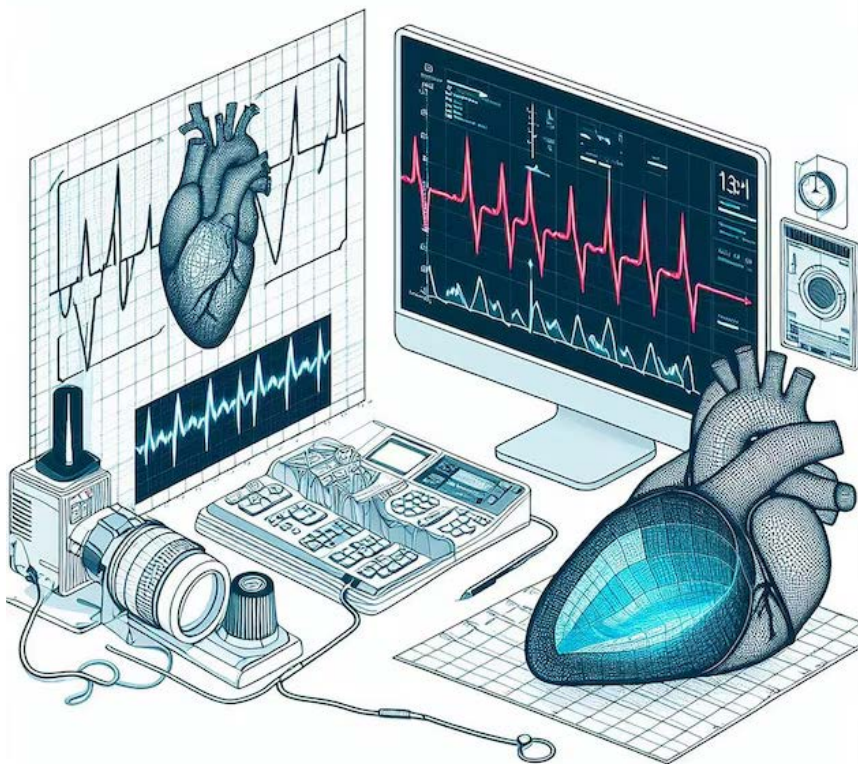


Современные тенденции цифровой кардиологии



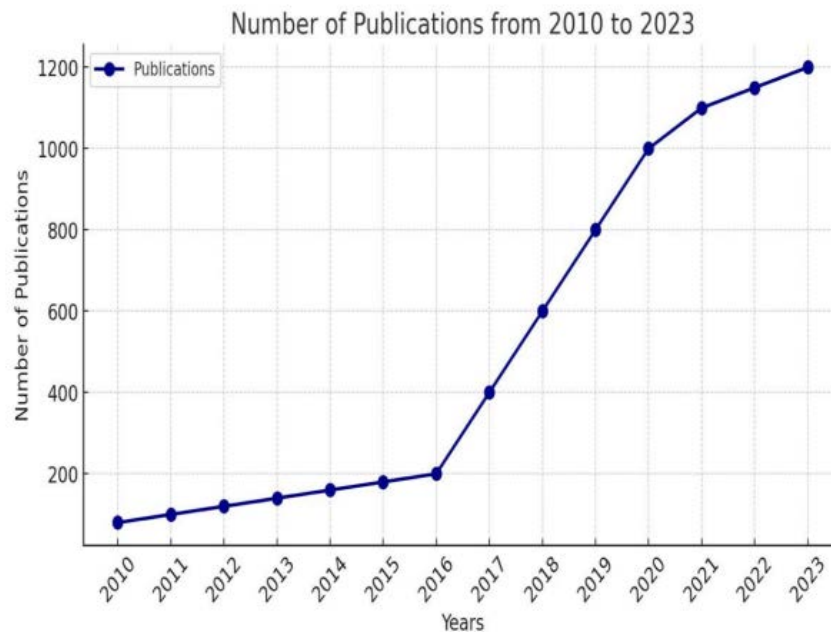
