

CRR
JOURNAL
OF CARDIORESPIRATORY RESEARCH

ISSN 2181-0974
DOI 10.26739/2181-0974
Impact Factor SJIF 2022: 5.937

Journal of

**CARDIORESPIRATORY
RESEARCH**



Volume 5, Issue 2

2024

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Журнал кардиореспираторных исследований

JOURNAL OF CARDIORESPIRATORY RESEARCH

Главный редактор: Э.Н.ТАШКЕНБАЕВА

Учредитель:

Самаркандский государственный
медицинский университет

Tadqiqot.uz

Ежеквартальный
научно-практический
журнал

ISSN: 2181-0974
DOI: 10.26739/2181-0974



N° 2
2024

Главный редактор:

Ташкенбаева Элеонора Негматовна

доктор медицинских наук, заведующая кафедрой внутренних болезней №2 Самаркандского Государственного медицинского университета, председатель Ассоциации терапевтов Самаркандской области. <https://orcid.org/0000-0001-5705-4972>

Заместитель главного редактора:

Хайбулина Зарина Руслановна

доктор медицинских наук, руководитель отдела биохимии с группой микробиологии ГУ «РСНПМЦХ им. акад. В. Вахидова» <https://orcid.org/0000-0002-9942-2910>

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Аляви Анис Лютфуллаевич

академик АН РУз, доктор медицинских наук, профессор, Председатель Ассоциации Терапевтов Узбекистана, Советник директора Республиканского специализированного научно-практического центра терапии и медицинской реабилитации (Ташкент) <https://orcid.org/0000-0002-0933-4993>

Бокерия Лео Антонович

академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, Президент научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева (Москва), <https://orcid.org/0000-0002-6180-2619>

Курбанов Равшанбек Давлетович

академик АН РУз, доктор медицинских наук, профессор, Советник директора Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра кардиологии (Ташкент), <https://orcid.org/0000-0001-7309-2071>

Шкляев Алексей Евгеньевич

д.м.н, профессор, ректор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Michal Tendera

профессор кафедры кардиологии Верхнесилезского кардиологического центра, Силезский медицинский университет в Катовице, Польша (Польша) <https://orcid.org/0000-0002-0812-6113>

Покушалов Евгений Анатольевич

доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора по науке и развитию сети клиник «Центр новых медицинских технологий» (ЦНМТ), (Новосибирск), <https://orcid.org/0000-0002-2560-5167>

Зуфаров Миржамол Мирумарович

доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела ГУ «РСНПМЦХ им. акад. В. Вахидова» <https://orcid.org/0000-0003-4822-3193>

Акилов Хабибулла Атауллаевич

доктор медицинских наук, профессор, Директор Центра развития профессиональной квалификации медицинских работников (Ташкент)

Абдиева Гулнора Алиевна

PhD, ассистент кафедры внутренних болезней №2 Самаркандского государственного медицинского университета, <https://orcid.org/0000-0002-6980-6278> (ответственный секретарь)

Ризаев Жасур Алимджанович

доктор медицинских наук, профессор, Ректор Самаркандского государственного медицинского университета, <https://orcid.org/0000-0001-5468-9403>

Зиядуллаев Шухрат Худойбердиевич

доктор медицинских наук, доцент, проректор по научной работе и инновациям Самаркандского Государственного медицинского университета <https://orcid.org/0000-0002-9309-3933>

Джан Ковак

Профессор, председатель Совета Европейского общества кардиологов по инсульту, руководитель специализированной кардиологии, заведующий отделением кардиологии, кардио- и торакальной хирургии, консультант-кардиолог, больница Гленфилд, Лестер (Великобритания)

Сергио Бернардини

Профессор клинической биохимии и клинической молекулярной биологии, главный врач отдела лабораторной медицины, больница Университета Тор Вергата (Рим, Италия)

Ливерко Ирина Владимировна

доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по науке Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра фтизиатрии и пульмонологии Республики Узбекистан (Ташкент) <https://orcid.org/0000-0003-0059-9183>

Цурко Владимир Викторович

доктор медицинских наук, профессор Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова (Москва) <https://orcid.org/0000-0001-8040-3704>

Тригулова Раиса Хусановна

Доктор медицинских наук, руководитель лаборатории превентивной кардиологии, ведущий научный сотрудник лаборатории ИБС и атеросклероза. Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр кардиологии (Ташкент) ORCID- 0000-0003-4339-0670

Тураев Феруз Фатхуллаевич

доктор медицинских наук, Директор Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра эндокринологии имени академика Ю.Г. Туракулова

Bosh muharrir:

Tashkenbayeva Eleonora Negmatovna

*tibbiyot fanlari doktori, Samarqand davlat tibbiyot universiteti 2-sonli ichki kasalliklar kafedrasini mudiri,
Samarqand viloyati vrachlar uyushmasi raisi.
<https://orsid.org/0000-0001-5705-4972>*

Bosh muharrir o'rinbosari:

Xaibulina Zarina Ruslanovna

*tibbiyot fanlari doktori, "akad V. Vohidov nomidagi RIJM davlat institutining mikrobiologiya guruhi
bilan biokimyo kafedrasini mudiri" <https://orcid.org/0000-0002-9942-2910>*

TAHRIRIYAT A'ZOLARI:

Alyavi Anis Lyutfullayevich

*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining akademigi, tibbiyot fanlari doktori, professor,
O'zbekiston Terapevtlar uyushmasi raisi, Respublika ixtisoslashtirilgan ilmiy va amaliy tibbiy terapiya markazi va tibbiy rehabilitatsiya direktori maslahatchisi (Toshkent), <https://orcid.org/0000-0002-0933-4993>*

Bockeria Leo Antonovich

*Rossiya fanlar akademiyasining akademigi, tibbiyot fanlari doktori, professor, A.N. Bakuleva nomidagi yurak-qon tomir jarrohligi ilmiy markazi prezidenti (Moskva)
<https://orcid.org/0000-0002-6180-2619>*

Kurbanov Ravshanbek Davlatovich

*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining akademigi, tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan kardiologiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazining direktor maslahatchisi (Toshkent)
<https://orcid.org/0000-0001-7309-2071>*

Shklyayev Aleksey Evgenievich

Tibbiyot fanlari doktori, professor, Rossiya Federatsiyasi Sog'liqni saqlash vazirligining "Izhevsk davlat tibbiyot akademiyasi" Federal davlat byudjeti oliy ta'lim muassasasi rektori

Mixal Tendera

*Katovitsadagi Sileziya Tibbiyot Universiteti, Yuqori Sileziya Kardiologiya Markazi kardiologiya kafedrasini professori (Polsha)
<https://orcid.org/0000-0002-0812-6113>*

Pokushalov Evgeniy Anatolevich

tibbiyot fanlari doktori, professor, "Yangi tibbiy texnologiyalar markazi" (YTTM) klinik tarmog'ining ilmiy ishlar va rivojlanish bo'yicha bosh direktorining o'rinbosari (Novosibirsk) <https://orcid.org/0000-0002-2560-5167>

Zufarov Mirjamol Mirumarovich

tibbiyot fanlari doktori, professor, "akad V. Vohidov nomidagi RIJM davlat muassasasi" bo'limi boshlig'i" <https://orcid.org/0000-0003-4822-3193>

Akilov Xabibulla Ataulayevich

tibbiyot fanlari doktori, professor, Tibbiyot xodimlarining kasbiy malakasini oshirish markazi direktori (Toshkent)

Abdiyeva Gulnora Aliyevna

Samarqand davlat tibbiyot universiteti 2-sonli ichki kasalliklar kafedrasini assistenti, PhD (mas'ul kotib)

Rizayev Jasur Alimjanovich

*tibbiyot fanlari doktori, professor, Samarqand davlat tibbiyot universiteti rektori
<https://orcid.org/0000-0001-5468-9403>*

Ziyadullayev Shuxrat Xudoyberdiyevich

*tibbiyot fanlari doktori, dotsent, Samarqand davlat tibbiyot universitetining fan va innovatsiyalar bo'yicha prorektori (Samarqand)
<https://orcid.org/0000-0002-9309-3933>*

Jan Kovak

Yevropa kardiologiya jamiyati insulti kengashi raisi, 2017 yildan buyon ixtisoslashtirilgan kardiologiya kafedrasini rahbari, kardiologiya, yurak va torakal jarrohlik kafedrasini mudiri, maslahatchi kardiolog Glenfild kasalxonasi, Lester (Buyuk Britaniya)

Sergio Bernardini

Klinik biokimyo va klinik molekulyar biologiya bo'yicha professor - Laboratoriya tibbiyoti bo'limi bosh shifokori – Tor Vergata universiteti kasalxonasi (Rim-Italiya)

Liverko Irina Vladimirovna

*tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan fiziologiya va pulmonologiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazining ilmiy ishlar bo'yicha direktor o'rinbosari (Toshkent)
<https://orcid.org/0000-0003-0059-9183>*

Surko Vladimir Viktorovich

*tibbiyot fanlari doktori, professori I.M. Sechenov nomidagi Birinchi Moskva Davlat tibbiyot universiteti (Moskva)
<https://orcid.org/0000-0001-8040-3704>*

Trigulova Raisa Xusainovna

*Tibbiyot fanlari doktori, Profilaktik kardiologiya laboratoriyasi mudiri, YuK va ateroskleroz laboratoriyasining yetakchi ilmiy xodimi. Respublika ixtisoslashtirilgan kardiologiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazi (Toshkent)
ORCID- 0000-0003-4339-0670*

