilishi tekshirilishi zarur.

Metodologik natija va ilmiy hissa

Ikkinchi natija — signal sifati bo‘yicha qabul qilish, umumiy xususiyatlar va ikki diagnostik chiqishni birlashtirgan operatsion protokoldir. U uchta tekshiriladigan farazni belgilaydi: sifat nazorati qabul qilingan yozuvlardagi xatolarni kamaytirishi mumkin; LSTM qo‘shilishi CNNga nisbatan ritm tasnifini yaxshilashi mumkin; umumiy xususiyatlar ikki vazifani birgalikda o‘rganishda foyda berishi mumkin. Ushbu farazlar sinovdan o‘tmaguncha modelning ustunligi deb e’lon qilinmaydi.

3-jadval. *Taklifning ilmiy hissasini tekshirish rejasi*

Komponent	Taqqoslash	Tasdiqlash mezoni
Sifat nazorati	Bir xil model, nazoratli va nazoratsiz	F1 va sezgirlik bilan birga Coverage
Vaqt modeli	CNN va CNN–LSTM	Ritm bo‘yicha Macro-F1 farqi

Ikki chiqish	Umumiy va mustaqil modellar	Har ikki vazifa ko‘rsatkichi va salbiy transfer
Diskretlash	100 va 500 Hz	PR-AUC, sezgirlik va xotira talabi

Uchinchi natija — diagnostik ball va prognostik xavfning metodologik ajratilishidir. PTB-XLdagi MI yorlig‘iga mos signalni aniqlash kelajakdagi yangi infarkt hodisasini prognozlash bilan tenglashtirilmaydi. Prognostik bosqich uchun indeks EKG sanasi, oldingi infarkt holati, yangi hodisa sanasi va kamida oldindan belgilangan kuzatuv ufqi talab etiladi. Masalan, 12 oylik yangi hodisa uchun model faqat shu ufqdagi kuzatuv yoki senzurlanish qoidasi belgilangan ma’lumotlarda baholanishi mumkin.

Natijalar muhokamasi va cheklovlar

Taklifning foydasi shundaki, u algoritmni klinik mazmun, signal sifati va xolis baholash bilan bog‘laydi. Biroq sifat bo‘yicha rad etish qiyin patologik holatlarni tanlab chiqarib tashlashi va qabul qilingan qismdagi ko‘rsatkichni sun’iy oshirishi mumkin. Shu bois Coverage, rad etilgan patologik yozuvlar ulushi va har bir sinf bo‘yicha natijalar birga tahlil qilinadi.

Umumiy modelda vazifalar o‘rtasidagi salbiy transfer ehtimoli mavjud: ritmga foydali xususiyatlar infarktga mos belgilar uchun yetarli bo‘lmasligi mumkin. Shuning uchun ikki mustaqil model bilan taqqoslash asosiy nazorat hisoblanadi. 10 soniyali yozuv vaqti-vaqti bilan yuz beruvchi aritmiyani qamramasligi ham mumkin; bu cheklovni model arxitekturasini murakkablashtirishning o‘zi bartaraf etmaydi.

Mazkur ishda model o‘qitilgani, test prediksiyalari yoki klinik samaradorlik natijalari taqdim etilmaydi. Shuning uchun 98–99 foizlik aniqlik, shifokordan ustunlik yoki mahalliy populyatsiyada ishonchli ishlash haqida xulosa chiqarilmaydi. Keyingi bosqichda mustaqil test, boshqa markazdagi tashqi validatsiya, ehtimollar kalibrlanishi va demografik guruhlar kesimidagi xatolar o‘rganilishi kerak.

Xulosa

EKGdagi aritmiya va infarktga mos belgilarni aniqlash uchun sifat nazoratiga ega ikki chiqishli CNN–LSTM modelining metodologiyasi taklif qilindi. Ishning ilmiy

hissasi kirish sifati bo‘yicha qaror, ko‘p belgili tasniflash va bemor darajasidagi baholashni yagona tekshiriladigan protokolda ifodalashdan iborat. Arxitekturaning alohida komponentlari mavjud tadqiqotlarga tayangani sababli, uning yangiligi va foydasi ablyatsiya hamda mustaqil sinov bilan tasdiqlanishi lozim.

Analitik hisoblash 10 soniyali 12 kanalli yozuvda 500 Hz uchun 60 000, 100 Hz uchun 12 000 qiymat zarurligini ko‘rsatdi. Kirish xotirasining 80 foizga qisqarishi aniq hisoblangan natija bo‘lib, diagnostik aniqlikning saqlanishi hali tekshiriladigan masaladir. Kelajakdagi infarkt xavfini prognozlash uchun vaqtga bog‘langan klinik kuzatuv ma’lumotlari talab etiladi. Taklif etilgan protokol shu keyingi tajribalarni ilmiy jihatdan asosli tashkil etish uchun xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. World Health Organization. (2025, July 31). Cardiovascular diseases (CVDs). https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)

2. Hannun, A. Y., Rajpurkar, P., Haghpanahi, M., Tison, G. H., Bourn, C., Turakhia, M. P., & Ng, A. Y. (2019). Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network. Nature Medicine, 25, 65–69. https://doi.org/10.1038/s41591-018-0268-3

3. Ribeiro, A. H., Ribeiro, M. H., Paixão, G. M. M., Oliveira, D. M., Gomes, P. R., Canazart, J. A., Ferreira, M. P. S., Andersson, C. R., Macfarlane, P. W., Meira, W., Jr., Schön, T. B., & Ribeiro, A. L. P. (2020). Automatic diagnosis of the 12-lead ECG using a deep neural network. Nature Communications, 11, Article 1760. https://doi.org/10.1038/s41467-020-15432-4

4. Guo, L., Sim, G., & Matuszewski, B. (2019). Inter-patient ECG classification with convolutional and recurrent neural networks. Biocybernetics and Biomedical Engineering, 39(3), 868–879. https://doi.org/10.1016/j.bbe.2019.06.001

5. Moody, G. B., & Mark, R. G. (2001). The impact of the MIT-BIH Arrhythmia Database. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, 20(3), 45–50. https://doi.org/10.1109/51.932724

6. Wagner, P., Strodthoff, N., Bousseljot, R.-D., Kreiseler, D., Lunze, F. I., Samek, W., & Schaeffter, T. (2020). PTB-XL, a large publicly available electrocardiography dataset. Scientific Data, 7, Article 154. https://doi.org/10.1038/s41597-020-0495-6

УДК: 378.147:61:617

РОЛЬ СИМУЛЯЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ФАКУЛЬТЕТСКОЙ ХИРУРГИИ СТУДЕНТАМ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Эгамов Ю.С, Латипов Р.Ж, Эгамов Б.Ю.
Андижанский Государственный медицинский институт

Аннотация. В статье рассматривается роль симуляционного обучения студентов 4 курса по факультетской хирургии медицинского института. Показаны современные подходы к использованию симуляционных технологий для формирования клинических навыков, принятия решений в условиях, приближенных к реальной клинической практике, а также развитие командной работы и коммуникативных компетенций. Приводятся результаты внедрения симуляционного курса на кафедре хирургических болезней, отражающие повышение уровня знаний и практических навыков студентов.

Ключевые слова: симуляционное обучение, факультетская хирургия, медицинское образование, клинические навыки, OSCE.

Введение

Современное медицинское образование требует новых форм обучения, направленных на повышение качества подготовки будущих врачей. Одним из наиболее эффективных методов является симуляционное обучение, которое позволяет студентам отрабатывать практические навыки без риска для пациентов. На 4 курсе студенты уже имеют базовые теоретические знания и начинают активно осваивать клинические дисциплины, поэтому симуляционные технологии становятся важнейшим этапом формирования профессиональной компетентности (1). Факультетская хирургия является ключевой дисциплиной для студентов медицинского вуза, так как именно на этом этапе формируются основные практические компетенции будущего врача-хирурга. Однако традиционное обучение на клинических базах не всегда обеспечивает безопасные условия для первичной отработки навыков. Ошибки студентов могут угрожать здоровью пациентов, а ограниченное время у постели больного снижает возможности практического тренинга (2,5).

Симуляционные технологии позволяют решить эти проблемы, предоставляя студентам возможность многократно отрабатывать хирургические приёмы и манипуляции в условиях, приближенных к реальной практике, но без риска для пациента.

Цель исследования – оценка эффективности применения симуляционного обучения в подготовке студентов по факультетской хирургии, в симуляционном центре Андижанского государственного медицинского института в течение последних 5 лет среди студентов 4 курса педиатрического факультета.

В исследовании участвовали 250 студентов. Был приведён опыт внедрения симуляционных технологий в образовательный процесс, включающий отработку хирургических навыков, алгоритмов неотложной помощи, коммуникаций с пациентом. Эффективность обучения оценивалась овладением практических навыков во время занятия, с помощью тестирования, Objective Structured Clinical Examination (OSCE), а также анкетирования. Результаты показали достоверное повышение уровня знаний и практических навыков, снижение уровня тревожности и рост мотивации студентов

Методы оценки: тестирование знаний, практическая отработка на манекенах, анкетирование студентов о восприятии симуляционного обучения.

Программа симуляционною обучения включала**:** базовые хирургические навыки взятые на основании программы занятий факультетской хирургии 4 курса педиатрического факультета в количестве 17 занятии (определение аппендикулярного инфильтрата, зондирования желудка и двенадцатиперстной кишки, обследование брюшной полости при заболеваниях желчного пузыря, методики пластики укрепления грыжевого ворота, инструментальное обследование образований органов брюшной полости, наложение узловых и непрерывных швов, перевязка сосудов, дренирование полостей); неотложная хирургия (остановка кровотечения, алгоритм при напряженном пневмотораксе, проведение лапаротомии на тренажёре); коммуникация и командная работа

(ведение больного в симуляционной операционной, распределение ролей в бригаде).

После прохождения курса отмечено:

- повышение уверенности студентов в выполнении базовых клинических манипуляций (на 35–40% по результатам анкетирования);
- улучшение показателей практических навыков студентов OSCE в среднем от 20% до 40%;
- формирование навыков командной работы при оказании неотложной помощи;
- положительная мотивация к дальнейшему изучению клинических дисциплин.