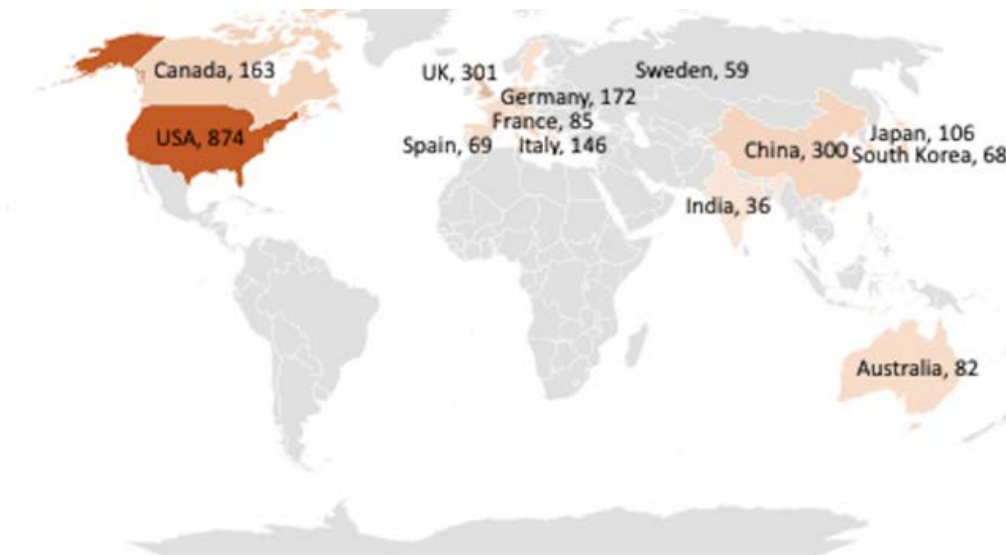
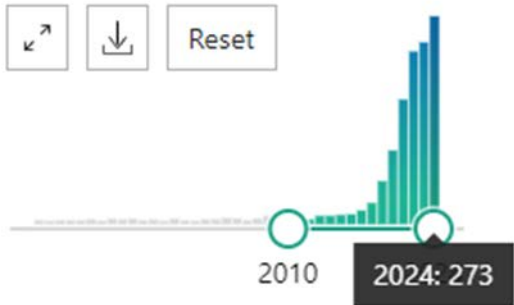
Гогниева Д.Г., Кириченко Я.Ю., Худорошкова В.Д., Копылов Ф.Ю.