Turayev Feruz Fatxullayevich

*tibbiyot fanlari doktori, akademik Y.X.To'raqulov nomidagi Respublika ixtisoslashtirilgan endokrinologiya ilmiy amaliy tibbiyot markazi direktori
<https://orcid.org/0000-0002-1321-4732>*

Chief Editor:

Tashkenbaeva Eleonora Negmatovna

Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Internal Diseases No. 2 of the Samarkand State Medical University, Chairman of the Association of Physicians of the Samarkand Region.
<https://orcid.org/0000-0001-5705-4972>

Deputy Chief Editor:

Xaibulina Zarina Ruslanovna

Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Biochemistry with the Microbiology Group of the State Institution "RSSC named after acad. V. Vakhidov", <https://orcid.org/0000-0002-9942-2910>

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:

Alyavi Anis Lutfullaevich

Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Doctor of Medical Sciences, Professor, Chairman of the Association of Physicians of Uzbekistan, Advisor to the Director of the Republican Specialized Scientific - Practical Center of Therapy and Medical Rehabilitation (Tashkent)
<https://orcid.org/0000-0002-0933-4993>

Bockeria Leo Antonovich

Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, President of the Scientific Center for Cardiovascular Surgery named after A.N. Bakuleva (Moscow)
<https://orcid.org/0000-0002-6180-2619>

Kurbanov Ravshanbek Davletovich

Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Doctor of Medical Sciences, Professor, Advisor to the Director Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology, (Tashkent)
<https://orcid.org/0000-0001-7309-2071>

Shklyayev Aleksey Evgenievich

Doctor of Medical Sciences, Professor, Rector of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Izhevsk State Medical Academy" of the Ministry of Health of the Russian Federation

Michal Tendera

Professor of the Department of Cardiology, Upper Silesian Cardiology Center, Silesian Medical University in Katowice, Poland (Poland)
<https://orcid.org/0000-0002-0812-6113>

Pokushalov Evgeny Anatolyevich

Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director General for Science and Development of the Clinic Network "Center for New Medical Technologies" (CNMT), (Novosibirsk)
<https://orcid.org/0000-0002-2560-5167>

Akilov Xabibulla Ataullovich

Doctor of Medical Sciences, Professor, Center for the development of professional qualifications of medical workers (Tashkent)

Abdieva Gulnora Alievna

PhD, assistant of the Department of Internal Diseases No. 2 of the Samarkand State Medical University
<https://orcid.org/0000-0002-6980-6278>
(Executive Secretary)

Rizaev Jasur Alimjanovich

Doctor of Medical Sciences, Professor, Rector of the Samarkand State Medical University
<https://orcid.org/0000-0001-5468-9403>

Ziyadullaev Shuhrat Khudoyberdievich

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Science and Innovation of the Samarkand State Medical University (Samarkand)
<https://orcid.org/0000-0002-9309-3933>

Jan Kovac

Professor Chairman, European Society of Cardiology Council for Stroke, Lead of Specialised Cardiology, Head of Cardiology, Cardiac and Thoracic Surgery, Consultant Cardiologist, Glenfield Hospital, Leicester (United Kingdom)

Sergio Bernardini

Full Professor in Clinical Biochemistry and Clinical Molecular Biology - Head Physician of the Laboratory Medicine Unit- University of Tor Vergata Hospital (Rome-Italy)

Liverko Irina Vladimirovna

Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director for Science of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Phthiology and Pulmonology of the Republic of Uzbekistan (Tashkent)
<https://orcid.org/0000-0003-0059-9183>

Zufarov Mirjamol Mirumarovich

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of the State Institution "RSNPMTSH named after acad. V. Vakhidov"
<https://orcid.org/0000-0003-4822-3193>

Tsurko Vladimir Viktorovich

Doctor of Medical Sciences, professor Of Moscow State Medical University by name I.M. Sechenov (Moscow)
<https://orcid.org/0000-0001-8040-3704>

Trigulova Raisa Khusainovna

Doctor of Medical Sciences, Head of the Laboratory of Preventive Cardiology, Leading Researcher of the Laboratory of IHD and Atherosclerosis. Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology (Tashkent) ORCID- 0000-0003-4339-0670

Turaev Feruz Fatxullaevich

Doctor of Medical Sciences, Director of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Endocrinology named after Academician Yu.G. Turakulova

Алимов Дониёр Анварович
доктор медицинских наук, директор
Республиканского научного центра
экстренной медицинской помощи

Янгиев Бахтиёр Ахмедович
кандидат медицинских наук,
директор Самаркандского филиала
Республиканского научного центра
экстренной медицинской помощи

Абдуллаев Акбар Хатамович
доктор медицинских наук, главный
научный сотрудник Республиканского
специализированного научно-
практического центра медицинской
терапии и реабилитации
<https://orcid.org/0000-0002-1766-4458>

Агабабян Ирина Рубеновна
кандидат медицинских наук, доцент,
заведующая кафедрой терапии ФПДО,
Самаркандского Государственного
медицинского института

Алиева Нигора Рустамовна
доктор медицинских наук, заведующая
кафедрой Госпитальной педиатрии №1
с основами нетрадиционной медицины
ТашПМИ

Исмаилова Адолат Абдурахимовна
доктор медицинских наук, профессор,
заведующая лабораторией
фундаментальной иммунологии
Института иммунологии геномики
человека АН РУз

Камалов Зайнитдин Сайфутдинович
доктор медицинских наук, профессор,
заведующий лабораторией
иммунорегуляции Института
иммунологии и геномики
человека АН РУз

Каюмов Улугбек Каримович
доктор медицинских наук, профессор,
заведующий кафедрой внутренних
болезней и телемедицины Центра
развития профессиональной
квалификации медицинских работников

Хусинова Шоира Акбаровна
кандидат философских наук, доцент,
заведующая кафедрой общей практики,
семейной медицины ФПДО
Самаркандского Государственного
медицинского института

Шодиколова Гуландом Зикрияевна
д.м.н., профессор, заведующая
кафедрой внутренних болезней № 3
Самаркандского Государственного
Медицинского Института
(Самарканд)
<https://orcid.org/0000-0003-2679-1296>

Alimov Doniyor Anvarovich
tibbiyot fanlari doktori, Respublika
shoshilinch tibbiy yordam ilmiy
markazi direktori (Toshkent)

Yangiyev Baxtiyor Axmedovich
tibbiyot fanlari nomzodi,
Respublika shoshilinch tibbiy
yordam ilmiy markazining
Samarqand filiali direktori

Abdullayev Akbar Xatamovich
tibbiyot fanlari doktori, O'zbekiston
Respublikasi Sog'liqni saqlash
vazirligining "Respublika
ixtisoslashtirilgan terapiya va tibbiy
reabilitatsiya ilmiy-amaliy
tibbiyot markazi" davlat
muassasasi bosh ilmiy xodimi
<https://orcid.org/0000-0002-1766-4458>

Agababyan Irina Rubenovna
tibbiyot fanlari nomzodi, dotsent,
DKTF, terapiya kafedrasini mudiri,
Samarqand davlat tibbiyot instituti

Alieva Nigora Rustamovna
tibbiyot fanlari doktori, 1-sonli
gospital pediatriya kafedrasini mudiri,
ToshPTI

Ismoilova Adolat Abduraximovna
tibbiyot fanlari doktori, professor,
O'zbekiston Respublikasi Fanlar
akademiyasining Odam genomikasi
immunologiyasi institutining
fundamental immunologiya
laboratoriyasining mudiri

Kamalov Zaynitdin Sayfutdinovich
tibbiyot fanlari doktori, professor,
O'zbekiston Respublikasi Fanlar
akademiyasining Immunologiya va
inson genomikasi institutining
Immunogenetika laboratoriyasi mudiri

Qayumov Ulug'bek Karimovich
tibbiyot fanlari doktori, professor,
Tibbiyot xodimlarining kasbiy
malakasini oshirish markazi, ichki
kasalliklar va teletibbiyot kafedrasini
mudiri (Toshkent)

Xusinova Shoira Akbarovna
tibbiyot fanlari nomzodi, dotsent,
Samarqand davlat tibbiyot instituti
DKTF Umumiy amaliyot va oilaviy
tibbiyot kafedrasini mudiri (Samarqand)

Shodikulova Gulandom Zikriyaeвна
tibbiyot fanlari doktori, professor,
Samarqand davlat tibbiyot instituti 3-
ichki kasalliklar kafedrasini mudiri
(Samarqand)
<https://orcid.org/0000-0003-2679-1296>

Alimov Doniyor Anvarovich
Doctor of Medical Sciences, Director of
the Republican Scientific Center of
Emergency Medical Care

Yangiev Bakhtiyor Axmedovich
PhD, Director of Samarkand branch of
the Republican Scientific Center of
Emergency Medical Care

Abdullaev Akbar Xatamovich
Doctor of Medical Sciences,
Chief Researcher of the State Institution
"Republican Specialized Scientific and
Practical Medical Center for Therapy and
Medical Rehabilitation" of the Ministry of
Health of the Republic of Uzbekistan,
<https://orcid.org/0000-0002-1766-4458>

Agababyan Irina Rubenovna
PhD, Associate Professor, Head of the
Department of Therapy, FAGE,
Samarkand State Medical Institute

Alieva Nigora Rustamovna
Doctor of Medical Sciences, Head of the
Department of Hospital Pediatrics No. 1
with the basics of alternative medicine,
TashPMI

Ismailova Adolat Abduraximovna
doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of the Laboratory of Fundamental
Immunology of the Institute of
Immunology of Human
Genomics of the Academy of Sciences
of the Republic of Uzbekistan

Kamalov Zainitdin Sayfutdinovich
doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of the Laboratory of
Immunogenetics of the Institute of
Immunology and Human Genomics
of the Academy of Sciences of the
Republic of Uzbekistan

Kayumov Ulugbek Karimovich
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of the Department of Internal
Diseases and Telemedicine of the Center
for the development of professional
qualifications
of medical workers

Khusinova Shoira Akbarovna
PhD, Associate Professor, Head of the
Department of General Practice,
Family Medicine FAGE of the
Samarkand State Medical Institute

Shodikulova Gulandom Zikriyaeвна
Doctor of Medical Sciences, professor,
head of the Department of Internal
Diseases N 3 of Samarkand state medical
institute (Samarkand)
<https://orcid.org/0000-0003-2679-1296>

Халиков Каххор Мирзаевич
кандидат медицинских наук, доцент
заведующий кафедрой биологической
химии Самаркандского
государственного медицинского
университета

Аннаев Музаффар
Ассистент кафедры внутренних
болезней и кардиологии №2
Самаркандского государственного
медицинского университета
(технический секретарь)

Тулабаева Гавхар Миракбаровна
Заведующая кафедрой кардиологии,
Центр развития профессиональной
квалификации медицинских
работников, д.м.н., профессор

**Абдумаджидов Хамидулла
Амануллаевич**
Бухарский государственный
медицинский институт имени Абу
Али ибн Сино. Кафедра «Хирургические
болезни и реанимация». Доктор
медицинских наук, профессор.