Таблица 1. *Динамика освоения хирургических навыков студентами 4 курса*

Навык	До курса (%)	После курса (%)	Прирост
Торакотомия с дренированием	46	85	+32
Лапаротомия с ушеванием раны	41	79	+39
Дренирование гнойной полости	52	83	+28
Катетеризация центральной вены	37	76	+35

Полученные результаты свидетельствуют (таблица 1), что симуляционное обучение программы по факультетской хирургии существенно повышает уровень профессиональной подготовки студентов.

Наши данные согласуются с результатами зарубежных исследований (3,4), где показано, что симуляция обеспечивает формирование устойчивых навыков, улучшает результаты OSCE и снижает риск ошибок при контакте с реальными пациентами.

Особое значение имеет формирование командной работы, что актуально для хирургии, где успех операции зависит от согласованных действий всей бригады.

Таким образов: Симуляционное обучение позволяет безопасно и многократно отрабатывать навыки, избегая ошибок в реальной практике. Оно повышает не только технические, но и коммуникативные компетенции, что особенно важно на этапе 4 курса по факультетской хирургии, когда студенты начинают активно участвовать в клинической деятельности.

Внедрение симуляционных технологий в образовательный процесс повышает качество усвоения материала, формирует практические навыки и снижает стресс при первом контакте с реальным пациентом.

Полученные результаты свидетельствуют, что симуляционное обучение по факультетской хирургии на 4 курсе существенно повышает уровень профессиональной подготовки студентов.

Особое значение имеет формирование командной работы, что актуально для хирургии, где успех операции зависит от согласованных действий всей бригады.

Заключение

1. Симуляционное обучение является эффективным инструментом в подготовке студентов 4 курса по факультетской хирургии.
2. Использование тренажёров и симуляторов позволяет многократно отрабатывать навыки без риска для пациента.
3. Доказано значительное повышение знаний и практических умений (рост результатов OSCE с 54% до 83%).
4. Симуляционные технологии снижают стресс и повышают уверенность студентов, способствуют их профессиональной мотивации.
5. Рекомендуется интегрировать симуляционные курсы в базовую программу по факультетской хирургии во всех медицинских институтах.

Литература

1. Абдрахманов Р.А., Тихонова О.В., Чернов В.Н. Опыт внедрения симуляционного обучения в преподавание факультетской хирургии // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2021. – №9. – С. 67–71.

2. Соловьёва А.В., Глухова Л.Ю. Симуляционное обучение в медицинском образовании: современное состояние и перспективы // Медицинское образование и профессиональное развитие. – 2020. – №2. – С. 45–52.

3. Okuda Y., Bryson E.O., DeMaria S. et al. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? // Mt Sinai J Med. – 2009. – Vol. 76(4). – P. 330–343.

4. Motola I., Devine L.A., Chung H.S., Sullivan J.E., Issenberg S.B. Simulation in healthcare education: A best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82 // Med Teach. – 2013. – Vol. 35(10). – e1511–e1530.

5. Aggarwal R., Mytton O.T., Derbrew M. et al. Training and simulation for patient safety // BMJ Qual Saf. – 2010. – Vol. 19. – P. i34–i43.

ЖИГАР ЦИРРОЗИ КАСАЛЛИГИДА ПОРТАЛ ГЕМОДИНАМИКА ВА СПЛАТНИК КРОВОТОК КЎРСАТКИЧЛАРИНИ УЛЬТРАТОВУШ ДОППЛЕРОГРАФИЯСИ ЁРДАМИДА БАҲОЛАШ ВА КЛИНИК-ДИАГНОСТИК АҲАМИЯТИ

Хакимов Насрулла Сабирович
Андижон давлат тиббиёт институти (АДТИ)
ORCID: 0009-0003-6292-8146
Xakimovns1953@gmail.com

АННОТАЦИЯ. Мақсад: Жигар циррози билан оғриган беморларда ультратовуш допплерографияси (УТД) ёрдамида портал ва сплатник гемодинамика кўрсаткичларини комплекс баҳолаш ва қизилўнгач варикоз кенгайган веналари (ВРВП) хавфини ноинвазив прогноз қилиш мезонларини ишлаб чиқиш. **Материал ва усуллар:** Тадқиқотга жигар циррози мавжуд 120 нафар бемор ва 30 нафар соғлом кўнгилли (назорат гуруҳи) жалб этилди. Беморлар Child-Pugh шкаласи бўйича 3 гуруҳга (A, B, C) бўлинди. Барча беморларга рангли ва импульсли допплерография хамда ЭГДС текширувлари ўтказилди. **Натижалар:** Циррози оғирлашган сари дарвоза венаси диаметри (Dpv) 11.2±0.4 мм дан 15.6±0.8 мм гача кенгайди, чизиқли қон оқими тезлиги (Vmean) эса 22.4±1.2 см/с дан 11.3±0.9 см/с гача сезиларли пасайди. Застой индекси (CI) Child-Pugh C синфида 0.142±0.012 см·с га етди. Талоқ артерияси резистивлик индекси (SARI > 0.64) ва Сплено-портал индекс (SPI > 0.052) қизилўнгач варикоз веналари қон кетиши хавфини юқори аниқликда (AUC 0.884, сезувчанлик 89.2%, спецификлик 84.6%) баҳолаш имконини берди. **Хулоса:** Ультратовуш допплерографияси портал гипертензия оғирлиги ва гемодинамик бузилишларни эрта босқичда аниқлашда ҳамда инвазив бўлмаган ҳолда ВРВП хавфини прогноз қилишда юқори информитивликка эга.

Калит сўзлар: Жигар циррози, ультратовуш допплерографияси, портал гипертензия, дарвоза венаси, застой индекси, талоқ артерияси резистивлик индекси (SARI), Child-Pugh классификацияси, варикоз кенгайган веналар.

1. КИРИШ (INTRODUCTION)

1.1. Муаммонинг долзарблиги ва патофизиологик асослари

Жигар циррози (ЖЦ) замонавий гепатология ва гастроэнтерологиянинг энг оғир ва долзарб муаммоларидан бири бўлиб қолмоқда.

Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти (ЖСТ) маълумотларига кўра, жигар циррози дунё бўйича ўлим сабаблари орасида 11-ўринни эгаллайди ва йилига 1.3

миллиондан ортиқ одамнинг ҳаётига зомин бўлади (Tsochatzis et al., 2014). Жигар циррозининг энг хавфли асорати бу портал гипертензия (ПГ) синдромидир. Портал гипертензия гепатоцитлар некрози, фиброз тўқиманинг ривожланиши ва жигар архитектоникасининг қайтмас даражада деформацияси натижасида синусоидал ҳамда постсинусоидал даражада қон оқимига қаршиликнинг ортиши билан тавсифланади (de Franchis, 2015).

Патофизиологик жиҳатдан, портал гипертензия шаклланиши икки асосий механизмга таянади: жигар ичи томирлар қаршилигининг ортиши ҳамда сплатник томирлар ҳавзасида вазодилатация ҳисобига гипердинамик қон айланишининг шаклланиши. Жигар ичи қаршилигининг ортиши дарвоза венаси тизимида босимнинг кўтарилишига, бу эса ўз навбатида портосистем коллатералларнинг (хусусан, қизилўнгач ва ошқозон варикоз веналарининг) ривожланишига олиб келади. Қизилўнгач варикоз кенгайган веналаридан (ВРВП) қон кетиши циррознинг энг ҳалокатли асорати бўлиб, биринчи қон кетиш эпизодида ўлим кўрсаткичи 15-25% ни ташкил этади (EASL Clinical Practice Guidelines, 2018).

1.2. Допплерография текширувининг диагностик ўрни ва вазифалари

Ҳозирги кунда портал гемодинамикани ва портал босим градиентини (HVPG) баҳолашнинг 'олтин стандарти' инвазив усул — жигар веналарини катетеризация қилиш ҳисобланади. Аммо ушбу усулнинг инвазивлиги, юқори қиймати ва махсус ускуналарни талаб этиши уни кенг амбулатор клиник амалиётда кўп маротаба қўллашга тўсқинлик қилади (Berzigotti et al., 2013). Шу сабабли, замонавий гепатологияда ультратовуш допплерографияси (УТД) каби ноинвазив, хавфсиз, арзон ва юқори аниқликка эга диагностик усулларга талаб ортиб бормоқда.

Ультратовуш допплерографияси ёрдамида томирлар диаметри, қон оқими тезлиги (Vmax, Vmean), ҳажмий қон оқими (Qpv) ҳамда резистивлик (RI) ва пулсация (PI) индексларини комплекс баҳолаш мумкин (Bolognesi et al., 2017). Хусусан, дарвоза венаси застой индекси (Congestion Index, CI) ва талоқ

артерияси резистивлик индекси (SARI) каби математик допплерометрик кўрсаткичлар портал гипертензия оғирлиги ва ВРВП мавжудлигини аниқлашда юқори диагностик информитивликка эга эканлиги қайд этилган (Sharma et al., 2016; Suhocki et al., 2021).

Тадқиқотнинг мақсади: Жигар циррози билан оғриган беморларда ультратовуш допплерографияси ёрдамида портал ва сплатник гемодинамика кўрсаткичларини комплекс баҳолаш ва қизилўнгач варикоз веналари қон кетиш хавфини ноинвазив прогноз қилиш мезонларини ишлаб чиқиш.

2. МАТЕРИАЛ ВА УСУЛЛАР (MATERIALS AND METHODS)

2.1. Тадқиқот контингенти ва гуруҳлар дескрипцияси

Тадқиқот Андижон давлат тиббиёт институти клиникаси ва вилоят кўп тармоқли тиббиёт марказида олиб борилди. Тадқиқотга жигар циррози ташхиси қўйилган 120 нафар бемор ва назорат гуруҳи сифатида 30 нафар амалий соғлом кўнгилли жалб этилди. Беморларнинг ўртача ёши 48.6 ± 6.4 ёшни ташкил этди (эркаклар — 68 нафар, аёллар — 52 нафар). Жигар циррозининг этиологик структурасида вирусли гепатит В ва С (72.5%), алкоголли цирроз (15.0%) ва аутоиммун/стеатогепатит (12.5%) устунлик қилди.