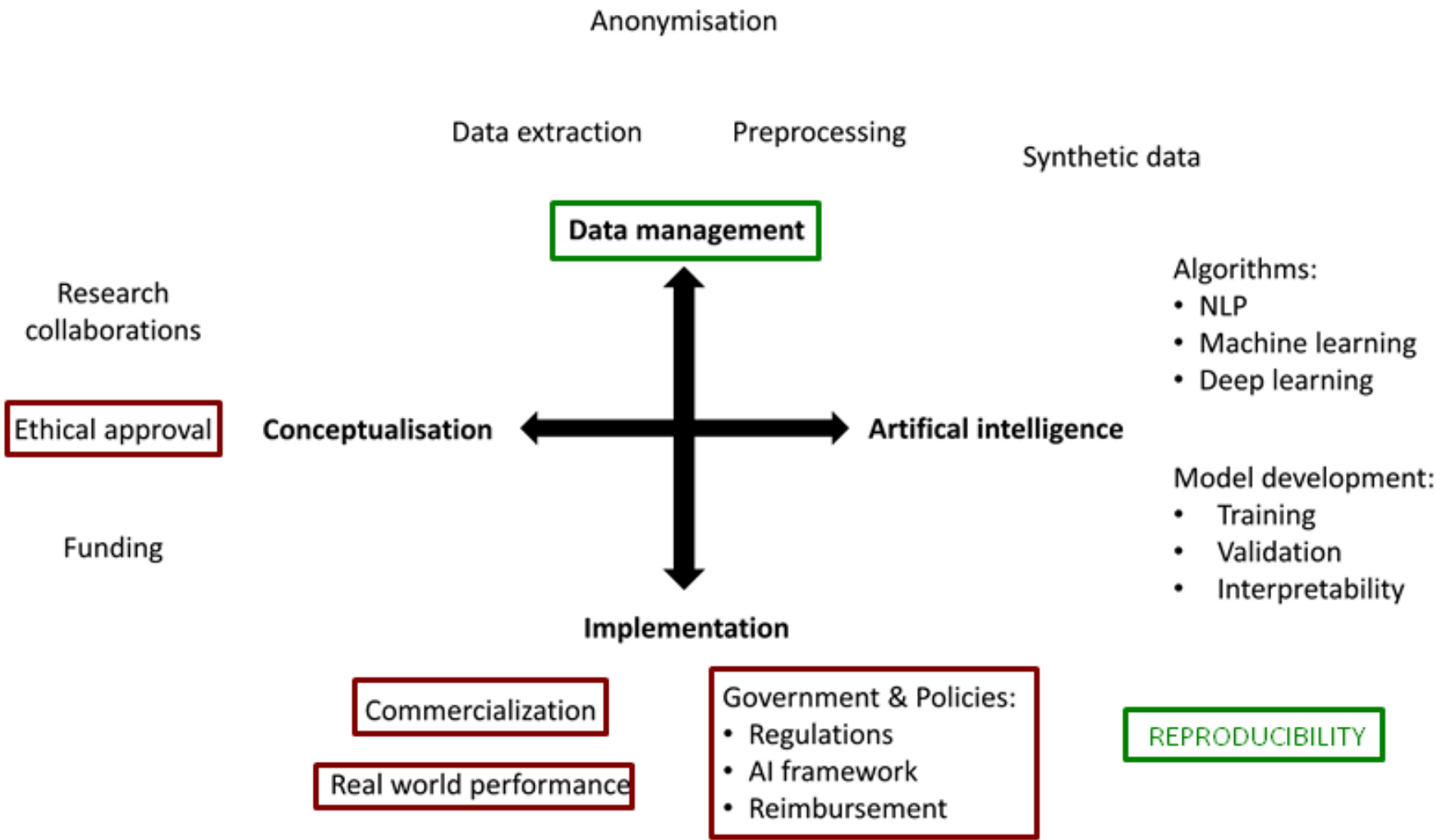
Рост интереса



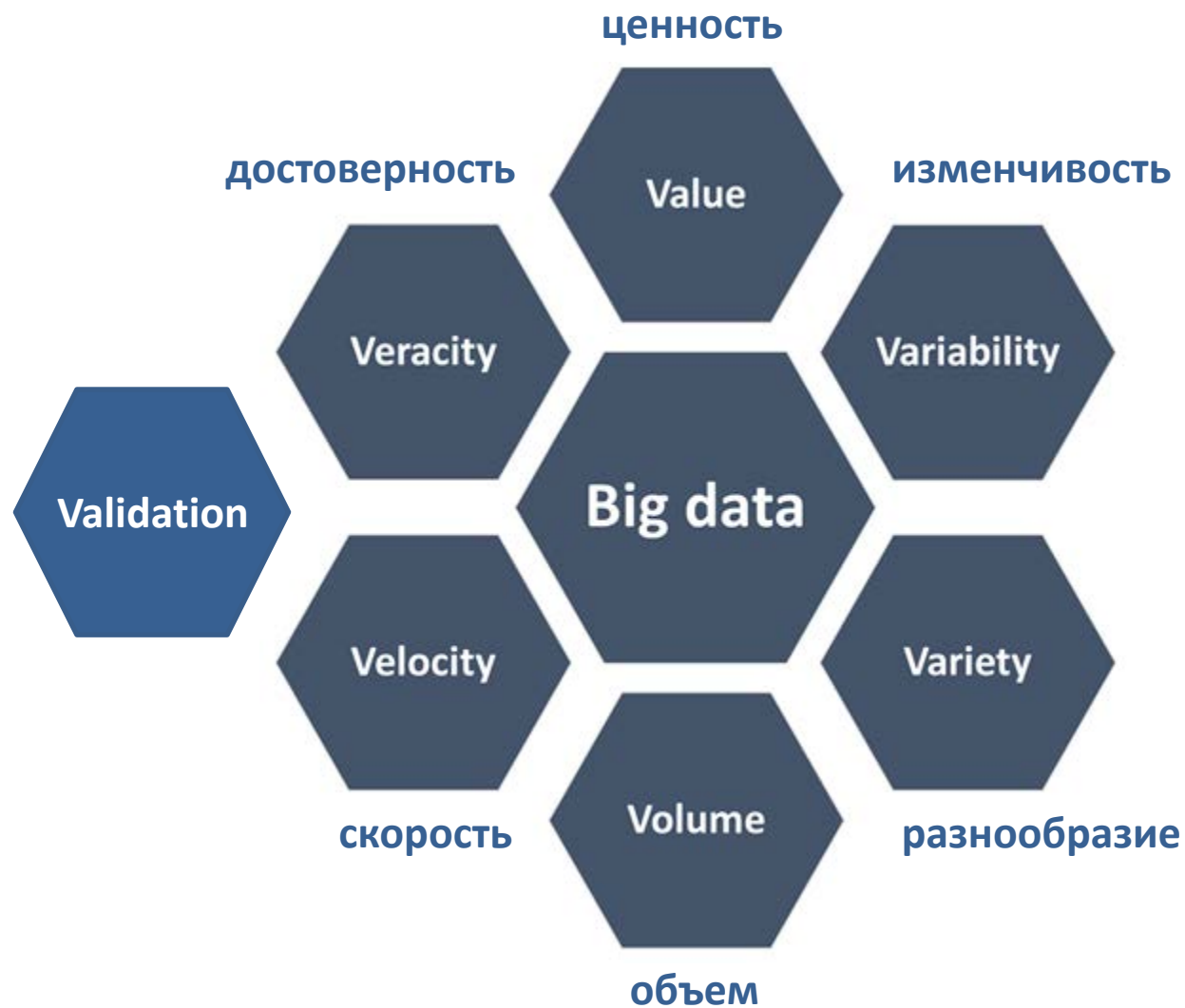
MY CUSTOM FILTERS

RESULTS BY YEAR