Саидов Максуд Арифович
к.м.н., директор Самаркандского
областного отделения
Республиканского специализированного
научно-практического медицинского
центра кардиологии (г. Самарканд)

Насирова Зарина Акбаровна
PhD, ассистент кафедры внутренних
болезней №2 Самаркандского
Государственного Медицинского
университета (ответственный
секретарь)

Xalikov Qaxxor Mirzayevich
Tibbiyot fanlari nomzodi, dotsent
Samarqand davlat tibbiyot universiteti
Biologik kimyo kafedrasini mudiri

Annayev Muzaffar G'iyos o'g'li
Samarqand davlat tibbiyot universiteti 2-son
ichki kasalliklar va kardiologiya kafedrasini
assistenti (texnik kotib)

Tulabayeva Gavxar Mirakbarovna
kardiologiya kafedrasini mudiri, tibbiyot
xodimlarining kasbiy malakasini rivojlantirish
markazi, tibbiyot fanlari doktori, professor

Abdumadjidov Xamidulla Amanullayevich
«Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat
tibbiyot oliygohi» Xirurgiya kasalliklari va
reanimatsiya kafedrasini professori, tibbiyot
fanlari doktori.

Saidov Maqsud Arifovich
tibbiyot fanlari nomzodi,
Respublika ixtisoslashgan kardialogiya
ilmiy amaliy tibbiyot markazi Samarqand
viloyat mintaqaviy filiali direktori
(Samarqand)

Nasirova Zarina Akbarovna
Samarqand davlat tibbiyot instituti
2-sonli ichki kasalliklar kafedrasini
assistenti, PhD (mas'ul kotib)

Khalikov Kakhor Mirzayevich
Candidate of Medical Sciences,
Associate Professor, Head of the Department
of Biological Chemistry, Samarkand State
Medical University

Annaev Muzaffar
Assistant of the Department of Internal
Diseases and Cardiology No. 2 of the
Samarkand State Medical University
(technical secretary)

Tulabayeva Gavxar Mirakbarovna
Head of the Department of Cardiology,
Development Center professional
qualification of medical workers,
MD, professor

**Abdumadjidov Khamidulla
Amanullayevich**
“Bukhara state medical institute named
after Abu Ali ibn Sino”. DSc, professor.

Saidov Maksud Arifovich
Candidate of Medical Sciences, Director
of the Samarkand Regional Department of
the Republican Specialized Scientific and
Practical Medical Center of Cardiology
(Samarkand)

Nasyrova Zarina Akbarovna
PhD, Assistant of the Department of Internal
Diseases No. 2 of the Samarkand State
Medical University (Executive Secretary)

ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ/ REVIEW ARTICLES /ABIYOTLAR SHARHI

1.	Аляви А.Л., Аляви Б.А., Абдуллаев А.А., Узокров Ж.К., Муминов Ш.К., Исхаков Ш.А., Вирхов И.П., Аширбоев Ш.П. Искусственный интеллект и его роль в улучшении диагностики кардиологических состояний Alyavi A. L., Alavi B. A., Abdullaev A. Kh., Uzokov J. K., Muminov Sh. K., Iskhakov Sh. A., Virkhov I. P., Ashirbaev Sh. P. Artificial intelligence and its role in improving the diagnosis of cardiological conditions Alyavi A. L., Alavi B. A., Abdullaev A. Kh., Uzokov J. K., Muminov Sh. K., Iskhakov Sh. A., Virkhov I. P., Ashirbaev Sh. P. Sun'iy intellekt va uning yurak kasalliklari diagnostikasini takomillashtirishdagi roli.....	11
2.	Абдумаджидов А.Х. Современное состояние эхинококкоза сердца Abdumadzhidov A.Kh. Modern status of heart echinococcosis Abdumadjidov A.X. Yurak exinokokkozining zamaniy statusi.....	18
3.	Абдумаджидов А.Х. Этиопатогенез формирования капсульных дефектов при хроническом ревматизме сердца. Современные проблемы диагностики Abdumadzhidov A.Kh. Etiopathogenesis of the formation of capsule defects in chronic heart rheumatism. Modern problems of diagnostics Abdumadjidov A.X. Etiopathogenesis of the formation of capsule defects in chronic heart rheumatism. Modern problems of diagnostics.....	26
4.	Адылова Ф.Т., Тригулова Р. Х., Давронов Р. Р. Модели искусственного интеллекта для прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний у людей с сахарным диабетом 2 типа: аналитический обзор Adilova F. T., Trigulova R. K., Davronov R. R., Artificial intelligence models for predicting cardiovascular diseases in people with type 2 diabetes mellitus: analytical review Adilova F. T., Trigulova R. K., Davronov R. R., 2-tur qandli diabet bilan og'rigan bemorlarda yurak-qon tomir kasalliklarini bashorat qilish uchun sun'iy intellekt modellari: tahliliy sharhi.....	33
5.	Муллабаева Г.У., Шодиметова Ш., Эргашев Ж.Я. Сердечная недостаточность у больных с сахарным диабетом Mullabaeva G.U., Shodimetova Sh., Ergashev Zh.Ya. Heart failure in patients with diabetes mellitus Mullabaeva G.U., Shodimetova Sh., Ergashev J.Ya. Qandli diabet bilan og'rigan bemorlarda yurak yetishmovchiligi.....	41
6.	Туйчиева С. К., Ташкенбаева Э. Н. Патогенетическая роль интерлейкина-6 и ФНО- α в развитии артериальной гипертензии у женщин с метаболическим синдромом Tuychieva S. K., Tashkenbaeva E. N. Pathogenetic role of interleukin-6 and TNF- α in the development of arterial hypertension in women with metabolic syndrome Tuychieva S. K., Tashkenbaeva E. N. Metabolik sindromi bo'lgan ayollarda arterial gipertenziya rivojlanishida interleykin-6 va TNF- α ning patogenetik roli.....	49
7.	Кенжаев С.Р., Латипов Ф.Ф. Убайдуллаева Ш.М. Причины синкопального синдрома и роль парадоксальной эмболии в возникновении синкопальных случаев у больных с врожденными пороками сердца Kenjaev S.R., Latipov F.F. Ubaydullaeva Sh.M. Causes of obincopal syndrome and the role of paradoxical embolism in the occupation of syncopal cases in patients with congenital heart devices Kenjaev S.R., Latipov F.F. Ubaydullayeva Sh.M. Sinkope sindromining rivojlanish sabablari va yurak tug'ma nuqsonlari bo'lgan bemorlarda sinkopal holatlarning yuzaga kelishida paradoksal emboliyalarning o'rni.....	54
8.	Тураев Х.Н., Зиядуллаев Ш.Х., Исмаилов Ж.А. Анализ антитромботической терапии мерцательной аритмии в международных и национальных реестрах Turaev H. N., Ziyadullaev Sh. X., Ismoilov J. A. Analyses of antithrombotic therapy for atrial fibrillation in international and national registries Turaev H. N., Ziyadullaev Sh. X., Ismoilov J. A. Analyses of antithrombotic therapy for atrial fibrillation in international and national registries.....	60

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ/ORIGINAL MAQOLALAR/ ORIGINAL ARTICLES