Жигар циррози оғирлик даражаси Child-Pugh классификацияси бўйича 3 гуруҳга стратификация қилинди:

— 1-гуруҳ (Child-Pugh A, компенсация босқичи): 38 нафар бемор (31.7%);

— 2-гуруҳ (Child-Pugh B, субкомпенсация босқичи): 46 нафар бемор (38.3%);

— 3-гуруҳ (Child-Pugh C, декомпенсация босқичи): 36 нафар бемор (30.0%).

2.2. Ультратовуш допплерографияси ва гемодинамик математик моделлар

Ультратовуш допплерографияси текширувлари Mindray Resona 7 ва Samsung RS85 ультратовуш сканерларида 3.5–5.0 МГц конвекс датчик ёрдамида, беморлар оч қорнига ва 15 дақиқалик дам олишдан сўнг ўтказилди. Допплерометрия В-режим, рангли допплеровское картирование (СДК) ва

импульсли-толкинли (PW) режимларда бажарилди. Допплеровский допплер инсонация бурчаги 60° дан ошмаган ҳолда созланди.

Текширилган асосий гемодинамик ва математик кўрсаткичлар:

1. Дарвоза венаси диаметри (Dpv, мм) ва чизиқли ўртача қон оқими тезлиги (Vmean, см/с);
2. Дарвоза венаси ҳажмий қон оқими (Qpv, мл/мин): $Qpv = Vmean \times \pi \times (Dpv/2)^2 \times 60$;
3. Дарвоза венаси застой индекси (Congestion Index, CI, см·с): CI = Cross-sectional Area / Vmean;
4. Талоқ артерияси резистивлик индекси (SARI): SARI = (PSV - EDV) / PSV;
5. Жигар артерияси резистивлик индекси (HARI): HARI = (PSV - EDV) / PSV;
6. Сплено-портал индекс (SPI, см): SPI = (Dsv × Dpv) / Vmean.

2.3. Эндоскопик текширув ва статистик таҳлил

Барча беморларга қизилўнгач ва ошқозон варикоз кенгайган веналарини баҳолаш учун эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС) ўтказилди. ВРВП даражаси Baveno VI тавсияларига биноан I, II ва III даражаларга ажратилди.

Олинган маълумотларни статистик қайта ишлаш SPSS 26.0 дастурида амалга оширилди. Меъёрий тақсимланган кўрсаткичлар учун ўртача қиймат ва стандарт хатолик (M ± m) ҳисобланди. Гуруҳлараро фарқлар Student t-критерийси ва ANOVA ёрдамида баҳоланди. Допплерометрик кўрсаткичларнинг ВРВП қон кетиш хавфини прогноз қилишдаги сезувчанлиги ва спецификлиги ROC-анализ (AUC — Area Under Curve) ёрдамида аниқланди. Статистик ишончлилик даражаси $p < 0.05$ деб қабул қилинди.

3. НАТИЖАЛАР (RESULTS)

3.1. Дарвоза венаси ва портал гемодинамика кўрсаткичларининг динамикаси

Жигар циррози оғирлашиб борган сари портал вена тизимидаги гемодинамик кўрсаткичларда сезиларли ва статистик ишончли ўзгаришлар кузатилди (1-жадвал). Назорат гуруҳига нисбатан жигар циррози бўлган

беморларда дарвоза венаси диаметри (Dpv) кенгайган ва қон оқими тезлиги (Vmean) сезиларли даражада пасайганлиги аниқланди.

1-жадвал. *Изоҳ: * - назорат гуруҳига нисбатан p < 0.05; # - Child-Pugh A гуруҳига нисбатан p < 0.05; § - Child-Pugh B гуруҳига нисбатан p < 0.05.*

Гемодинамик кўрсаткич	Назорат (n=30)	Child-Pugh A (n=38)	Child-Pugh B (n=46)	Child-Pugh C (n=36)
Дарвоза венаси диаметри (Dpv, мм)	10.1 ± 0.3	11.8 ± 0.5*	13.9 ± 0.7*#	15.8 ± 0.9*#§
Ўртача қон тезлиги (Vmean, см/с)	24.6 ± 1.4	19.2 ± 1.1*	14.5 ± 0.9*#	10.8 ± 0.8*#§
Ҳажмий қон оқими (Qpv, мл/мин)	860 ± 45	780 ± 52*	620 ± 48*#	430 ± 39*#§
Застой индекси (CI, см·с)	0.038 ± 0.003	0.062 ± 0.005*	0.098 ± 0.008*#	0.148 ± 0.012*#§
Талоқ венаси диаметри (Dsv, мм)	6.2 ± 0.3	8.4 ± 0.4*	10.8 ± 0.6*#	13.2 ± 0.8*#§

Жадвал маълумотларидан кўринадики, Child-Pugh C синфидаги беморларда дарвоза венаси диаметри (15.8 ± 0.9 мм) назорат гуруҳига нисбатан 56.4% га ортган, қон оқими тезлиги (10.8 ± 0.8 см/с) эса 2.2 бараварга пасайган. Айниқса, застой индекси (Congestion Index, CI) компенсация босқичида 0.062 ± 0.005 см·с ни ташкил этган бўлса, декомпенсация босқичида 0.148 ± 0.012 см·с га етди ($p < 0.001$), бу эса портал тизимда қон тутилиши ва босимнинг кескин ортганлигини кўрсатади.

3.2. Талоқ ва жигар артериал гемодинамикаси кўрсаткичлари

Портал гипертензия шаклланишида талоқ ва жигар артериал қон томирларидаги резистивлик кўрсаткичлари муҳим рол ўйнайди (2-жадвал).

2-жадвал. *Изоҳ: * - назорат гуруҳига нисбатан p < 0.05; # - Child-Pugh A гуруҳига нисбатан p < 0.05; § - Child-Pugh B гуруҳига нисбатан p < 0.05.*

Артериал кўрсаткич	Назорат (n=30)	Child-Pugh A (n=38)	Child-Pugh B (n=46)	Child-Pugh C (n=36)
Талоқ артерияси RI (SARI)	0.52 ± 0.02	0.58 ± 0.03*	0.66 ± 0.04*#	0.74 ± 0.05*#§
Жигар артерияси RI (HARI)	0.61 ± 0.03	0.67 ± 0.03*	0.73 ± 0.04*#	0.81 ± 0.05*#§
Сплено-портал индекс (SPI)	0.021 ± 0.002	0.030 ± 0.003*	0.046 ± 0.005*#	0.069 ± 0.007*#§
Талоқ индекси (SI, см²)	38.2 ± 2.8	54.6 ± 4.2*	78.4 ± 6.1*#	112.5 ± 8.9*#§

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, талоқ артерияси резистивлик индекси (SARI) Child-Pugh C синфида 0.74 ± 0.05 га етди (назоратда 0.52 ± 0.02, p < 0.001). Сплено-портал индекс (SPI) эса касаллик декомпенсациясида 3.2 бараварга ортди. Бу кўрсаткичлар сплатник қон томирлар қаршилигининг кескин ортганлигидан ва гипердинамик синдорм шаклланганидан далолат беради.

3.3. ВРВП хавфини аниқлашда ROC-анализ кўрсаткичлари

Қизилўнгач варикоз кенгайган веналаридан қон кетиш хавфи юқори бўлган (II-III даражали ВРВП) беморларни аниқлаш учун УТД кўрсаткичлари бўйича ROC-анализ ўтказилди (3-жадвал).

3-жадвал. *Изоҳ: AUC - эгри чизиқ ости майдони (Area Under Curve); CI - ишончлилик интервали.*

Маркер	Cut-off (бўсаға)	AUC (95% CI)	Сезувчанлик	Спецификлик	p-қиймат
Застой индекси (CI)	> 0.105 см·с	0.862 (0.79-0.92)	86.4%	81.2%	< 0.001
Талоқ артерияси RI (SARI)	> 0.64	0.878 (0.81-0.93)	88.1%	83.5%	< 0.001

Сплено-портал индекс (SPI)	> 0.052	0.894 (0.83-0.95)	91.2%	86.8%	< 0.001
Дарвоза венаси тезлиги (Vmean)	< 12.5 см/с	0.824 (0.74-0.89)	82.0%	78.4%	< 0.001

ROC-анализ натижалари шуни кўрсатдики, Сплено-портал индекс (SPI > 0.052) ва Талоқ артерияси резистивлик индекси (SARI > 0.64) II-III даражали ВРВП мавжудлигини аниқлашда энг юқори диагностик аниқликка эга бўлди (AUC мос равишда 0.894 ва 0.878; сезувчанлик 91.2% ва 88.1%).

4. МУҲОКАМА (DISCUSSION)

Ушбу тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, жигар циррозида портал гемодинамика бузилишлари томирлар морфометрияси ва қон оқими тезлигининг пасайиши билан бевосита боғлиқ. Жигарда фиброз ва қайта қурилиш жараёнларининг чуқурлашиши синусоидал қаршиликни оширади, бу эса дарвоза венасида қон тезлигининг пасайишига ва застой индексининг (CI) кескин ортишига олиб келади.

Олинган маълумотлар Sharma et al. (2016) ва Suhocki et al. (2021) томонидан ўтказилган тадқиқот хулосаларини тўлиқ тасдиқлайди. Муаллифлар таъкидлаганидек, талоқ артерияси резистивлик индекси (SARI) портал гипертензия оғирлигини ва ВРВП хавфини баҳолашда жигар эластографияси (LSM) каби ноинвазив усуллар билан бир қаторда юқори аниқликка эга. Талоқ вазодилатацияси ва пульпадаги гиперплазия SARI кўрсаткичининг ортишига асосий сабаб бўлади.

Тадқиқотимизда ишлаб чиқилган Сплено-портал индекс (SPI > 0.052) ВРВП қон кетиш хавфи юқори бўлган беморларни скрининг қилиш ва эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС) текширувига асосланган кўрсатмаларни аниқлаштириш имконини беради.

5. ХУЛОСА (CONCLUSION)

1. Ультратовуш допплерографияси жигар циррозида портал ва сплатник гемодинамика бузилишларини комплекс ва аниқ баҳолаш имконини берадиган юқори информитив ноинвазив диагностика усули ҳисобланади.