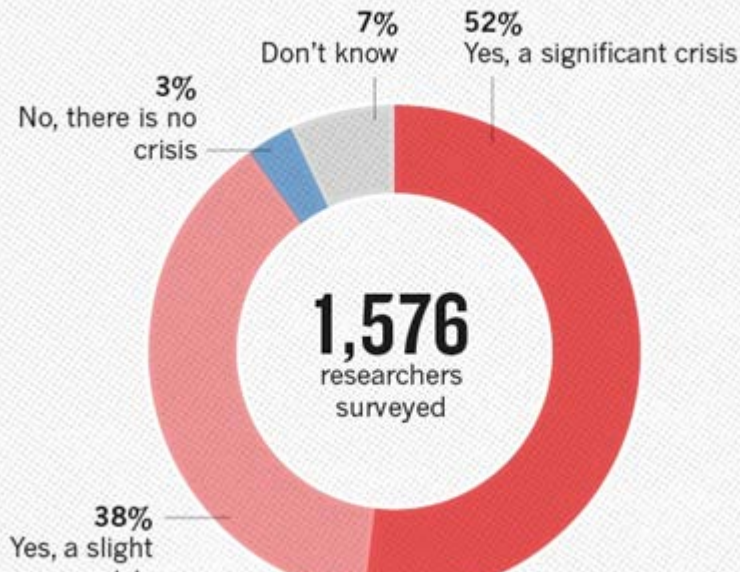




Правило 6 V

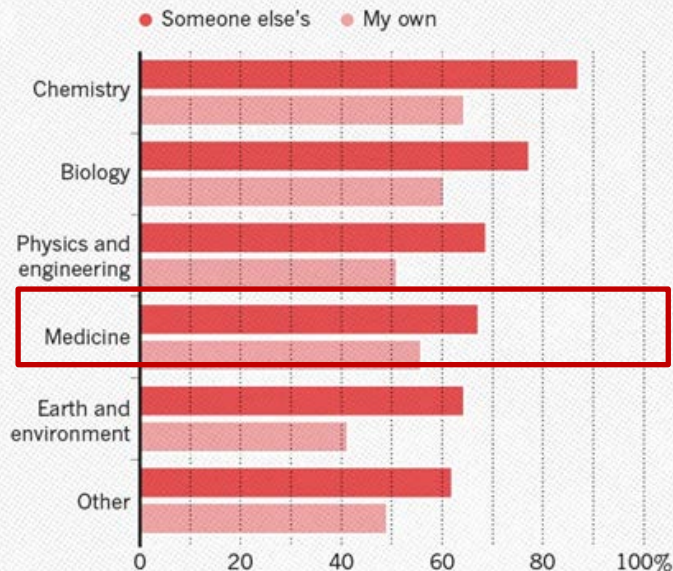


IS THERE A REPRODUCIBILITY CRISIS?