9. **Э.А. Абдуганиева, Ш.М. Ахмедов, Ю.Э.Фаттахова, Д.М. Халилова,**
Воздействие гомоцистеина на факторы коагуляции при хронической обструктивной болезни легких
E.A. Abduganieva, Sh.M.Akhmedov, Y.E. Fattahova, D.M. Halilova
Impact of homocysteine on coagulation factors in chronic obstructive pulmonary disease
E.A.Abduganiyeva, Sh.M.Axmedov, Y.E. Fattaxova, D.M. Xalilova
Gomosissteinning surunkal obstruktiv o'pka kasalliklaridagi koagulyatsiya omillariga ta'siri..... 64
10. **Ш.А. Амирова, С.Х.Ярмухамедова**
Изучение показателей диастолической дисфункции правого желудочка у больных с гипертонической болезнью
Sh.A. Amirova, S.Kh.Yarmukhamedova
Determination of indicators of diastolic dysfunction of the right ventricle in patients with hypertension
Sh.A. Amirova, S.X.Yarmuxamedova
Gipertoniya kasalligida o'ng qorincha diastolic disfunktsia belgilarini aniqlash..... 69
11. **А.И. Ахмедов, О.А. Ким, С.Э. Эшмуратов**
Нарушение ритма сердца у больных ревматоидным артритом
A.I. Akhmedov, O.A. Kim, S.E. Eshmuratov
Heart rhythm disturbances in patients with rheumatoid arthritis
A.I. Ahmedov, O.A. Kim, S.E. Eshmuratov
Rematoid artritli bemorlarda yurak ritmining buzilishi..... 73
12. **Мамаризаев И. К.**
Особенности влияния дисбиоза в развитие пищевой аллергии у детей
Mamarizaev Ibrokhim Komilzhonovich
Features of the influence of dysbiosis in the development of food allergy in children
Mamarizayev Ibroxim Komiljonovich
Bolalarda oziq-ovqat allergiyasi rivojlanishida disbioz ta'sirining o'ziga xos xususiyatlari..... 76
13. **Махматмурадова Н.Н.**
Дифференциальная диагностика неспецифической интерстициальной пневмонии
Makhmatmuradova N.N.
Differential diagnostics of nonspecific interstitial pneumonia
Maxmatmurodova N.N.
Nonspesifik interstitsial pnevmoniyaning differentsial diagnostikasi..... 80
14. **Ризаев Ж.А., Хусайнбоев Ш.Д.**
Оценка сердечно-сосудистой функции у байдарочников и каноев
Rizaev J. A., Xusainboev Sh.D.
Assessment of cardiovascular function in kayakers and canoeists
Rizaev J. A., Xusainboev Sh.D.
Baydarka va kanoeda eshkak eshuvchilarda yurak qon-tomir tiziminining faoliyatini baholash..... 83
15. **Рустамова Г.Р., Кудратова З. Э.**
Анализ акушерского анамнеза у матерей больных с хроническим тонзиллитом ассоциированных ЦМВИ и с вирусом Эпштейна Барра
Rustamova G.R., Kudratova Z.E.
Analysis obstetric anamnesis in mothers of patients with chronic tonsillitis associated with TSMVI and Epstein Barr virus
Rustamova G.R., Qudratova Z.E.
CMVI va Epstein Barr virusi bilan og'rigan surunkali tonzilliti bor bemorlarning onalarida akusherlik anamnezida tahlil qilish..... 88
16. **Хасанжанова Ф.О., Абдушукурова К.Р.**
Оценка структур и взаимосвязь факторов риска, предрасполагающих к инфаркту миокарда у лиц молодого возраста
Khasanjanova F.O., Abdushukurova K.R.
Assessment of the structures and interrelation of risk factors predisposing to myocardial infarction in young people
Xasanjanova F. O., Abdushukurova K. R
Yosh odamlarda miokard infarktiga moyil bo'lgan xavf omillarining tuzilishi va o'zaro bog'liqligini baholash..... 91
17. **О.А. Шиченко, Г.З. Шодиккулова**
Клинико-эпидемиологические особенности пациентов с неспецифической интерстициальной пневмонией
O.A. Shichenko, G.Z. Shodikulova
Clinical and epidemiological features of patients with nonspecific interstitial pneumonia
O.A. Shichenko, G.Z. Shodiqulova
Nonspesifik interstitsial pnevmoniya bilan og'rigan bemorlarning klinik va epidemiologik xususiyatlari..... 95



ADABIYOTLAR TAHLILI | REVIEW ARTICLES | ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

Аляви Анис Лютфуллаевич

руководитель лаборатории
ГУ «Республиканский
специализированный
научно-практический медицинский
центр терапии и медицинской реабилитации»,
заведующий кафедрой
Ташкентского педиатрического
медицинского института,
д.м.н., Академик
Ташкент, Узбекистан

Аляви Бахромхон Анисханович

директор ГУ «Республиканский
специализированный
научно-практический медицинский
центр терапии и медицинской реабилитации»,
заведующий кафедрой
Ташкентского педиатрического
медицинского института,
д.м.н., профессор
Ташкент, Узбекистан

Абдуллаев Акбар Хатамович

руководитель лаборатории
ГУ «Республиканский специализированный
научно-практический медицинский
центр терапии и медицинской реабилитации»,
доцент Ташкентского педиатрического
медицинского института, д.м.н.,
Ташкент, Узбекистан

Узоков Жамол Камилович

Старший научный сотрудник
ГУ «Республиканский
специализированный
научно-практический медицинский центр
терапии и медицинской реабилитации»,
Ташкент, Узбекистан

Муминов Шовкат Кадилович,

Ведущий научный сотрудник
ГУ «Республиканский
специализированный
научно-практический медицинский центр
терапии и медицинской реабилитации»
Ташкент, Узбекистан

Исхаков Шерзод Алишерович,

младший научный сотрудник
ГУ «Республиканский
специализированный
научно-практический медицинский центр
терапии и медицинской реабилитации»
Ташкент, Узбекистан

Вирхов Игор Петрович,

младший научный сотрудник
ГУ «Республиканский
специализированный
научно-практический медицинский центр
терапии и медицинской реабилитации»



Адилова Фатима Туйчиевна

доктор технических наук, профессор, руководитель лаборатории,
Институт Математики им В.И. Романовского
АН Республики Узбекистан,
Узбекистан, Ташкент

Тригулова Раиса Хусайновна,


Доктор медицинских наук, руководитель научного отдела
превентивной кардиологии
ГУ Республиканского Специализированного
научно-практического медицинского центра
Кардиологии Узбекистан, Ташкент

Давронов Рифкат Рахимович

кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Институт Математики им В.И. Романовского
АН Республики Узбекистан, Узбекистан, Ташкент

МОДЕЛИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЛЮДЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

For citation: Adilova F. T., Trigulova R. K., Davronov R. R. Artificial intelligence models for predicting cardiovascular diseases in people with type 2 diabetes mellitus: analytical review. Journal of cardiorespiratory research. 2024, vol 5, issue 2, pp. 33-40

 <http://dx.doi.org/10.26739/2181-0974/2024/1/4>

АННОТАЦИЯ

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) одна из самых частых причин смертности на планете, и раннее прогнозирование развития их осложнений одна из самых сложных задач медицины в последние годы. В настоящее время предлагается прогнозирование ССЗ с использованием различных алгоритмов машинного обучения, таких как логистическая регрессия, наивный байесовский метод, машина опорных векторов, случайный лес, экстремальный градиент и т. д. С помощью этих методов предсказать вероятность развития ССЗ и их осложнений.

В представленном обзоре выполненном по правилам метаанализа PRISMA описываются модели ИИ для прогнозирования ССЗ у взрослых с СД 2, которые проведены на когортах взрослых больных с СД 2, с предсказанием риска развития ССЗ у пациентов с СД 2 (в течение определенного периода времени) и разработкой модели искусственного интеллекта (модели машинного обучения или глубокого обучения).

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет, прогноз, машинное обучение, искусственный интеллект

Adilova Fatima Tuychievna

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory,
V.I. Romanovsky Institute of Mathematics
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Trigulova Raisa Khusainovna

Doctor of Medical Sciences, Head of Scientific Department
preventive cardiology
Republican Specialized Scientific and
Practical Medical Center of Cardiology
Tashkent, Uzbekistan

Davronov Rifkat Rakhimovich

PhD, Technical Sciences, Senior Researcher.
V.I. Romanovsky Institute of Mathematics
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

ANNOTATION

Cardiovascular diseases (CVD) are one of the most common causes of mortality on the planet, and early prediction of the development of their complications is one of the most difficult tasks in medicine in recent years. Currently, CVD forecasting is proposed using various machine learning algorithms such as logistic regression, naive Bayes method, support vector machine, random forest, extreme gradient, etc. Using these methods, predict the likelihood of developing CVD and its complications.

This review, carried out according to the rules of the PRISMA meta-analysis, describes AI models for predicting CVD in adults with type 2 diabetes mellitus (T2DM), which were conducted on cohorts of adult patients with T2DM, predicting the risk of developing CVD in patients with T2DM (over a certain period of time) and developing the model artificial intelligence (machine learning or deep learning models).

Keywords: Cardiovascular diseases, diabetes mellitus, prediction, machine learning, artificial intelligence.

Adilova Fotima Tuychievna

texnika fanlari doktori, professor,
O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi
V.I. Romanovskiy nomidagi Matematika instituti.
laboratoriya mudiri, O'zbekiston, Toshkent

Trigulova Raisa Xusainovna,
tibbiyot fanlari doktori,

Respublika Ixtisoslashtirilgan Kardiologiya
ilmiy-amaliy tibbiyot markazi DM
preventiv kardiologiya ilmiy bo'limi rahbari, O'zbekiston, Toshkent

Davronov Rifqat Rahimovich

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi
V.I. Romanovskiy nomidagi Matematika instituti,
texnika fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim, O'zbekiston, Toshkent

2-TUR QANDLI DIABET BILAN OG'RIGAN BEMORLARDA YURAK-QON TOMIR KASALLIKLARINI BASHORAT QILISH UCHUN SUN'IY INTELLEKT MODELLARI: TAHLILY SHARH

ANNOTATSIYA

Yurak-qon tomir kasalliklari (YuQTK) sayyoramizdagi o'limning eng keng tarqalgan sabablaridan bo'lib, ularning asoratlari rivojlanishini erta bashorat qilish so'nggi yillarda tibbiyotdagi eng qiyin muammolardan biridir. Hozirgi vaqtda logistik regressiya, sodda Bayes usuli, qo'llab-quvvatlovchi vektor mashinasi, tasodifiy o'rmon, ekstremal gradient kabi va boshqa turli xil mashinali o'qitish algoritmlaridan foydalangan holda YuQTK prognozlash taklif etilmoqda. Ushbu usullar yordamida YuQTK va uning asoratlarini rivojlanish ehtimolini taxmin qilish taklif etilmoqda. PRISMA meta-tahlil qoidalariga muvofiq o'tkazilgan ushbu sharhda 2-tur qandli diabet bilan kasallangan katta yoshdagi bemorlarning kogortalarida olib borilgan, 2-tur qandli diabet bilan (ma'lum vaqt davomida) va sun'iy intellekt modelini (mashinali o'qitish yoki chuqur o'rganish modellari) ishlab chiqqan holda, YuQTK ni bashorat qilish uchun sun'iy intellekt (SI) modellarini tavsiflaydi va bemorlarda YuQTK rivojlanish xavfini bashorat qiladi.