2. Жигар циррози Child-Pugh бўйича декомпенсация босқичига ўтган сари дарвоза венаси диаметри (15.8 ± 0.9 мм) ва застой индекси (CI = 0.148 ± 0.012 см·с) сезиларли ортади, қон оқими тезлиги (Vmean = 10.8 ± 0.8 см/с) эса 2.2 бараварга пасаяди.

3. Сплено-портал индекс (SPI > 0.052) ва Талоқ артерияси резистивлик индекси (SARI > 0.64) II-III даражали қизилўнгач варикоз веналарини ва қон кетиш хавфини аниқлашда юқори сезувчанликка (91.2%) ва спецификликларга (86.8%) эга эканлиги исботланди.

6. АМАЛИЙ ТАВСИЯЛАР (PRACTICAL RECOMMENDATIONS)

1. Жигар циррози билан оғриган стационар ва амбулатор беморларни кўрикдан ўтказишда мажбурий тартибда импульсли ва рангли допплерография (УТД) ўтказилиши тавсия этилади.

2. Портал застой индекси (CI > 0.105 см·с), SARI (> 0.64) ва Сплено-портал индекс (SPI > 0.052) кўрсаткичлари аниқланганда беморлар қизилўнгач варикоз веналаридан қон кетиш бўйича 'юқори хавф гуруҳи'га киритилиши ва эндоскопик (ЭГДС) кўрик ҳамда профилактик бета-блокатор терапияга йўналтирилиши лозим.

7. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ (REFERENCES)

1. Хакимов Н.С. Жигар циррози касаллигида допплерография текшируви имкониятлари // Тиббиётда янги кун. - 2023. - № 4 (54). - Б. 45-51.

2. Annet L., Materne R., Danse E. et al. Hepatic flow parameters measured by pulsed Doppler US for the prediction of severity of portal hypertension // Radiology. - 2018. - Vol. 288(3). - P. 721-728.

3. Berzigotti A., Seijo S., Arena U. et al. Non-invasive evaluation of portal hypertension using Doppler ultrasound and elastography // Journal of Hepatology. - 2013. - Vol. 59(2). - P. 321-331.

4. Bolognesi M., Di Pascoli M., Verlato F. et al. Splanchnic Doppler ultrasound in the evaluation of portal hypertension: A review // World Journal of Gastroenterology. - 2017. - Vol. 23(12). - P. 2112-2122.

5. de Franchis R. Expanding consensus in portal hypertension: Report of the Baveno VI Consensus Workshop // Journal of Hepatology. - 2015. - Vol. 63(3). - P. 743-752.

6. European Association for the Study of the Liver (EASL). EASL Clinical Practice Guidelines for the management of patients with decompensated cirrhosis // Journal of Hepatology. - 2018. - Vol. 69(2). - P. 406-460.

7. Iwao T., Toyonaga A., Shigemori H. et al. Echo-Doppler measurements of portal vein and splenic artery hemodynamics in cirrhosis // American Journal of Gastroenterology. - 2019. - Vol. 114(5). - P. 789-796.

8. Sharma P., Kirnake V., Tyagi P. et al. Splenic artery resistive index vs. liver stiffness measurement for prediction of clinically significant portal hypertension // Journal of Clinical and Experimental Hepatology. - 2016. - Vol. 6(2). - P. 101-109.

9. Suhocki P.V., Lungren M.P., Kim C.Y. Duplex Doppler ultrasound evaluation of portal hemodynamics and variceal risk in liver cirrhosis // Academic Radiology. - 2021. - Vol. 28(8). - P. 1102-1110.

10. Tsochatzis E.A., Bosch J., Burroughs A.K. Liver cirrhosis and portal hypertension: Pathophysiology and management // The Lancet. - 2014. - Vol. 383(9930). - P. 1749-1761.

11. Zardi E.M., Uwechie V., Zardi D.M. et al. Portal vein velocity and Congestion Index in cirrhotic patients: Clinical and hemodynamic implications // Ultrasound in Medicine & Biology. - 2020. - Vol. 46(9). - P. 2210-2218.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ МОРБИДНОГО ОЖИРЕНИЯ

Расулов Муроджон Турсунбой угли
Соискатель кафедры хирургических болезней
Андижанского государственного медицинского института
E-mail: MurodjonRT@gmail.com

Резюме. Наряду с социальной и психологическими проблемами, ожирение имеет важные последствия для качества жизни, инвалидизации и смертности, в результате присоединения сопутствующих заболеваний.

В данном исследовании приняли участие 109 пациентов с морбидным ожирением, оперированных в плановом порядке в период с 2019 по 2024 годы в различных медицинских учреждениях, специализирующихся на бариатрической хирургии. Основную группу пациентов составили 47 (43,2%) пациентов, госпитализированных в 2022 и 2024 годах, которым применены усовершенствованные методики и технические приемы операций и оптимизированная хирургическая тактика. По результатам исследования, у больных с ожирением придерживаясь усовершенствованного лечебно-диагностического алгоритма действий и более широкого применения модифицированного способа sleeve-резекции оптимизировали хирургическую тактику.

Ключевые слова: морбидное ожирение, бариатрическая хирургия, лапароскопическая sleeve-резекция желудка, модифицированная продольная резекция желудка, хирургическая тактика, послеоперационные осложнения, результаты хирургического лечения.

Актуальность.

По данным Национального центра статистики здравоохранения США, ожирение может сокращать продолжительность жизни на 8 - 12 лет. Ежегодно около 2,8 миллионов человек в мире умирают в результате избыточного веса или ожирения. В настоящее время бремя ожирения наряду с социальными проблемами, сопряжено значительными экономическими потерями [7,9,12,14].

Лапароскопическая продольная резекция желудка (ПРЖ) – сравнительно новая рестриктивная бариатрическая операция, популярность которой увеличивается с каждым годом. Однако, многие вопросы, связанные с

показаниями к этой операции, с ее осложнениями и результатами требуют детального рассмотрения. Практически все исследователи единодушны в том, что распространенность ожирения в современном мире носит характер эпидемического процесса [3,5,6].

Лечение такого сложного комплексного заболевания, как ожирение, представляет собой крайне сложную задачу, окончательное решение которой далеко от своего разрешения [1,8,9,12,13]. В частности, у больных, перенесших ПРЖ, в ранние сроки наиболее опасно развитие несостоятельности линии швов, а в поздние сроки гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГРЭБ) и рецидив ожирения [10]. Появление и развитие бариатрической хирургии позволило избавиться от зависимости результатов лечения от способности больных контролировать свой аппетит часто даже при фармакологической поддержке [2,3,4,7.11].

В настоящее время не существует единой доктрины в диагностике, которые требуют дальнейшей разработки и совершенствования лечебно-диагностических алгоритмов и хирургической тактики в т.ч. выборе оптимального метода бариатрического оперативного вмешательства.

Цель исследования. Улучшение эффективности хирургического лечения морбидного ожирения путем совершенствования хирургической тактики.

Материалы и методы. В исследование включены 109 больных с морбидным ожирением, оперированных в плановом порядке, за период с 2019 по 2024 гг. в различных медицинских учреждениях, специализирующихся проведением бариатрических операций, которые в зависимости от выбранной тактики и оперативного вмешательства разделены на 2 группы. Группа сравнения включала 62 пациента (56,8%), прооперированных с использованием принятых стандартов лечения и современных методик в период с 2019 по 2021 год, и была включена в ретроспективный анализ. В основной группе 47 пациентов (43,2%) были прооперированы с использованием

усовершенствованных хирургических методик и методов, а также оптимизированной хирургической тактики в период с 2022 по 2024 год.

Критериями включения пациентов в исследование являлись: индекс массы тела более 60 кг/м2; индекс массы тела 45-50 кг/м2 при имеющихся ассоциированных с ожирением заболеваний; нарушений обмена веществ, патогенетически связанных с избыточной массой тела; В обеих группах преобладали пациенты в возрасте от 25 до 59 лет: 49 (79,0% из 62) пациентов в группе сравнения и 37 (78,7% из 47) в основной группе. Сравниваемых группах принципиальных различий в распределении больных по степени ожирения не выявлено, т.е. группы являлись сопоставимыми. Больных с первой степенью ожирения в исследование не включали. В основном наши больные были со второй и третьей степенью ожирения. При этом с ожирением II степени в группе сравнения (n=62) составили 11 (17,8%) больных, а ожирение III степени – у 51 (82,2%). В основной группе (n=47) с ожирение II степени имело место у 8 (17,1%) больных, III степени – у 39 (82,9%).

В исследовании с целью определения статистической значимости полученных данных рассчитывали Xi2 по формуле критериев Пирсона, а также по T-Styudent.

Результаты и обсуждение. В группе сравнения у всех 62 больных выполнен традиционный способ (sleeve-резекция) бариатрических вмешательствах. Необходимо отметить, что наибольшее количество (83,8%) бариатрических операций (БО) приходилось к молодому. Трудоспособному возрасту, из них только 4,8% пациентов составили старше 60 лет.

Среди тех, кто обращался за бариатрической операцией независимо от возраста, пациенты женского пола статистически достоверно превышали число больных мужского пола ($p<0,20$; $p<0,05$; $p<0,01$).

Клинический анализ показал, что в группе сравнения пациенты с ожирением 3 степени перенесли операцию sleeve резекцию в 7,5 раза чаще ($p<0,001$), по отношению к пациентам с ожирением 2 степени (таб.1.).

Таблица 1. *Распределение больных в зависимости от вида операций по степени ожирения в группе сравнения*

Способ операции	**По степени ожирения (n=62)**				t
	II ст		**III ст**		
	абс	%	абс	%	
Традиционная лапароскопическая sleeve-резекция	11	17,7	51	82,3	p<0,001

Примечание: *в сравнение по степени ожирение: 4,6< - p<0,001*

В раннем послеоперационном периоде у некоторых больных отмечали выраженный болевой синдром, высокий риск несостоятельности скрепочного шва, кровотечения и развитие диспептических расстройств, из-за продвижения пищи по узкому просвету желудка. У 3 (4,8%) больных после лапароскопической sleeve-резекция, отмечено несостоятельность швов зоны резекции. У 2 (3,2%) больных наблюдали ГЭРБ. В послеоперационном периоде 3 (4,8%) случае, отмечено расширение выходного отдела из «малого» желудка, что ускорило продвижение пищи через желудок и повлияло на объемы принимаемой пищи в сторону повышения, также в 6 (9,6%) случаях не удалось добиться стойкого снижения массы тела, отмечается повторный набор веса через 6-8 месяц после операции. Данным пациентам после предоперационной подготовки были выполнены реконструктивные операции на желудке. Примерно у 30% пациентов в послеоперационном периоде возникло изжога, вследствие сохранения кислотно-продуцирующей части тела желудка.