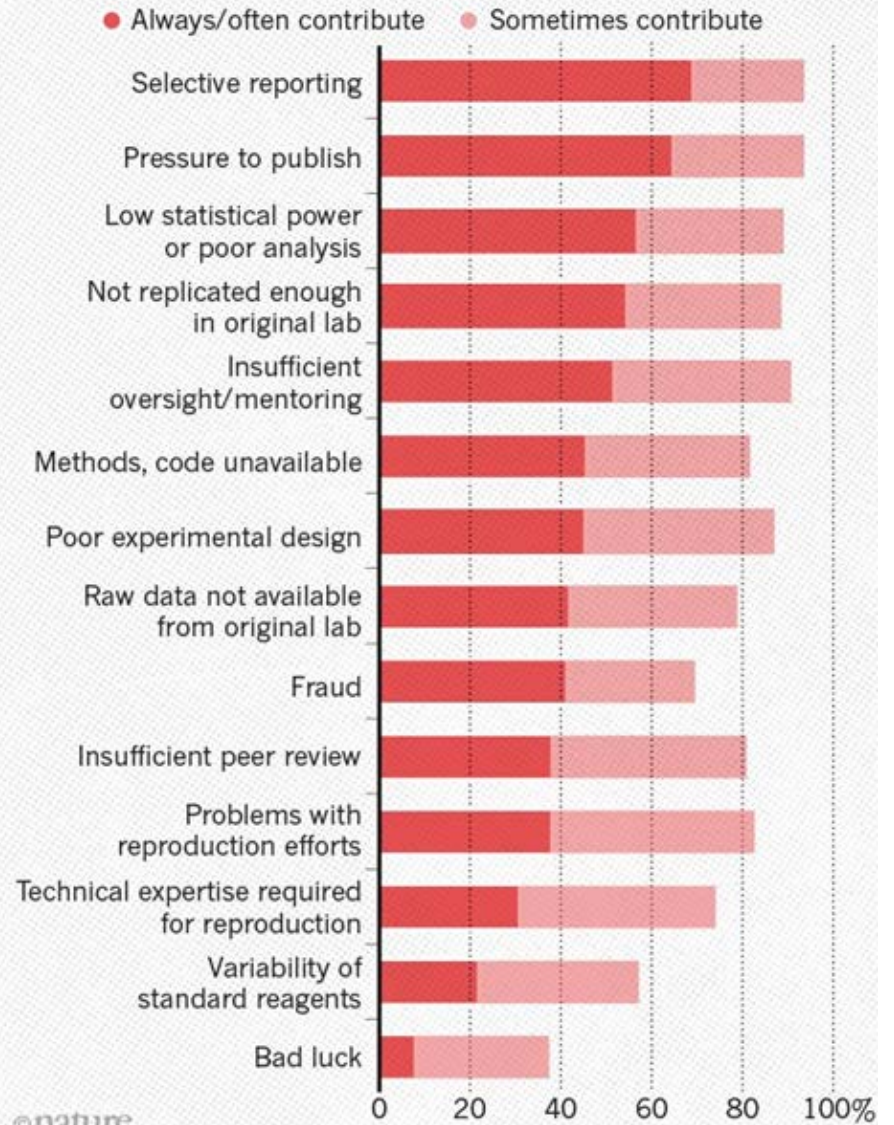
HAVE YOU FAILED TO REPRODUCE AN EXPERIMENT?

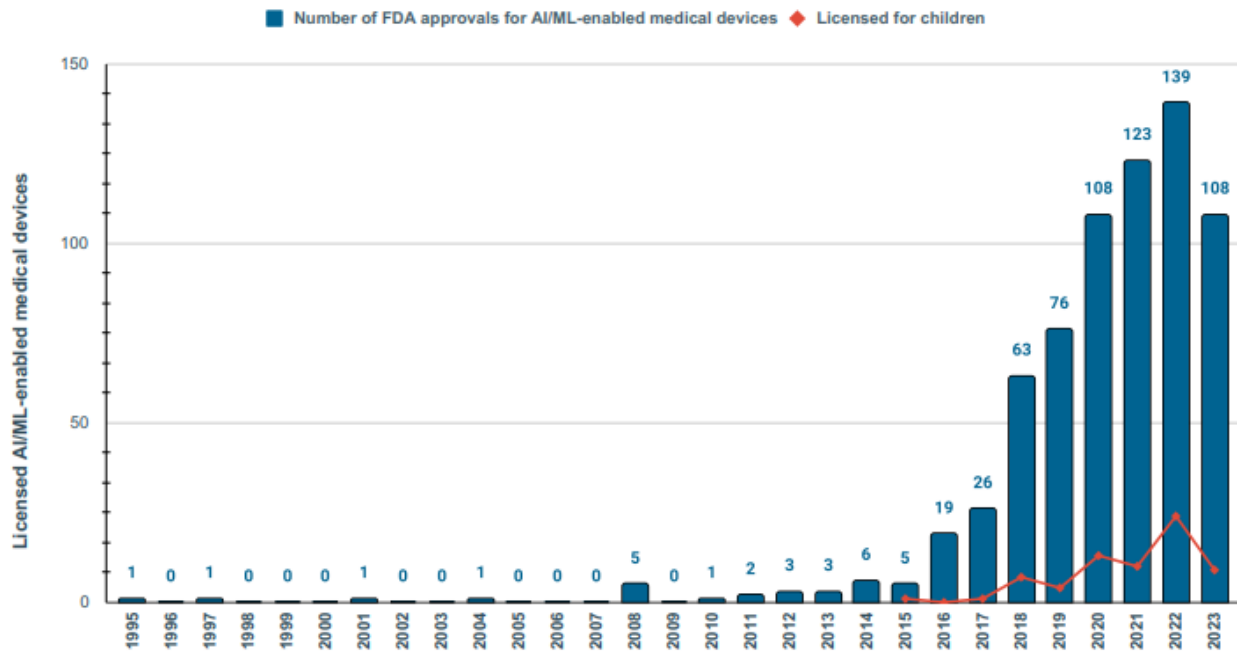
Most scientists have experienced failure to reproduce results.