Kalit so'zlar: Yurak-qon tomir kasalliklari, qandli diabet, asoratlari rivojlanishini, mashinali o'qitish, sun'iy intellekt.

Введение

Сахарный диабет 2 типа является сложным заболеванием с растущей распространенностью во всем мире [1], что приводит к необходимости постоянного медицинского обслуживания [2]. У людей с сахарным диабетом 2 типа (СД 2) риск смерти и сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) как осложнений диабета в 2-4 раза

выше, чем у населения в целом [3,4]. В то время как во всем мире частота ССЗ среди пациентов с СД2 в 2-3 раза выше, чем среди пациентов без СД2, данные свидетельствуют о тенденции к снижению во всем мире общей распространенности ССЗ, связанных с СД2. Имеющиеся в настоящее время данные приведены в таблице 1 [5].

Таблица 1. Распространенность сердечно-сосудистых заболеваний при СД2 [5]

Заболевание	До 2016	2007-2017	2019
Все ССЗ	14,3-46,9%	32%	34,8%
Ишемическая болезнь сердца	1,8-25,6%	21%	10,9%
Сердечный приступ	3,3-17,8%	10%	4,6%
Инсульт	1,7-17,7%	7,6%	5%
Сердечная недостаточность		14,9%	2,4%
Заболевание периферических артерий			2,6%

Из таблицы видно, что до 2016 года распространенность всех ССЗ при СД2 колебалась от 14,3 до 46,9% [6], в то время как мета-анализ за 2007-2017 годы показал распространенность в 32% [4]. Взвешенная распространенность ССЗ в 2019 году составила 34,8% в 13 странах, но наблюдалась общая тенденция к снижению заболеваемости ишемической болезнью сердца (ИБС), инфарктом миокарда (ИМ), инсультом и сердечной недостаточностью (СН), а также заболеваниями периферических артерий [7]. Исследование Artime et.al продемонстрировало, что распространенность ССЗ среди пациентов с СД2 в Испании варьировалась от 7 до 41%, а показатели госпитальной смертности от ССЗ составляли от 6 до 11% [8]. Снижение частоты сердечно-сосудистых заболеваний при СД2 согласуется с новыми данными, полученными в Эфиопии [9], Швеции [10] и Южной Корее [11]. Однако в исследовании, проведенном в Южной Корее, риск СН увеличился за период с 2006 по 2015 год [11], и это же событие наблюдалось среди

пациентов с длительностью СД2 более 10 лет и среди лиц с артериальной гипертензией в анамнезе [12]. Было обнаружено, что возникновение СН связано с продолжительностью диабета, причем увеличение риска СН на 17% тесно связано с каждым 5-летним увеличением продолжительности диабета [13].

Снижение заболеваемости ССЗ среди пациентов с СД2 в странах с высоким уровнем дохода было очевидным, однако сохраняется большой разрыв в частоте сердечно-сосудистых заболеваний и смертности между людьми с СД2 и без этого заболевания. К сожалению, существует недостаток данных о заболеваемости ССЗ среди людей с СД2 из стран со средним и низким уровнем дохода, а также в глобальных исследованиях. Отмечается общая тенденция к снижению смертности от СД2 в странах Европейского союза в период с 1990 по 2019 год [14]. В США с 1988-94 по 2010-15 годы снизились уровень смертности и доля смертей от сосудистых причин [15].

В отличие от результатов наблюдений, систематический обзор клинических исследований сердечно-сосудистых исходов диабета не выявил улучшения смертности от сердечно-сосудистых заболеваний при СД2. Общие оценочные показатели смертности от ССЗ среди пациентов с сахарным диабетом выше в странах с низким и средним уровнем дохода, чем в странах с высоким уровнем дохода [16].

Таким образом, несмотря на тенденцию к снижению общей смертности от ССЗ, заболеваемость и смертность от СД2 продолжают ежегодно увеличиваться, и наряду с ростом населения и старением общее число смертей от ССЗ и СД2, связанных с СД2, увеличилось во всем мире [3].

Международные рекомендации по лечению СД2 требуют оценивать риск ССЗ до начала соответствующего лечения, т.е. для принятия обоснованных решений о лечении были бы полезны калькуляторы риска сердечно-сосудистых осложнений, разработанные специально для людей с сахарным диабетом 2 типа. В исследовании [17] был проведен систематический обзор опубликованных исследований до 2011 года по моделям прогнозирования риска сердечно-сосудистых заболеваний у людей с сахарным диабетом 2 типа. Они выявили 12 статистических моделей, специально разработанных для людей с сахарным диабетом 2 типа, которые были, в основном, статистическими. В обзоре [18] выявили 19 моделей риска сердечно-сосудистых заболеваний у людей с сахарным диабетом 2 типа и выявили, что лишь немногие модели были подтверждены извне, т.е. на независимой выборке. Сравнение показателей оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний у людей с сахарным диабетом 2 типа было проведено в [19,20]. Оба исследования провели внешнюю валидацию существующих моделей пропорциональных рисков Кокса, но не смогли точно определить риск сердечно-сосудистых осложнений среди людей с сахарным диабетом 2 типа.

Возникает вопрос: могут ли модели ИИ улучшить прогнозирование риска ССЗ у людей с сахарным диабетом 2 типа? В систематическом обзоре [21], выполненном по правилам метаанализа PRISMA провели поиск литературы, с 1 января 2010 года по 30 мая 2021 года, в 5 медицинских и научных базах данных, - Medline, EMBASE, Global Health (CABI), IEEE Xplore и Web of Science Core Collection. Были включены все англоязычные исследования, описывающие модели ИИ для прогнозирования ССЗ у взрослых с СД2, которые : 1) были проведены на когортах взрослых с СД2, 2) предсказывали риск развития у пациентов с СД2 любого сердечно-сосудистого заболевания (в течение определенного периода времени), 3) разрабатывали модели искусственного интеллекта (модели машинного обучения или глубокого обучения), 4) разрабатывали модели прогнозирования в течение определенного периода времени и 5) опубликовали

результаты на английском языке. Коллекцию проверили два рецензента, используя Covidence (<https://www.covidence.org/>) , а в качестве оценки отобранного материала использовался контрольный список JMEDI (International Journal of Medical Informatics).

Материал и методы

В результате анализа данных определили пять исследований, в которых были построены математические модели прогноза осложнений ССЗ у больных СД2. Рассмотрим основные результаты этих исследований.

В работе [22] была поставлена цель построить модели прогнозирования для оценки риска долгосрочных осложнений и смертности у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и ожирением. В общей сложности 2287 пациентов с сахарным диабетом 2 типа, перенесших метаболические операции в период с 1998 по 2017 год были сопоставлены с 11 435 нехирургическими пациентами с индексом массы тела ИМТ ≈ 30 кг/м² и сахарным диабетом 2 типа, которые получали обычное лечение с последующим наблюдением до декабря 2018 года.

Были построены и проверены многомерные модели регрессии от времени до события и модели машинного обучения случайного леса с использованием пятикратной перекрестной проверки для прогнозирования 10-летнего риска для четырех представляющих интерес исходов. Модели прогнозирования были реализованы в виде удобных веб-приложений и приложений для смартфонов с индивидуализированными показателями риска осложнений диабета (Individualized Diabetes Complications, IDC) для клинического использования. Инструменты прогнозирования на 10 лет в хирургической/нехирургической группах, оцененное на метрике ROCAUC показало: смертность от всех причин (0,79/0,81), события в коронарной артерии (0,66/0,67), сердечная недостаточность (0,73/0,75) и нефропатия (0,73/0,76).

Когда данные пациента вводятся в приложение IDC, оно оценивает индивидуальные риски заболеваемости и смертности на 10 лет с проведением метаболической операции и без нее. Калькулятор использует клиническую и лабораторную информацию, которая легко доступна в клинической практике. Веб-версия показателей риска IDC есть по адресу <https://riskcalc.org> и в виде приложения для смартфона (BariatricCalc). Когда необходимые значения вводятся в калькулятор, рассчитываются баллы риска IDC, которые помогают в принятии решений для пациентов, рассматривающих метаболическую хирургию для лечения ожирения и диабета. Показатели риска IDC потенциально учитывают интересы врача и пациента в предотвращении широкого спектра опасных для жизни побочных эффектов диабета и ожирения.