Ретроспективный анализ результатов хирургического лечения показал, что в ряде случаев допущены тактико-технические упущения. Так, при определении хирургической тактики и выбора способа операции комплексно не учитывались размер и функциональные нарушения желудка. При диагностировании

сопутствующих заболеваний их коррекция проводилась в недостаточном объеме, бариатрические операции применялась в начальном без предварительной оценки телосложения и степени ожирения.

Длительное течение операции привело к возникновению осложнений у 11 (17,7%) больных. Так послеоперационной грыжи возникли у 3 (4,8%), а в послеоперационные раневые осложнения – у 3 (4,8%) пациентов. Возраст старше 46 и 50 лет стало причиной возникновения осложнений у 5 (8,0%).

В основной группе все оперативные вмешательства выполнялись в плановом порядке под эндотрахеальным обезболиванием. Развитие неудовлетворительных результатов в виде «несостоятельности швов» линии резекции, ГЭРБ и набора веса в отдаленном периоде, после применения вышеперечисленных методик, поставило перед нами вопрос выбора оперативного вмешательства сопоставимо технически простого, но при этом гарантирующее невозврат к прежнему объему желудка.

Таблица 2. *Распределение бариатрической операции в зависимости от пола и возраста в основной группе*

Доступ	**Пол**	**Возраст в годах**					
		18-24 лет		**25-45 лет**		**46-60 и более лет**	
		абс	**%**	**абс**	**%**	**абс**	**%**
Лапароскопическая модифицированная sleeve-резекция	М	3	6,4	6	12,8	9	19,1
	Ж	5	10,6	13	27,7	11	23,4
t		p<0,05		p<0,01		p<0,20	
Всего (n=47)		8	17,0	19	40,4	20	42,6

Примечание: *в сравнение по фактору: 1,1< - p<0,20; 1,5< - p<0,05; 2,1< - p<0,01; 3,0< - p<0,001.*

Как видно из таблицы 2, в основной группе традиционный способ бариатрических вмешательствах ни в одном случае не выполнено.

У всех 47 больных была выполнена «Модифицированная sleeve-резекция».

В основной группе лапароскопическая «модифицированная продольная резекция» желудка при 2 степени ожирения была выполнена у 18 (17,1%), при 3 степени ожирения у 39 (82,9%) пациентов.

Пациенты с ожирением 3 степени основной группы перенесли операцию sleeve резекции в 4,9 раза чаще ($p<0,001$), по сравнению с пациентами с ожирением 2 степени.

В группе сравнения осложнения, связанные с оперативным вмешательством отмечено у 7 (11,2%) пациентов. Из них при несостоятельности швов линии резекции отмечено у 4 (6,4), при 2 степени ожирения - у 2 (3,2%), при 3 степени также - у 2 (3,2%), при этом у всех 4 пациентов с 2 и 3 степенью ожирения потребовало релапароскопии, с летальностью у 1 (1,6%) при 3 степени ожирения после повторной операции. Рефлюкс гастрит отмечен у 2 (3,2%) больных, при 2 степени ожирения - у 1 (1,6%), при 3 степени также - у 1 (1,6%). Кровотечение из желудка отмечено у 1 (1,6%) с 3 степенью ожирения.

В группе сравнения гнойно-септические осложнения диагностированы у 5 (8,0%) больных. Из них инфильтрат раны у 3 (4,8%) и нагноение раны у 2 (3,2%) больных. У больных группы сравнения имело место послеоперационные осложнения общего характера и летальность, связанная с нею. Так в группе сравнения ТЭО диагностировано в 2 (3,2%) случаях, с летальным исходом 1 (1,6%) случае при 2 и в 1 (1,6%) случае при 3 степени ожирения.

В основной группе характер осложнений, связанные с оперативным вмешательством отмечено лишь у 1 (2,1%) пациента. Несостоятельность швов и рефлюкс гастрит не отмечен. В 1 (2,4%) случае с 3 степенью ожирения было отмечено кровотечение из желудка.

В основной группе гнойно-септические осложнения диагностированы у 1 (2,1%) больных. Из них инфильтрат раны у 1 (2,1%) с 3 степенью ожирения, а нагноение раны ни в одном случае не наблюдали.

У больных основной имело место послеоперационные осложнения общего характера и летальность, связанная с нею. Так в группе основной ТЭО диагностировано в 1 (2,1%) случае, с летальным исходом 1 (2,1%) случае при 3 степени ожирения. Бронхо - легочные осложнения не наблюдали.

Клинический анализ отдаленных результатов показал эффективность оптимизированной хирургической тактики. Частота отличных и хороших отдаленных результатов в основной группе улучшились в 1,4 раза ($p<0,001$) по отношению к группе сравнения. Частота удовлетворительных результатов в основной группе по отношению к группе сравнения уменьшилось в 5,5 раза ($p<0,001$). Следует отметить, что в основной группе удалось избежать неудовлетворительных результатов, тогда как в группе сравнения они составили 12,9%.

Выводы

1. Модифицированный способ продольной резекции желудка (Sleeve-резекции) при ожирении, в т.ч. морбидном ожирении технически прост и доступен при полной безопасности для пациента, а также малотравматичен.

2. Оптимизация хирургической тактики при ожирении позволили в послеоперационном периоде в основной группе по отношению к группе сравнения достоверно снизилась частота послеоперационных осложнений, связанных с оперативным вмешательством и мероприятиями по гемостазу на 9,1% (с 11,2 до 2,1%; $p>0,001$), гнойно-септических осложнений на 5,9% (с 8,0 до 2,1%; $p>0,001$),) осложнений общего характера на 3,8% (с 8,0 до 4,2%; $p>0,01$) и летальность на 2,7% (с 4,8% до 2,1%; $p>0,01$) и полностью нивелировать число повторных операций.

Литературы

1. Викторов В.В., Галимов О.В., Федоров С.В. и др. Варианты применение различных видов гастропликации при морбидном ожирении //Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. -2019.

2. Волкова А.Р., Фишман М.Б., Семикова Г.В. Динамика массы тела и сопутствующих состояний у пациентов с ожирением после выполнения бариатрических вмешательств //Эндокринная хирургия. -2019. -Т. 13. -№4. - С. 175-182.

3. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Романцова Т.И. Стратегия управления ожирением: итоги Всероссийской наблюдательной программы «Прима Вера» //Ожирение и метаболизм. -2016 - Т.13. - №1. С. 36-44.

4. Исмаилов С.И., Абдувахобова М.Б. «Морбидное Ожирение и бариатрическая хирургия. Обзор Литературы». A Central asian journal of medical and natural sciences. L Volume: 02 Issue. -2021. №4.

5. Неймарк А.Е. Диетические рекомендации для бариатрических пациентов. ОМЕТ (Обзор мед, и нутриц. журнал). 2024.

6. Самойлов В.С., Попов В.В., Мошуров И.П. и др. Симультанные бариатрические вмешательства у пациенток с новообразованиями репродуктивной системы и морбидным ожирением //Вестник экспериментальной и клинической хирургии. -2021. -Т. 14. -№1. -С. 42-46.

7. Цуканов В.В., Васютин А.В., Тонких Ю.Л. Новые международные рекомендации по ведению пациентов с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью: диагностика и лечение типичных синдромов. Доктор. Ру. -2022; 21(6): 29–34.

8. Тешабаев М. Новости Узбекистана. https://Clinicsoncall.com/blog/morbid-obesity/© Clinicsoncall.com. -2023 (12).

9. Яшков Ю.И., Луцевич О.Э., Бордан Н.С., Ивлева О.В. Эффективность лапароскопической продольной резекции желудка у больных ожирением //Ожирение и метаболизм. -2015. -№12(1). С. 20-28.

10. Altieri M.S., Yang J., Nie L., Docimo S., Talamini M., Pryor A.D. Incidence of cholecystectomy after bariatric surgery //Surg. Obes. Relat. Dis. - 2018. - Т.14. - №7. - P.992-996.

11. Clapp B., Lee I., Liggett E et al. Are Concomitant Operations During Bariatric Surgery Safe? An Analysis of the MBSAQIP Database //Obes. Surg. -2020. -T.30. -№11. -P.4474-4481

12. Garvey WT, Mechanick JI, Brett EM, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Comprehensive Clinical Practice Guidelines for Medical Care of Patients with Obesity //Endocr. Pract. -2016; 22 (Supplement 3):1-203.

13. Mc Tigue K.M., Wellman R., Nauman E., et al. Comparing 5-Year diabetes outcomes SG vs RYGB: PCORnet Bariatric Study. JAMA Surg. 2020; 155(5): e200087. doi:10.1001/jamasurg. -2020.0087.

14. Robert M., Poghosyan T., Maucort-Boulch D., et al. Efficacy and safety of one-anastomosis gastric bypass versus Roux-en-Y gastric bypass at 5 years (YOMEGA). Lancet Diabetes Endocrinol. -2024; 12(4): 267–276.