WHAT FACTORS CONTRIBUTE TO IRREPRODUCIBLE RESEARCH?

Many top-rated factors relate to intense competition and time pressure.





1995-2023

692 FDA-approved AI/ML-enabled medical devices

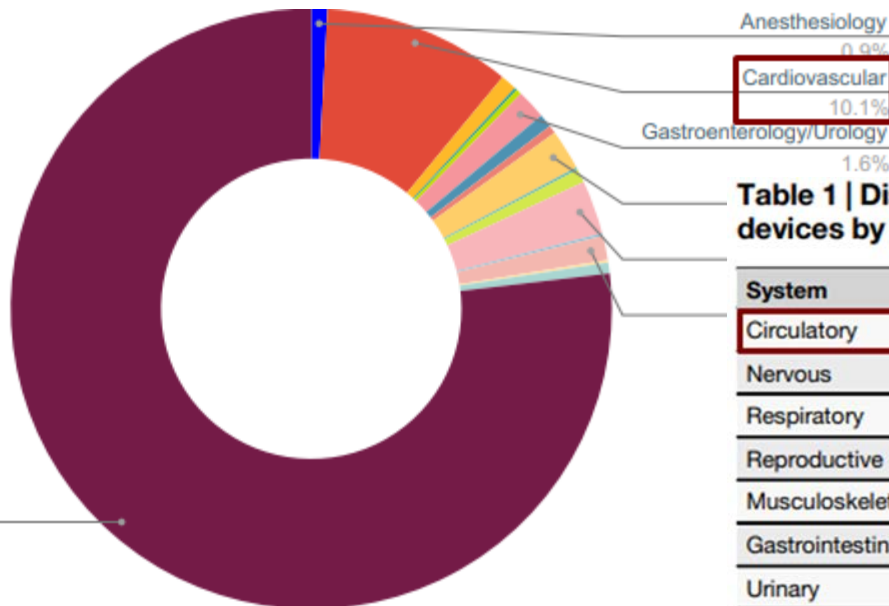
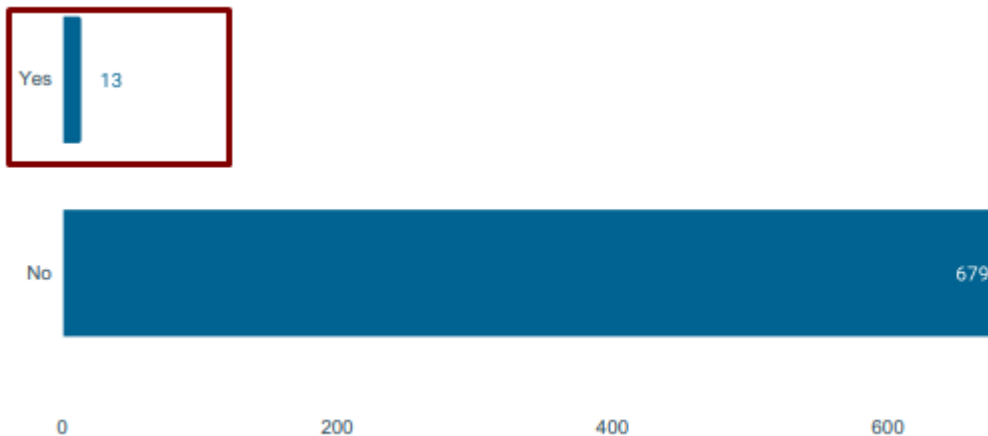