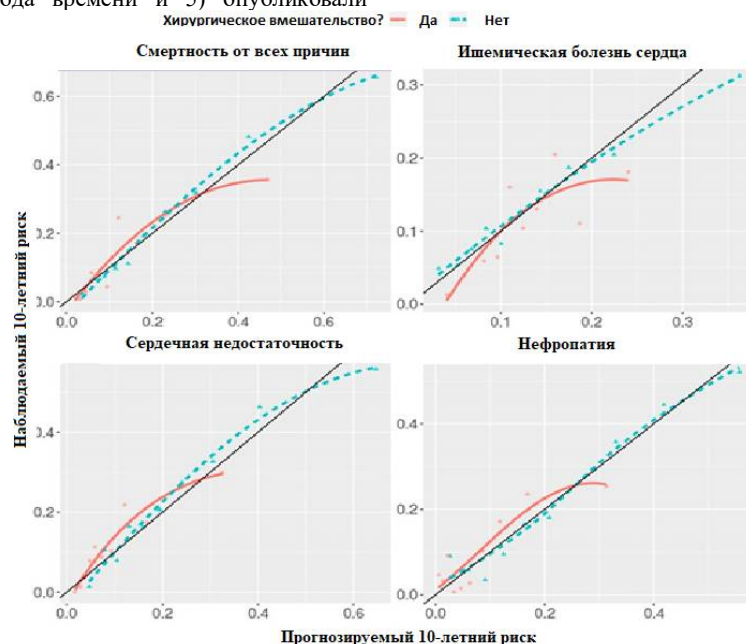


Рисунок 1 — Калибровка перекрестно подтвержденных 10-летних рисков для каждого исхода, стратифицированных по группам лечения. Перекрестно подтвержденные риски были разделены на 10 подгрупп, и средний риск каждой подгруппы был сопоставлен с наблюдаемой совокупной частотой в подгруппе (коэффициент Каплана-Мейера для смертности от всех причин). Затем через точки были проведены сглаживающие коэффициенты локальной регрессии. Чем ближе точки расположены вдоль линии 45°, тем лучше калибровка [22].

В работе[23] разработали и оценили объяснимую персонализированную модель прогнозирования риска частоты фатальных или не фатальных ССЗ у лиц с СД2. Для расчета 5-летнего риска сердечно-сосудистых заболеваний и генерации индивидуальных объяснений решений модели использовали подход, основанный на XGBoost и методе Tree SHAP (аддитивные

объяснения SHAPLY). Для этой цели использовали данные 5-летнего наблюдения за 560 пациентами с СД2. Полученные результаты (AUC=71,13%) указывают на потенциал предлагаемого подхода для устранения несбалансированности используемого набора данных, обеспечивая при этом клинически значимую информацию о процессе принятия решения моделью. Анализ, основанный на эффективной в вычислительном отношении структуре Tree SHAP, проводился для того, чтобы выявить значимую информацию о процессе принятия решений на модели ансамбля и вкладе рассмотренных факторов риска в окончательные оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний.

В таблице 2 обобщены характеристики предложенной модели, указывающие на то, что ансамблевая модель достигла приемлемых характеристик распознавания (значение AUC: 71,13±11,69%) и чувствительности, которые доказывают её эффективность.

Таблица 2. Прогностическая эффективность модели прогнозирования рисков [23]

Среднее значение ± среднеквадратическое отклонение (%)	
AUC	Чувствительность
71.3 ± 11.69	71.00 ± 23.65

График, отображающий диапазон влияния рассматриваемых факторов риска на выходные данные модели, представлен на рис. 2.

Можно видеть, что индекс массы тела (ИМТ), уровень холестерина ЛПВП и гликозилированный гемоглобин (HbA1c) являются наиболее влиятельными факторами риска, в значительной степени определяющими конечные показатели риска ССЗ. Авторы показали, что привычка к курению, уровень триглицеридов и

пожилой возраст способствуют увеличению расчетных показателей риска, в то время как низкому пульсовому давлению приписывались отрицательные значения SHAP, что приводило к снижению расчетных вероятностей. Для гипохолестеринемической терапии были получены положительные значения SHAP, указывающие на то, что наличие нарушений гиперлипидемии привело к расчету более высоких показателей риска.

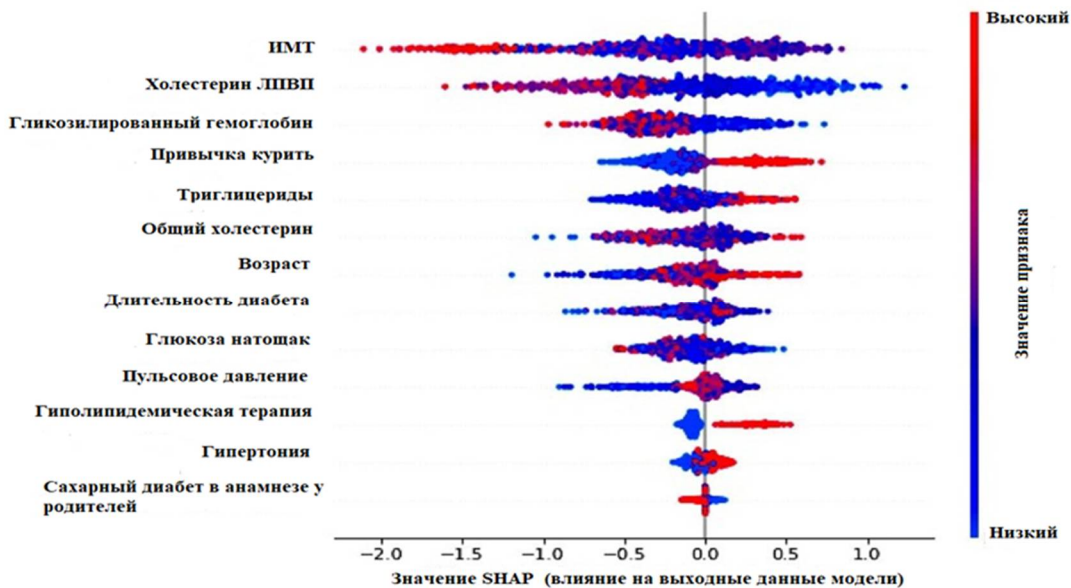


Рисунок 2. Влияние ранжированных факторов риска и диапазон их воздействия на решения модели ансамбля [23].

На вопрос, до какой степени данные из лонгитюдных общенациональных регистров здоровья Дании могут быть использованы для прогнозирования сопутствующих заболеваний у лиц с высоким риском развития сахарного диабета 2 типа (СД2) ответили в исследовании [24]. Используя модели логистической регрессии, случайного леса и бустинга, а также данные, охватывающие госпитализации, назначения лекарств и контакты с первичной помощью более чем 200 000 человек, у которых впервые был диагностирован СД2, спрогнозировали пятилетний риск сердечной недостаточности (СН), инфаркта миокарда (ИМ), инсульта (СТ), ССЗ и хронической болезни почек (ХБП). Для СН, ИМ, ССЗ и ХБП модели на основе регистров превзошли эталонную модель, использующую канонические индивидуальные характеристики, достигнув улучшения площади под кривой AUC

на 0,06, 0,03, 0,04 и 0,07 соответственно. Это позволяет предположить, что данные регистра могут быть использованы для систематического выявления лиц, подверженных риску развития сопутствующих заболеваний.

В качестве эталонной модели использовалась логистическая регрессия с каноническим вектором признаков в качестве входных данных. В качестве моделей, основанных на регистрах, использовали три модели: логистическую гребневую регрессию, случайный лес и градиентный бустинг с вектором признаков регистра в качестве входных данных. Модель градиентного бустинга дала самые высокие показатели AUROC, значительно превзойдя логистическую регрессию гребня на основе регистров для СН, ССЗ и ХБП, а также улучшив результаты модели случайного леса для всех исходов. Авторы считают, что

применимость подходов ML зависят, по крайней мере, от трех факторов. Во-первых, от количества прогностических признаков, во-вторых, от количества нелинейных прогностических закономерностей в данных, и, наконец, от количества выборок, достаточного для модели ML, чтобы изучить вышеупомянутые сложные паттерны (число индивидуумов в данном исследовании находилось в пределах от 120 114 до 200 646).

В таблице 3 приведены наиболее важные предикторы из лучшей модели бустинга, распределенные по 4 основным заболеваниям. Признаки, связанные с назначением лекарств, имели наивысшую общую суммарную важность, за ними следовали канонические признаки и больничные диагнозы. Возраст, взаимосвязь между возрастом и полом, дата первого диагноза СД2 были тремя наиболее важными характеристиками для всех сопутствующих заболеваний.

Таблица 3 Топ-5 наиболее важных (в %) признаков прогноза из лучшей модели (бустинг)

Признаки	Исследуемые заболевания			
	Сердечная недостаточность	Инфаркт миокарда	Сердечно-сосудистые заболевания	Хронические заболевания почек
	Суммарная важность признака (%)			
Канонические характеристики	19	28	18	17
Рецепты	41	38	42	40
Адресная информация	3	2	2	3
Диагнозы в больнице	23	24	33	20
Взаимодействие с первичной медико-санитарной помощью	8	9	8	14
Канонические характеристики	19		25	5

Потенциальное применение моделей прогнозирования риска для всей популяции заключается в выявлении лиц, подверженных риску определенной сопутствующей патологии (или другого исхода). Чтобы дополнительно исследовать, действительно ли у лиц, которые, по прогнозам, подвергались высокому риску, диагностировалась данная сопутствующая патология, были рассчитаны пятилетние показатели сопутствующей патологии для

различных пороговых значений в правом конце прогнозируемого распределения рисков. При каждом пороговом значении рассчитали коэффициент риска, сравнив пятилетнюю частоту каждого из четырех сопутствующих заболеваний у всех лиц, превышающих этот порог (например, соотношение случаев к неслучаям среди 1000 прогнозируемых лиц, наиболее подверженных риску), с частотой пациентов с СД2 в целом по популяции (рис.3).