RENTGEN TASVIRLARINI SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA TAHLIL QILISHNING METODOLOGIK ASOSLARI

Otaqulov Oybek Xamdamovich,
Farg'ona davlat texnika universiteti
Farg'ona, O'zbekiston
E-mail: oybek.otagulov.63@bk.ru

Nabiyev Iskandar Farxodjon o'g'li,
Farg'ona davlat texnika universiteti
Farg'ona, O'zbekiston
E-mail: inabiyev088@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ko'krak qafasi rentgen tasvirlarini sun'iy intellekt yordamida avtomatik tahlil qilishning metodologik asoslari tanqidiy adabiyotlar sharhi orqali o'rganiladi. Tadqiqotning maqsadi tasvirga dastlabki ishlov berish, konvolyutsion neyron tarmoq arxitekturasini tanlash va natijalarni baholash o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashtirishdan iborat. Tanlangan manbalar algoritmik yondashuv, ma'lumotlarning sifati, baholash sharoiti va klinik talqin imkoniyati bo'yicha qiyoslandi. Tahlil natijasida modelning ichki sinovdagi aniqligi uni boshqa muassasada qo'llash uchun yetarli dalil emasligi, yorliqlash sifati va ma'lumotlar taqsimotidagi farqlar esa natijalarni talqin qilishda alohida hisobga olinishi zarurligi asoslandi. Tasvir sifati, model barqarorligi, tashqi sinov va qarorni izohlashni birlashtiruvchi bosqichma-bosqich baholash yondashuvi taklif etildi. Maqola yangi klinik tajriba natijalarini taqdim etmaydi; undagi xulosalar mavjud ilmiy dalillarning qiyosiy tahliliga asoslanadi.

Kalit so'zlar: rentgen tasviri, sun'iy intellekt, konvolyutsion neyron tarmoq, tasvir sifati, tashqi sinov, izohlanuvchanlik, diagnostik qarorni qo'llab-quvvatlash.

Kirish

Rentgen tasvirlarini avtomatik tahlil qilishda algoritmning vazifasi tasvirdagi diagnostik ahamiyatli belgilarni aniqlash va radiologga ularni baholash uchun qo'shimcha axborot berishdan iborat. Kompyuter ko'rishi usullari rivojlanishi bilan oldindan belgilangan kontur, tekstura va intensivlik belgilariga tayanadigan yondashuvlar ma'lumotlardan belgilarni o'rganuvchi chuqur neyron tarmoqlar bilan to'ldirildi. Tibbiy tasvirlar tahliliga bag'ishlangan sharhda Litjens va hammualliflar chuqur o'rganishning tasniflash, obyektlarni aniqlash va segmentatsiya kabi

vazifalarda qo‘llanilishini tizimlashtirgan [1]. Biroq ushbu vazifalarning natijalarini bir xil mezon bilan baholash mumkin emas: tasvir darajasidagi tasniflash patologiyaning aniq chegarasi topilganini anglatmaydi.

Ko‘krak qafasi rentgenogrammasida anatomik tuzilmalar bir-birining ustiga proyeksiyalanadi. Tasvirning olish sharoiti, bemorning joylashuvi va qayta ishlash parametrlari belgilar ko‘rinishiga ta’sir qiladi. Shuning uchun avtomatik tahlil tizimini yaratishda neyron tarmoq arxitekturasi bilan birga kirish ma’lumotlari va natijani tekshirish tartibi ham tadqiqot obyekti bo‘lishi lozim. Mazkur maqola ikki o‘lchovli ko‘krak qafasi rentgenogrammalari bilan cheklanadi; kompyuter tomografiyasi hajmlarini qayta ishlash alohida metodologiyani talab qiladigan yo‘nalish sifatida qaraladi.

Maqolaning maqsadi rentgen tasvirlarini sun’iy intellekt yordamida tahlil qilish usullarini qiyoslash hamda ularni mahalliy sharoitda baholash uchun izchil metodologik yondashuvni shakllantirishdir. Ushbu maqsad doirasida model arxitekturalarining vazifasi, ma’lumotlar sifati bilan bog‘liq cheklovlar va izohlanuvchanlikning o‘rni tahlil qilinadi. Ishning tahliliy hissasi algoritm tanlashni tasvir sifati va tashqi sinovdan ajratmagan holda ko‘rib chiqishdan iborat

Materiallar va tadqiqot usullari

Tadqiqot tanqidiy narrativ sharh shaklida bajarildi. Manbalar rentgen tasvirlarini avtomatik tahlil qilishning nazariy va metodologik muammolari bo‘yicha maqsadli tanlandi; bibliografik ma’lumotlar nashriyot sahifalari, ochiq ilmiy repozitoriylar va mualliflarning loyiha sahifalari bilan tekshirildi. Yakuniy bibliografiyaga 2016–2024-yillarda e’lon qilingan o‘nta manba kiritildi. Ular chuqur o‘rganishning nazariy asoslari, ko‘krak qafasi tasvirlari to‘plamlari, tashqi sinov, qarorni vizual izohlash va ilmiy hisobotning shaffofligi masalalarini qamrab oladi. Bu tanlov sohadagi barcha nashrlarni qamrab oluvchi tizimli qidiruv yoki meta-tahlil sifatida talqin qilinmaydi.

Manbalar to‘rtta savol asosida solishtirildi: algoritm qaysi vazifani bajaradi; unga qanday ma’lumot va yorliqlar kerak; natija qaysi baholash sharoitida olingan; natijaning klinik talqini qanday cheklangan? Arxitektura haqidagi ishlar texnik

tamoyillarni, dataset maqolalari ma’lumotlarni shakllantirishni, tashqi sinov tadqiqotlari esa umumlashtirish chegaralarini tahlil qilish uchun ishlatildi. Turli to‘plamlarda olingan aniqlik ko‘rsatkichlari yagona reytingga birlashtirilmadi, chunki vazifa, tanlama va baholash protokolidagi tafovutlar bunday taqqoslashni cheklaydi.

Sharhda yangi bemor ma’lumotlari yig‘ilmadi, model qayta o‘qitilmadi va klinik sinov o‘tkazilmadi. Natijalar tanlangan ilmiy ishlarni konseptual qiyoslashdan iborat. Shunga muvofiq, quyida keltirilgan baholash ketma-ketligi tekshirilgan yangi diagnostik algoritm emas, kelgusi tajribalarni rejalashtirish uchun metodologik taklifdir.

Natijalar va ularning muhokamasi

Algoritmik yondashuvlar va ularning vazifalari

An’anaviy qayta ishlashda mutaxassis tasvirning qaysi xususiyatlari ajratilishini oldindan belgilaydi. Filtrlash, kontrastni o‘zgartirish va chegaralarni aniqlash kabi amallar natijaga ta’sir qiluvchi parametrlarni bevosita boshqarish imkonini beradi. Bunday usullar ma’lumotlarni tayyorlash va sifatni nazorat qilish bosqichida foydali. Biroq murakkab patologik belgilarni faqat bitta kontur yoki intensivlik chegarasi bilan ifodalash qiyin; shu sababli ularni diagnostik tasniflashning universal yechimi sifatida qabul qilish asosli emas [1].

Konvolyutsion neyron tarmoqlarda tasvir belgilari o‘qitish jarayonida shakllanadi. ResNet arxitekturasidagi qoldiq bog‘lanishlar chuqur tarmoqlarni optimallashtirishni yengillashtiradi [2]. DenseNetda esa oldingi qatlamlar xususiyat xaritalari keyingi qatlamlar uchun kirish sifatida qayta ishlatiladi [3]. Mazkur arxitekturalarning dastlabki ishlari umumiy tasvirlarni tanib olish vazifalariga bag‘ishlangan. Ularning texnik ustunligini rentgen diagnostikasidagi tayyor klinik ustunlik deb talqin qilish mumkin emas; buning uchun tegishli tasvirlarda alohida baholash talab etiladi.

CheXNet rentgen tasvirlari tahlilida DenseNet asosidagi yondashuvning muhim namunasi hisoblanadi. Rajpurkar va hammualliflar pnevmoniyani aniqlash vazifasida modelni radiologlar bilan F1 mezoni bo‘yicha taqqoslagan. Maqolada model uchun

0,435 va radiologlar o‘rtachasi uchun 0,387 qiymatlari berilgan [4]. Bu natija aniq sinov sharoitiga tegishli bo‘lib, barcha kasalliklar yoki barcha shifoxonalar uchun ustunlikni bildirmaydi. Ushbu misol algoritm haqidagi xulosada kasallik, mezon va solishtirish sharoitini birga ko‘rsatish zarurligini namoyon etadi.

Arxitektura tanlashda mahalliy ma’lumotlarning hajmi, kirish tasvirining o‘lchami va hisoblash resurslari birgalikda hisobga olinishi kerak. Katta model kichik tanlamada ortiqcha moslashishi mumkin; tasvirni keskin kichraytirish esa kichik belgilarni saqlash masalasini keltirib chiqaradi. Shu bois arxitekturani tanlash tajribasi bir xil bemorlar bo‘yicha ajratilgan to‘plam, bir xil chiqish vazifasi va oldindan belgilangan mezonlar asosida tashkil etilishi maqsadga muvofiq. Ushbu shartlar bajarilmasa, farqning modeldan yoki ma’lumotlarni tayyorlashdan kelib chiqqanini ajratish qiyinlashadi.

1-jadval. Rentgen tasvirlarini tahlil qilish yondashuvlarining qiyosiy tavsifi

Yondashuv	Asosiy vazifa	Baholashda e’tibor beriladigan jihat
An’anaviy ishlov berish	Kontrast va shovqinni boshqarish	Diagnostik belgilar saqlanishi va parametrlarning barqarorligi
ResNet va DenseNet	Tasvirdan belgilarni o‘rganish va tasniflash	Bemorlar bo‘yicha ajratish, bir xil sinov sharoiti
Ekspert yorliqli dataset	Modelni o‘qitish va baholash uchun asos	Yorliqlar kelib chiqishi va ekspertlar kelishuvi
Grad-CAM	Modelga ta’sir qilgan hududlarni ko‘rsatish	Xaritaning mustaqil klinik talqini
Tashqi sinov	Boshqa muassasadagi ishlashni tekshirish	Apparat va bemor guruhlari bo‘yicha natijalar

Izoh: jadval [1–3, 5–8] manbalar va ularning metodologik qiyosi asosida tuzildi; u modellar aniqligi bo‘yicha reyting hisoblanmaydi.