Table 1 | Distribution of FDA-approved AI-enabled medical devices by organ system

System	Number of approvals (%)
Circulatory	144 (20.8)
Nervous	94 (13.6)
Respiratory	48 (6.9)
Reproductive	47 (6.8)
Musculoskeletal	33 (4.8)
Gastrointestinal	24 (3.5)
Urinary	8 (1.2)
Hematologic	5 (0.7)
Endocrine	5 (0.7)



Number of reviewed FDA Summary Documents

- Ясные стандарты представления данных;
- Включение критериев валидации;
- Требования к прозрачности;
- Пострыночный надзор;
- Междисциплинарные надзорные группы;
- Стимулирование разнообразия и справедливости.

Начиная с 2023 г., государственные медицинские организации должны использовать в своей работе медицинские изделия (МИ), созданные и работающие с использованием технологий искусственного интеллекта (ИИ).

Согласно данным от 01.10.24 РУ имеют 37 медицинских изделий, использующих технологии ИИ (32 – производство РФ, 5 - иностранные).

Нормативно-правовое регулирование искусственного интеллекта в здравоохранении России

<https://webiomed.ru/blog/normativno-pravovoe-regulirovanie-iskusstvennogo-intellekta-v-zdravookhranении-rossii/>

scientific reports

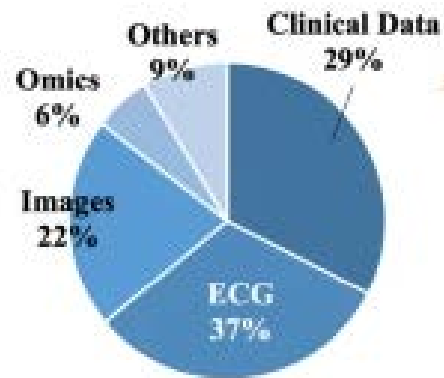
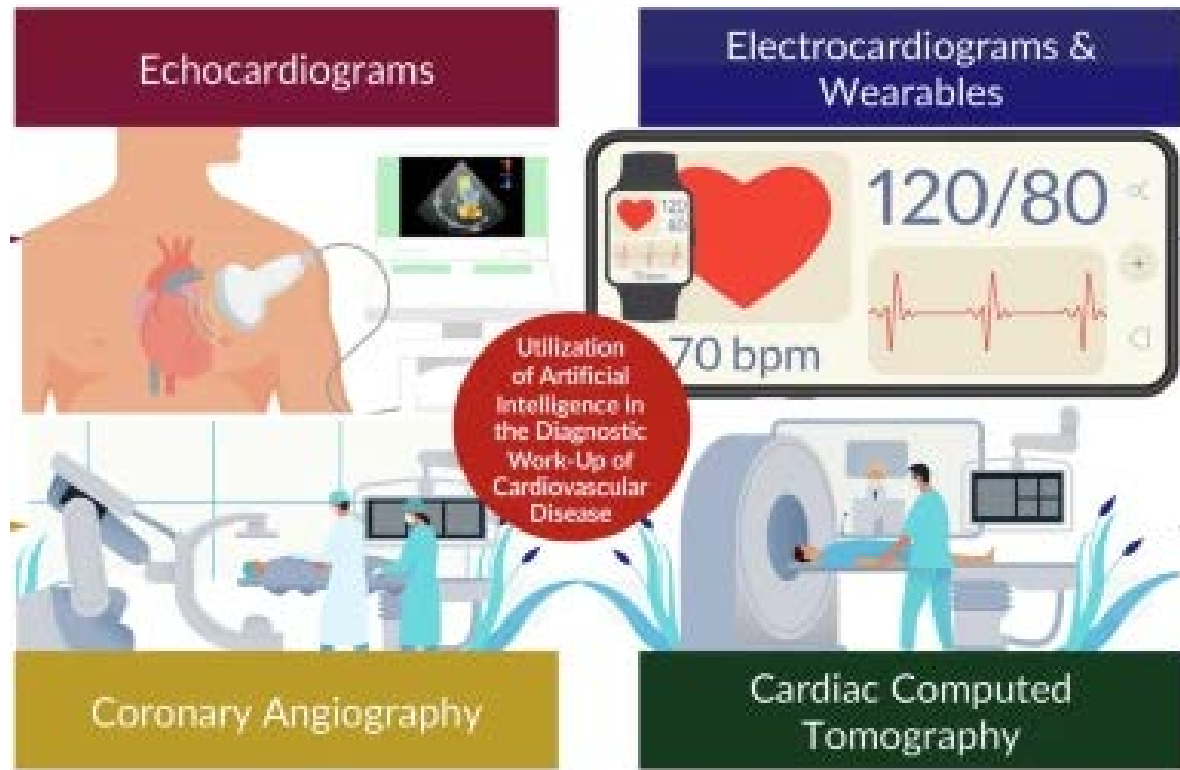
Cybersecurity vulnerability analysis of medical devices purchased by national health services