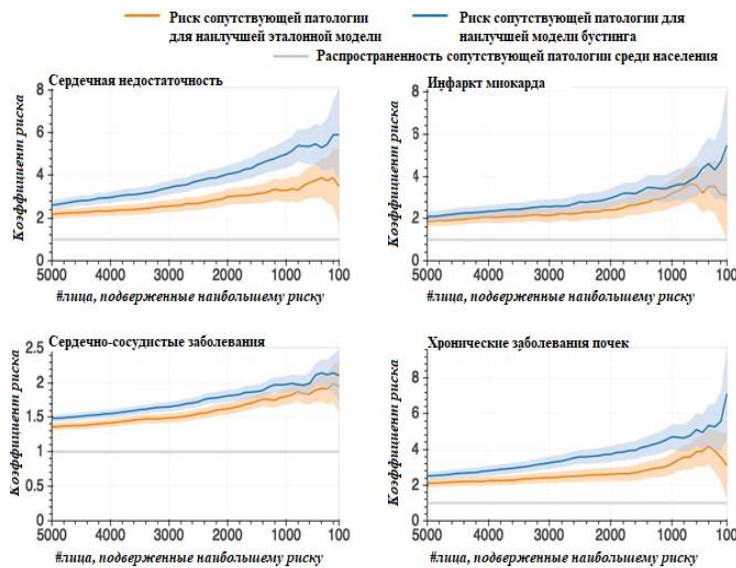


Рисунок 3. На моделях бустинга (синий) и эталонной (оранжевый) для каждой сопутствующей патологии индивидуумы были ранжированы в соответствии с их прогнозируемым риском [24].

Таким образом, концептуальный подход, представленный в этой работе, может быть адаптирован для прогнозирования вторичных исходов по отношению к широкому спектру заболеваний, включая сердечно-сосудистые и гематологические заболевания, а также и когнитивные расстройства.

В работе [25], на данных от 8 756 пациентов без СН в исходе, включенных в проект ACCORD (Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes), применялись методы случайного леса выживаемости (Random Survival Forest, RSF), который представляет собой непараметрический метод машинного обучения дерева принятия решений для выявления предикторов возникновения СН. Модель RSF была внешне проверена на данных

когорты лиц с СД2 с использованием антигипертензивной и гиполипидемической терапии для предотвращения сердечного приступа.

За период наблюдения (в среднем 4,9 года) у 319 пациентов (3,6%) развилась СН. Модели RSF продемонстрировали лучшее распознавание, чем наиболее эффективный метод на основе регрессии Кокса (C-индекс 0,77), и имели приемлемую калибровку (статистика Hosmer-Lemeshow $\chi^2=59.63$, $P=0.29$) в наборе данных внутренней валидации. Исходя из выявленных предикторов, была создана оценка заболеваемости СН за 5 лет,- WATCH-DM ((Weight, Age, hyperTension, Creatinine, HDL-C, Diabetes control, QRS, MI, CABG). Каждое увеличение показателя риска на 1 единицу было связано с повышением относительного риска СН на 24% в течение 5 лет. В когорте внешней валидации модель прогнозирования риска на основе RSF и оценка риска WATCH-DM

показали хорошие результаты (С-индекс = 0,74), приемлемой калибровкой (P ≈ 0,20) и широкой стратификацией риска (5-летний диапазон риска СН по шкале SCORE(Systemic Coronary Risk Estimation)).

Переменные, выбранные с помощью RSF, имели более высокий общий С-индекс, 0,74 (95% Сердечный Индекс, СИ= 0,71-0,74), по сравнению с методами поэтапного прямого отбора, 0,71 (95% СИ 0,67–0,74) и обратного отбора, 0,73 (95% СИ= 0,70–0,76), при использовании с моделированием соотношения пропорциональных рисков Кокса (P<0,01 и P=0,01, соответственно. Калибровка модели, основанной на RSF, была приемлемой (Статистика Хосмера-Лемешо $\chi^2 = 9,63$, P= 0,29) (рис. 4А). Модель прогнозирования риска на основе RSF обладала хорошей дискриминацией (С-индекс 0,74 [95% СИ= 0,72–0,76]) и

приемлемой калибровкой (статистика Хосмера-Лемешо $\chi^2=11,05$, P= 0,20) (рис. 4В) в когорте ALLHAT T2DM <https://biolincc.nhlbi.nih.gov/studies/allhat/>.

В хорошо изученной популяции пациентов с СД2 и сердечно-сосудистыми заболеваниями без исходной СН, WATCH-DM выявляет пациентов, у которых риск СН достигает 20% в ближайшие 5 лет. Этот показатель риска выигрывает от того, что не требует определения специфических сердечно-сосудистых биомаркеров или дополнительной визуализации. Модель прогнозирования WATCH-DM для СН показали хорошие результаты во внешней когорте пациентов с СД2. Эти результаты могут послужить основой для стратегий мониторинга, основанных на оценке риска, и целенаправленного внедрения методов лечения, которые влияют на риск СН.

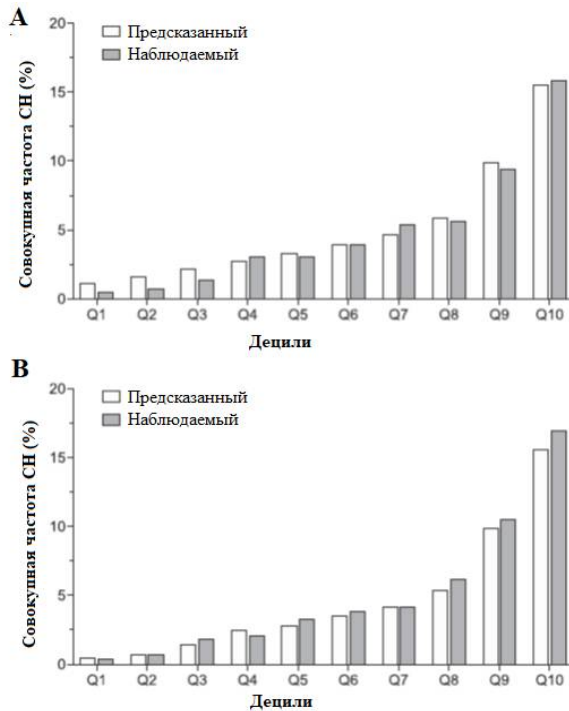


Рисунок 4. А: Калибровка модели, основанной на RSF, в наборе данных для вывода. **В:** Калибровка модели на основе RSF в наборе данных, прошедших внешнюю проверку. Прогнозируемая и наблюдаемая частота СН за 5 лет на основе децилей прогнозируемого риска [25].

Целью исследования [26] было изучение использования сложных методов машинного обучения для разработки персонализированных моделей, способных прогнозировать риск развития фатальных или нефатальных сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с СД2. Важная задача, связанная с обработкой несбалансированного характера доступного набора данных, решается путем применения новых комплексных стратегий. Гибридные вейвлет-нейронные сети (HWNNs) и самоорганизующиеся карты (SOMs) представляют собой основные модели для построения ансамблей в соответствии с подходом подвыборки.

Использовались различные методы комбинирования решений первичных моделей и их сравнительной оценки на данных 5-летнего наблюдения за 560 пациентами с СД2.

Наивысшая эффективность распознавания (площадь под кривой (AUC): 71,48%) достигается за счет учета выходных данных как первичных моделей на основе HWNN, так и SOM. Предлагаемый метод превосходит модель биномиальной линейной регрессии (Binomial Linear Regression BLR), обосновывая необходимость применения более сложных методов для получения надежных оценок риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Были применены четыре метода для объединения выходных данных каждой индивидуально обученной первичной модели

(HWNN или SOM), в результате чего были созданы четыре разных ансамбля на основе HWNN и четыре SOM.

Ансамбль 1: основан на ансамблевом усреднении, - выходные данные отдельно обученных моделей усреднялись;

Ансамбль 2: применялся подход динамического средневзвешенного значения для получения окончательной оценки риска;

Ансамбль 3: выбор минимальной или максимальной оценочной вероятности: если входной экземпляр был классифицирован как отрицательный, выбиралось минимальное выходное значение, в противном случае максимальное выходное значение устанавливалось в качестве конечной прогнозируемой вероятности.

Ансамбль 4: выбор между решениями, полученными с помощью версий ансамбля 1 и 3, на основе их производительности, достигнутой на входном примере обучения ближайшего соседа. Если у ближайшего соседа развился ССЗ, выбиралась комбинированная схема, которая давала наибольшую вероятность, в противном случае использовалась схема, которая давала наименьшую вероятность.

В этом исследовании доказан потенциал гибридного ансамбля для получения более надежных оценок риска сердечно-сосудистых заболеваний, чем те, о которых сообщалось в литературе. Сравнение результатов, полученных путем применения 10-кратной перекрестной валидации для оценки эффективности гибридного ансамбля, с результатами, описанными в литературе, которые в большинстве случаев были получены с использованием метода валидации с разделенной выборкой, продемонстрировало

более высокие обобщающие возможности гибридного ансамбля по сравнению с существующими моделями прогнозирования риска ССЗ для пациентов с СД2. Сравнение механизма оценки рисков известного калькулятора UKPDS (United Kingdom Prospective Diabetes Study) и гибридных ансамблей на наборе данных Hippokraton показало более низкую эффективность прогноза калькулятора.

Таблица 4 р-значения, полученные путем применения t-критерия для сравнения прогностических исполнение гибридного ансамбля с ансамблем на базе HWNN ,ансамблей с 1 по 4, ансамблей на основе SOM с 1 по 4 и модели BLR с точки зрения критериев С-статистики (AUC), точности (ACC), специфичности (SPC) и чувствительности (SENS) [26].