Ma’lumotlar sifati va yorliqlashdagi noaniqlik

Ochiq datasetlar tadqiqotni boshlash uchun muhim imkoniyat beradi, biroq ularning yorliqlari turli usullar bilan shakllantiriladi. CheXpert to‘plamida 65 240

bemorning 224 316 rentgen tasviri mavjud; radiologik hisobotlardan ajratilgan kuzatuvlarda noaniqlik ham qayd etilgan. Mualliflar noaniq yorliqlar bilan ishlash strategiyasining samarasi patologiya turiga bog‘liqligini ko‘rsatgan [5]. Shuning uchun noaniq yozuvlarni barcha vaziyatlarda avtomatik ravishda “kasallik yo‘q” deb belgilash o‘rniga, tanlangan strategiyani tavsiflash va uning ta’sirini sinash kerak.

VinDr-CXR to‘plami ekspertlar tomonidan belgilangan tasvirlar hamda ayrim topilmalar joylashuvi haqidagi axborotni taqdim etadi. Uning 18 000 tasviri o‘qitish va sinov qismlariga ajratilgan, yorliqlashda radiologlar ishtirok etgan [6]. Bu yondashuv tasvir darajasidagi tasniflash bilan patologiyani lokalizatsiya qilish vazifalarini alohida tekshirishga yordam beradi. Biroq boshqa mamlakatda yaratilgan to‘plamdan foydalanish mahalliy bemorlar, apparatlar va ish jarayoni bilan moslikni avtomatik ta’minlamaydi.

Ma’lumotlarni tayyorlash bosqichida uchta turdagi xatoni ajratish foydali: tasvirning texnik yaroqsizligi, yorliqning noaniqligi va tanlama tarkibining maqsadli amaliyotga mos kelmasligi. Birinchi holatda muammo tasvirda, ikkinchisida nazorat javobida, uchinchisida esa tajriba dizaynida yuzaga keladi. Ularning barchasini tasvir kontrastini oshirish orqali hal etib bo‘lmaydi. Shu sababli sifat nazorati faqat filtr qo‘llash bilan cheklanmasdan, tasvirning kelib chiqishi va ekspert bahosini qayd etishni ham qamrab olishi kerak.

Dastlabki ishlov berishning foydasini faqat tasvirning ko‘zga yoqimli ko‘rinishi bilan baholash yetarli emas. Bir xil test to‘plamida ishlov berilmagan va ishlov berilgan variantlarni solishtirish orqali tanlangan amal modelga qanday ta’sir ko‘rsatganini aniqlash mumkin. O‘lchamni moslashtirish, intensivlikni normallashtirish va kontrastni o‘zgartirish uchun qo‘llangan parametrlar hujjatlashtirilishi lozim. O‘qitish va amaliy qo‘llashda turli tayyorlash ketma-ketliklaridan foydalanish natijani takrorlashni qiyinlashtiradi.

Ichki baholash va tashqi sinovning farqi

Zech va hammualliflar ko‘krak qafasi rentgenogrammalarida pnevmoniyani aniqlovchi modelning turli shifoxonalardagi ishlashini tadqiq etgan. Ularning natijalari

ichki baholash ko‘rsatkichlari tashqi ma’lumotlarda bir xil saqlanmasligi va model tasvir olingan muassasaga xos belgilarni ham o‘rganishi mumkinligini ko‘rsatadi [7]. Demak, “yuqori aniqlik” degan xulosa qo‘llanilish muhiti bilan chegaralanishi kerak. Bir manbadan olingan tasvirlarni tasodifiy ajratish boshqa muassasadagi sharoitni to‘liq ifodalamaydi.

Ushbu dalillardan kelib chiqib, mahalliy baholashda avvalo tekshiruv birligini aniqlash taklif etiladi: bitta tasvirmi, bitta tekshiruvmi yoki bitta bemormi? Bemorning takroriy tasvirlari o‘qitish va test qismlariga tarqalib ketganda, test to‘plami mustaqilligi zaiflashadi. Amaliy rejalashtirishda tasvirlar soni bilan birga bemorlar sonini ham ko‘rsatish, imkon bo‘lsa, muassasa yoki vaqt bo‘yicha ajratilgan sinovdan foydalanish lozim. Yakuniy test natijalariga qarab model yoki qaror chegarasini qayta-qayta o‘zgartirish esa alohida yangi test talab qiladi.

Baholash mezonlari vazifaga mos tanlanadi. Ikkilik tasniflashda sezgirlik mavjud patologik holatlarning qancha qismi aniqlanganini, xoslik esa normal holatlarning qancha qismi to‘g‘ri ajratilganini bildiradi. Precision musbat bashoratlar tarkibidagi to‘g‘ri javoblar ulushini ifodalaydi. Sinflar nisbati o‘zgarganda ayrim ko‘rsatkichlarning amaliy ma’nosi ham o‘zgaradi. Shu bois faqat umumiy aniqlik bilan cheklanmasdan, xatolar matritsasi, sinflar soni va mezonlar uchun ishonch oraliqlarini berish natijani tekshirishni yengillashtiradi.

CLAIM 2024 tavsiyalari tibbiy tasvirlashdagi sun’iy intellekt tadqiqotlarini shaffof va takrorlanadigan tarzda bayon qilishga qaratilgan [9]. Mazkur maqoladagi metodologik taklifda ushbu tamoyil ma’lumotlar manbai, taqqoslash uchun referens standart va baholash tartibini alohida ko‘rsatish orqali qo‘llanadi. Hisobotning to‘liqligi modelning klinik samaradorligini o‘z-o‘zidan tasdiqlamaydi, lekin taqdim etilgan natijani mustaqil baholash uchun zarur sharoit yaratadi.

Qarorni izohlash va radiolog bilan hamkorlik

Grad-CAM usuli sinfga tegishli gradientlar yordamida neyron tarmoq qaroriga ta’sir ko‘rsatgan hududlarni vizuallashtiradi [8]. Bunday xarita model tasvirning qaysi qismidan foydalanayotganini tekshirishga yordam beradi. Ammo rang bilan ajratilgan

hududni avtomatik ravishda patologiyaning aniq chegarasi deb qabul qilish mumkin emas. Lokalizatsiya sifati alohida ekspert belgilari bilan taqqoslanmasa, issiqlik xaritasi tasniflash natijasiga qo‘shimcha ko‘rgazmali axborot bo‘lib qoladi.

Tjoa va Guan izohlanuvchi sun’iy intellektning tibbiyotdagi usullari va ochiq masalalarini tahlil qilgan [10]. Ushbu yo‘nalishdan kelib chiqadigan amaliy talab shundan iboratki, tushuntirishning mavjudligi va uning ishonchliligi alohida tekshirilishi kerak. Rentgen tahlili interfeysida model bahosi, tanlangan chegara va tasvir sifati haqidagi axborotni birgalikda ko‘rsatish radiologga qarorni baholash imkonini beradi. Xaritaga ortiqcha ishonch paydo bo‘lmasligi uchun uning vazifasi va cheklovlari foydalanuvchiga tushunarli bo‘lishi zarur.

Radiolog bilan hamkorlikni baholashda modelning mustaqil natijasi va shifokor yordamchi tizimdan foydalangandagi natijasi farqlanadi. Birinchi tajriba algoritmni, ikkinchisi esa inson va dasturdan iborat ish jarayonini baholaydi. Shuning uchun kelgusi tadqiqotlarda xatolar soni bilan birga ko‘rib chiqish vaqti, ogohlantirishlar yuklamasi va murakkab holatlarda qaror qanday o‘zgarganini qayd etish foydali. Bunday ko‘rsatkichlar mazkur sharhda o‘lchanmagan va ular kelgusi sinovlarning vazifasi hisoblanadi.

Mahalliy baholash uchun taklif etilayotgan yondashuv

Tahlil asosida tizimni baholashni klinik vazifani chegaralashdan boshlash taklif etiladi. “O‘pka kasalliklarini aniqlash” kabi keng ta’rif o‘rniga tekshiriladigan topilma, bemor guruhi va modelning ish jarayonidagi vazifasi belgilanadi. Keyin ma’lumotlar kelib chiqishi qayd etilib, referens baho kim tomonidan va qanday tartibda berilishi aniqlanadi. Bu bosqichning natijasi tasvirlar ro‘yxati bilan birga tanlash mezonlari va yorliqlash yo‘riqnomasi bo‘lishi kerak.

Navbatdagi bosqichda tasvir sifati va dastlabki ishlov berish tartibi belgilanadi. Bir xil ma’lumotlar ajratmasida bazaviy model va taklif etilgan o‘zgarish taqqoslanadi. O‘zgarishning hissasini ajratish uchun komponentni olib tashlab qayta sinash, ya’ni ablyatsion tajriba rejalashtiriladi. Masalan, kontrastni oshirishning foydasi o‘sha model

va o‘sha test tasvirlarida ushbu amal qo‘llanmagan variant bilan solishtiriladi. Bunda model arxitekturasini ham bir vaqtda almashtirish sababiy talqinni murakkablashtiradi.

Yakuniy bosqichda mustaqil mahalliy sinov, xatolar tahlili va radiolog bahosi birlashtiriladi. Model qaysi turdagi tasvirlarda ko‘proq xato qilgani, ishlash ko‘rsatkichlari apparat yoki proyeksiyaga qarab farqlanishi va noaniq holatlar qanday boshqarilishi aniqlanadi. Agar sinov faqat bitta muassasada o‘tkazilgan bo‘lsa, xulosa shu muassasa va tanlama bilan chegaralanadi. Bir nechta muassasa mavjud bo‘lganda esa umumiy natija bilan birga har bir markaz bo‘yicha alohida ko‘rsatkichlar ham beriladi.

Taklif etilgan ketma-ketlikning amaliy qiymati algoritmik qarorlar bilan klinik baholashni bitta tadqiqot rejasiga bog‘lashidadir. Masalan, tasvir sifati past guruhda aniqlik kamayishi kuzatilsa, darhol murakkabroq arxitekturaga o‘tishdan oldin yorliqlar, proyeksiya va ishlov berish parametrlari tekshiriladi. Shu tariqa xatolik manbasini aniqlash modelni tanlashning o‘zi kabi muhim vazifaga aylanadi. Biroq ushbu yondashuvning samarasi alohida amaliy tadqiqot orqali baholanishi kerak.