		Гибридный ансамбль			
		AUC	ACC	SPC	SENS
Ансамбль на основе HWNN	1	0.04	0.45	0.62	0.13
	2	0.04	1.00	0.75	0.03
	3	0.07	0.00	0.00	0.01
	4	0.16	0.00	0.00	0.01
Ансамбль на основе SOM	1	0.03	0.00	0.00	0.00
	2	0.02	0.00	0.00	0.00
	3	0.24	0.00	0.00	0.15
Модель BLR	4	0.55	0.00	0.00	0.00
		0.02	0.00	0.00	0.47

Заключение

Основной целью настоящего обзора было не предложение универсальной математической модели прогнозирования риска сердечно-сосудистых заболеваний для использования в клинической практике, которую пока ещё не разработали, а обзор весомых доказательств эффективности предлагаемых методов машинного обучения. Сегодня можно сделать следующие выводы: - для прогнозирования риска сердечно-сосудистых заболеваний у людей с сахарным диабетом 2 типа разработано большое количество моделей; - в большинстве предыдущих исследований были разработаны и подтверждены извне общепринятые методы прогнозирования риска, такие как модели пропорциональных рисков Кокса; - внешняя валидация показала, что оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний, разработанные статистическими

(традиционными) методами, не могут точно определить риск сердечно-сосудистых заболеваний среди людей с сахарным диабетом 2 типа;

- в рамках ограниченного числа корректных с точки зрения математики и кардиологии исследований модели искусственного интеллекта показали потенциал для достижения более точных прогнозов по сравнению с традиционными методами прогнозирования риска;

- показаны ограничения текущих исследований по моделированию искусственного интеллекта в решении проблемы оценки риска сердечно-сосудистых заболеваний у людей с сахарным диабетом 2 типа, включая отсутствие воспроизводимых моделей, упущение деталей предварительной обработки, ограниченное описание происхождения данных и отсутствие внешней независимой проверки.

References/Список литературы/Iqtiboslar

- Einarson TR, Acs A, Ludwig C, Panton UH. Prevalence of cardiovascular disease in type 2 diabetes: a systematic literature review of scientific evidence from across the world in 2007–2017. *Cardiovasc Diabetol* 2018;17(1). <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0728-6>.
- Rawshani A, Rawshani A, Franz'en S, Sattar N, Eliasson B, Svensson A-M, Zethelius B, Miftaraj M, McGuire DK, Rosengren A, Gudbjörnsdottir S. Risk factors, mortality, and cardiovascular outcomes in patients with type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2018;379(7):633–44. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1800256>.
- Rawshani A, Rawshani A, Franz'en S, Eliasson B, Svensson A-M, Miftaraj M, McGuire DK, Sattar N, Rosengren A, Gudbjörnsdottir S. Mortality and cardiovascular disease in type 1 and type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2017;376(15): 1407–18. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1608664>.
- Larsson SC, Wallin A, Håkansson N, Stackelberg O, Bäck M, Wolk A. Type 1 and type 2 diabetes mellitus and incidence of seven cardiovascular diseases. *Int J Cardiol* 2018;262:66–70. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.03.099>
- Cheng Xu Ma et al Cardiovascular disease in type 2 diabetes mellitus: progress toward personalized management *Cardiovascular Diabetology* (2022) 21:74 <https://doi.org/10.1186/s12933-022-01516-6>
- Federation ID. Diabetes and cardiovascular disease. Brussels: International Diabetes Federation; 2016.
- Mosenzon O, Alguwaihes A, Leon JLA, Bayram F, Darmon P, Davis TME, Dieuzeide G, Eriksen KT, Hong T, Kaltoft MS, et al. CAPTURE: a multinational, cross-sectional study of cardiovascular disease prevalence in adults with type 2 diabetes across 13 countries. *Cardiovasc Diabetol*.2021;20(1):154.
- Artime E, Romera I, Diaz-Cerezo S, Delgado E. Epidemiology and economic burden of cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes mellitus in spain: a systematic review. *Diabetes Ther*. 2021;12(6):1631–59.
- Tesfaye A, Josef H, Wube TB, Girma Z, Negasa B, Muche T, Zewude B. Magnitude of, and factors associated with cardiovascular disease among type two diabetes mellitus patients. *DMSO*. 2020;13:4123–9.
- Rawshani A, Rawshani A, Franzen S, Eliasson B, Svensson AM, Miftaraj M, McGuire DK, Sattar N, Rosengren A, Gudbjörnsdottir S. Mortality and cardiovascular disease in type 1 and type 2 diabetes. *N Engl J Med*. 2017;376(15):1407–18.
- Park JH, Ha KH, Kim BY, Lee JH, Kim DJ. Trends in cardiovascular complications and mortality among patients with diabetes in South Korea. *Diabetes Metab J*. 2021;45(1):120–4.
- Oo MM, et al. Observational study investigating the prevalence of asymptomatic stage B heart failure in patients with type 2 diabetes who are not known to have coronary artery disease. *BMJ Open*. 2021;11(1): e039869.

13. Echouffo-Tcheugui JB, Zhang S, Florido R, Hamo C, Pankow JS, Michos ED, Goldberg RB, Nambi V, Gerstenblith G, Post WS, et al. Duration of diabetes and incident heart failure: the ARIC (Atherosclerosis Risk In Communities) study. *JACC Heart failure*. 2021;9(8):594–603.
14. Goodall R, Alazawi A, Hughes W, Bravis V, Salciccioli JD, Marshall DC, Crowley C, Shalhoub J. Trends in type 2 diabetes mellitus disease burden in European Union countries between 1990 and 2019. *Sci Rep*. 2021;11(1):15356–15356.
15. Gregg EW, Cheng YJ, Srinivasan M, Lin J, Geiss LS, Albright AL, Imperatore G. Trends in cause-specific mortality among adults with and without diagnosed diabetes in the USA: an epidemiological analysis of linked national survey and vital statistics data. *Lancet (London, England)*. 2018;391(10138):2430–40.
16. Luo L-J, Wang D-D, Wang J, Yang F, Tang J-H. Diverse roles of miR-335 in development and progression of cancers. *Tumor Biol*. 2016. <https://doi.org/10.1007/s13277-016-5385-3>
17. van Dieren S, Beulens JW, Kengne AP, Peelen LM, Rutten GE, Woodward M, van der Schouw YT, Moons KG. Prediction models for the risk of cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes: a systematic review. *Heart* 2012;98(5):360–9. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2011-300734>.
18. Galbete A, Tamayo I, Librero J, Enguita-Germán M, Cambra K, Ibáñez-Beroiz B. Cardiovascular risk in patients with type 2 diabetes: a systematic review of prediction models. *Diabetes Res Clin Pract* 2021:109089. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109089>.
19. Read SH, van Diepen M, Colhoun HM, Halbesma N, Lindsay RS, McKnight JA, McAllister DA, Pearson ER, Petrie JR, Philip S, Sattar N, Woodward M, Wild SH, Scottish Diabetes Research Network Epidemiology G. Performance of cardiovascular disease risk scores in people diagnosed with type 2 diabetes: external validation using data from the national scottish diabetes register. *Diabetes Care* 2018;41(9):2010–8. <https://doi.org/10.2337/dc18-0578>
20. Dziopa K, Asselbergs FW, Gratton J, Chaturvedi N, Schmidt AF. Cardiovascular risk prediction in type 2 diabetes: a comparison of 22 risk scores in primary care settings. *Diabetologia* 2022. <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05640-y>
21. Minhong Wang , Farah Francis, Holger Kunz , Xiang Zhang , Cheng Wan , Yun Liu , Paul Taylor, Sarah H. Wild , Honghan Wu Artificial intelligence models for predicting cardiovascular diseases in people with type 2 diabetes: A systematic review <https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2022.100072>
22. Aminian A, Zajiček A, Arterburn DE, Wolski KE, Brethauer SA, Schauer PR, Nissen SE, Kattan MW. Predicting 10-year risk of end-organ complications of type 2 diabetes with and without metabolic surgery: a machine learning approach. *Diabetes Care* 2020;43(4):852–9. <https://doi.org/10.2337/dc19-2057>
23. Athanasiou M, Sfrintzeri K, Zarkogianni K, Thanopoulou AC, Nikita KS. An explainable XGBoost-based approach towards assessing the risk of cardiovascular disease in patients with Type 2 Diabetes Mellitus. 2020-10-01. In: 2020 IEEE 20th international conference on bioinformatics and bioengineering (BIBE); 2020.
24. Dworzynski P, Aasbrenn M, Rostgaard K, Melbye M, Gerds TA, Hjalgrim H, Pers TH. Nationwide prediction of type 2 diabetes comorbidities. *Sci Rep* 2020;10 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58601-7>.
25. Segar MW, Vaduganathan M, Patel KV, McGuire DK, Butler J, Fonarow GC, Basit M, Kannan V, Grodin JL, Everett B, Willett D, Berry J, Pandey A. Machine learning to predict the risk of incident heart failure hospitalization among patients with diabetes: the WATCH-DM risk score. *Diabetes Care* 2019;42(12):2298–306. <https://doi.org/10.2337/dc19-0587>.
26. Zarkogianni K, Athanasiou M, Thanopoulou AC, Nikita KS. Comparison of machine learning approaches toward assessing the risk of developing cardiovascular disease as a long-term diabetes complication. *IEEE J Biomed Health Inf* 2018;22(5): 1637–47. <https://doi.org/10.1109/jbhi.2017.2765639>.

ЖУРНАЛ КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ТОМ 5, НОМЕР 2

JOURNAL OF CARDIORESPIRATORY RESEARCH

VOLUME 5, ISSUE 2

Контакт редакций журналов. www.tadqiqot.uz

ООО Tadqiqot город Ташкент,
улица Амира Темура пр.1, дом-2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Тел: (+998-94) 404-0000

Editorial staff of the journals of www.tadqiqot.uz

Tadqiqot LLC the city of Tashkent,
Amir Temur Street pr.1, House 2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Phone: (+998-94) 404-0000