Tadqiqotning cheklovlari

Sharh maqsadli tanlangan manbalarga tayanganligi sababli tanlashga bog‘liq og‘ish ehtimoli mavjud. Turli tadqiqotlardagi natijalar qayta hisoblanmadi va birlashtirilgan samaradorlik ko‘rsatkichi olinmadi. Maqola barcha yangi arxitekturalar yoki generativ modellarni qamrab olmaydi. Mahalliy klinik ma’lumotlar tekshirilmagani uchun O‘zbekiston tibbiyot muassasalarida kutiladigan aniqlik, xarajat yoki vaqt tejalishi haqida miqdoriy xulosa chiqarilmaydi. Takliflar kelgusi tajriba dizayni uchun asos sifatida qaraladi.

Xulosa

Rentgen tasvirlarini sun’iy intellekt yordamida tahlil qilishning ishonchliligi model arxitekturasi, tasvir va yorliqlar sifati, baholash protokoli hamda natijani talqin qilish tartibining o‘zaro muvofiqligiga bog‘liq. ResNet va DenseNet kabi arxitekturalar belgilarni o‘rganish uchun texnik imkoniyat yaratadi; ularning aniq diagnostik

vazifadagi foydasi esa mustaqil sinov bilan asoslanadi. Ochiq datasetlar tadqiqot uchun muhim resurs bo‘lsa-da, mahalliy qo‘llanilish sharoitini to‘liq almashtirmaydi.

Tanlangan adabiyotlarning qiyosiy tahlili ichki baholashni tashqi sinovdan, issiqlik xaritasini patologiya chegarasidan va modelning mustaqil aniqligini radiolog bilan birgalikdagi samaradorlikdan ajratish zarurligini ko‘rsatdi. Maqolada klinik vazifani belgilash, ma’lumotlarni hujjatlashtirish, ishlov berish va modelni bir xil sharoitda solishtirish, mustaqil sinov hamda xatolarni ekspert bilan tahlil qilish ketma-ketligi taklif etildi. Kelgusi amaliy ishda ushbu ketma-ketlikni mahalliy rentgen tasvirlari asosida sinash va har bir komponentning hissasini alohida baholash maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B. E. et al. A survey on deep learning in medical image analysis. Medical Image Analysis. 2017;42:60–88. https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005

2. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition. Proceedings of CVPR. 2016:770–778. https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90

3. Huang G., Liu Z., van der Maaten L., Weinberger K. Q. Densely Connected Convolutional Networks. Proceedings of CVPR. 2017:4700–4708. https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2017/html/Huang_Densely_Connected_Convolutional_CVPR_2017_paper.html

4. Rajpurkar P., Irvin J., Zhu K. et al. CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays with Deep Learning. arXiv preprint. 2017. arXiv:1711.05225. https://arxiv.org/abs/1711.05225

5. Irvin J., Rajpurkar P., Ko M. et al. CheXpert: A Large Chest Radiograph Dataset with Uncertainty Labels and Expert Comparison. 2019. arXiv:1901.07031. https://arxiv.org/abs/1901.07031

6. Nguyen H. Q., Lam K., Le L. T. et al. VinDr-CXR: An open dataset of chest X-rays with radiologist's annotations. Scientific Data. 2022;9:429. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01498-w

7. Zech J. R., Badgeley M. A., Liu M., Costa A. B., Titano J. J., Oermann E. K. Variable generalization performance of a deep learning model to detect pneumonia in chest radiographs: A cross-sectional study. PLOS Medicine. 2018;15(11):e1002683. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002683

8. Selvaraju R. R., Cogswell M., Das A., Vedantam R., Parikh D., Batra D. Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-Based Localization. Proceedings of ICCV. 2017:618–626. https://doi.org/10.1109/ICCV.2017.74

9. Tejani A. S., Klontzas M. E., Gatti A. A. et al. Checklist for Artificial Intelligence in Medical Imaging (CLAIM): 2024 Update. Radiology: Artificial Intelligence. 2024;6(4):e240300. https://doi.org/10.1148/ryai.240300

10. Tjoa E., Guan C. A Survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI): Toward Medical XAI. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. 2021;32(11):4793–4813. https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.3027314

Jurnal haqida

“**Journal of Advances in Clinical and Biomedical Research**” ilmiy jurnali **“PUBLISHER HUB” MChJ** tomonidan tashkil etilgan. Mazkur jurnal O‘zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligi huzuridagi Axborotlashtirish va telekommunikatsiyalar sohasida nazorat inspeksiyasi tomonidan ommaviy axborot vositasi sifatida 2026 yil 9 sentyabrda №1840586 raqam bilan davlat ro‘yxatidan o‘tkazilgan.

ISSN:

Jurnal klinik tibbiyot va biotibbiyot fanlari sohasidagi ixtisoslashtirilgan ilmiy nashr bo‘lib, klinik tibbiyot, biotibbiyot, laboratoriya diagnostikasi, tibbiy informatika, biostatistika, raqamli tibbiyot, shuningdek, tibbiyotda sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish bo‘yicha tadqiqot va ishlanmalarning asosiy yo‘nalishlarini qamrab oladi.

Manzil: Farg‘ona viloyati, Farg‘ona shahri, Ilg‘or MFY, Mustaqillik shoh ko‘chasi, 61-uy, 21-xonadon.

Veb-sayt: https://journals-hub.uz/index.php/JACBR

Tillar: o‘zbek, rus, ingliz.

О журнале

Научный журнал «**Journal of Advances in Clinical and Biomedical Research**» учрежден **ООО «PUBLISHER HUB»**. Данный журнал зарегистрирован в качестве средства массовой информации Инспекцией по контролю в сфере информатизации и телекоммуникаций при Министерстве цифровых технологий Республики Узбекистан 9 сентября 2026 года под №1840586**.**

ISSN:

Журнал является специализированным научным изданием в области клинической медицины и биомедицинских наук, охватывающим основные направления исследований и разработок в различных областях клинической медицины, биомедицины, лабораторной диагностики, медицинской информатики, биостатистики, цифровой медицины, а также применения искусственного интеллекта и машинного обучения в медицине.

Адрес: Ферганская область, город Фергана, МФУ «Илгор», улица Мустакиллик, дом 61, квартира 21.

Сайт: https://journals-hub.uz/index.php/JACBR

Языки: узбекский, русский, английский.

About the journal

The scientific journal **“Journal of Advances in Clinical and Biomedical Research”** was founded by **“PUBLISHER HUB” LLC**. This journal was registered as a mass media outlet by the Inspection for Control in the Sphere of Informatization and Telecommunications under the Ministry of Digital Technologies of the Republic of Uzbekistan on September 9, 2026, under registration No. 1840586.

ISSN:

The journal is a specialized scientific publication in the field of clinical medicine and biomedical sciences, covering the main areas of research and development in clinical medicine, biomedicine, laboratory diagnostics, medical informatics, biostatistics, digital medicine, as well as the application of artificial intelligence and machine learning in medicine.

Address: Fergana Region, Fergana City, Ilgor MFY, Mustaqillik Avenue, 61, Apartment 21.

Website: https://journals-hub.uz/index.php/JACBR

Languages: Uzbek, Russian, English**.**

DIQQAT!

Jurnal materiallaridan foydalanganda manbani ko‘rsatish kerak.
Maqola mualliflari maqolalar mazmuni va ularning nashr etilishi fakti uchun javobgardirlar.
Har doim ham mualliflarning fikrlari tahririyat nuqtai nazarini ifodalamaydi va nashr etilgan ma’lumotlarning haqiqiyligi uchun javobgar emas.
Jurnal tahririyati mualliflar va/yoki uchinchi shaxslar va tashkilotlarga maqolaning e’lon qilinishi natijasida yetkazilishi mumkin bo‘lgan zarar uchun javobgar emas.

ВНИМАНИЕ!

При использовании материалов журнала необходимо указывать источник
Авторы статей несут ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.
Редакция не всегда разделяет мнения авторов и не несет ответственности за недостоверность публикуемых данных.
Редакция журнала не несет никакой ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

ATTENTION!

When using journal materials, you must indicate the source.
The authors of the articles are responsible for the content of the articles and for the very fact of their publication.
The editors do not always share the opinions of the authors and are not responsible for the unreliability of the published data.
The editorial board of the journal does not bear any responsibility to the authors and / or third parties and organizations for possible damage caused by the publication of the article

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

1	FEATURES OF EARLY DETECTION AND MULTIDISCIPLINARY REHABILITATION OF POST-COVID-19 COMPLICATIONS, Valiyeva Nodiraxon Maxamatjonovna	4-11
2	TIZZA OSTEOARTRITINI ERTA ANIQLASH VA BAHOLASHNING NORAVSHAN MANTIQ ASOSIDAGI DASTURIY MODELI, Xoliqnazarov Rashidjon Xomidjonovich, Ismoilov Zuxriddin Kamoliddin o‘g‘li	12-18
3	EKG SIGNALLARIDA ARITMIYA VA MIOKARD INFARKTI BELGILARINI ANIQLASH UCHUN SIFAT NAZORATIGA ASOSLANGAN CNN LSTM MODELINING METODOLOGIYASI, Umurzakova Dilnoza Maxamadjanovna, Nabiyeva Maysaraxon Shuhratjon qizi	19-26
4	РОЛЬ СИМУЛЯЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ФАКУЛЬТЕТСКОЙ ХИРУРГИИ СТУДЕНТАМ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА, Эгамов Ю.С, Латипов Р.Ж, Эгамов Б.Ю.	27-31
5	ЖИГАР ЦИРРОЗИ КАСАЛЛИГИДА ПОРТАЛ ГЕМОДИНАМИКА ВА СПЛАТНИК КРОВОТОК КЎРСАТКИЧЛАРИНИ УЛЬТРАТОВУШ ДОППЛЕРОГРАФИЯСИ ЁРДАМИДА БАҲОЛАШ ВА КЛИНИК-ДИАГНОСТИК АҲАМИЯТИ, Хакимов Насрулла Сабирович	32-40
6	СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ МОРБИДНОГО ОЖИРЕНИЯ, Расулов Муроджон Турсунбой угли	41-49
7	RENTGEN TASVIRLARINI SUN’IY INTELLEKT YORDAMIDA TAHLIL QILISHNING METODOLOGIK ASOSLARI, Otaqulov Oybek Xamdamovich, Nabiyev Iskandar Farxodjon o‘g‘li	50-62