Lorenzo Bracciale^{1,2✉}, Pierpaolo Loreti^{1,2} & Giuseppe Bianchi^{1,2}

В данном исследовании были применены данные, полученные из Open Contracting Data Standard (OCDS – стандарт публикации открытых данных, касающихся государственных контрактов). Был проведен анализ в более чем 36 странах за период в 12 лет, обработаны 92 миллиона записей о закупках государственных административных органов на предмет потенциально уязвимых медицинских устройств.

Результаты показывают тревожную картину, в которой у многих медицинских устройств, приобретенные национальными службами здравоохранения, было выявлено 661 уязвимое место, с точки зрения безопасности, при этом более половины данных уязвимых мест были охарактеризованы, как критические или высокой степени серьезности.

Эти уязвимости позволяют относительно простым атакам серьезно влиять на конфиденциальность, целостность и доступность данных. При этом затронутыми оказались все классы устройств, включая **устройства с высоким риском IIВ и III**, на которые приходится 74% случаев.

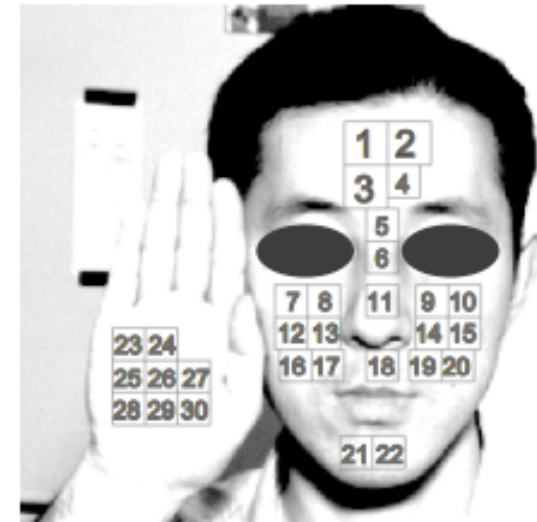
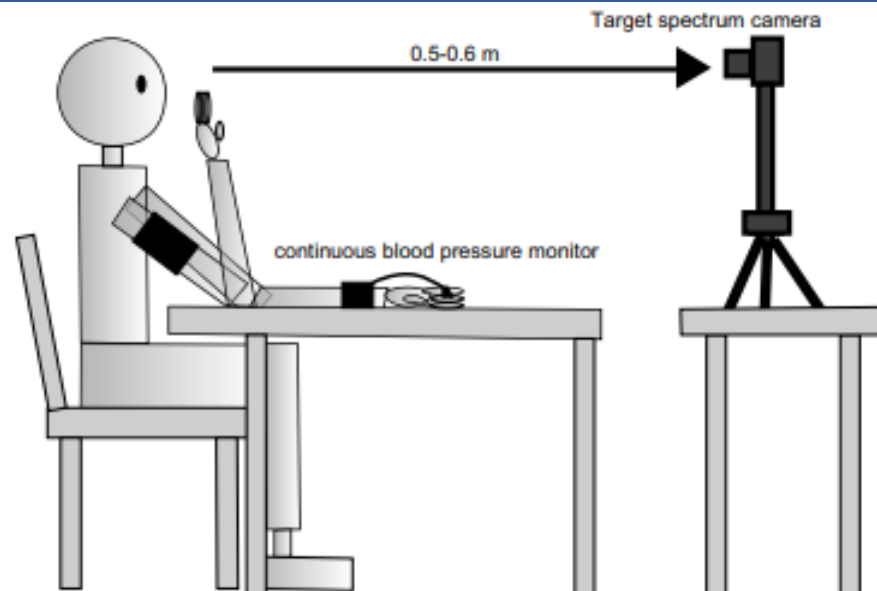


Алгоритмы машинного обучения, наиболее часто используемые в кардиологии

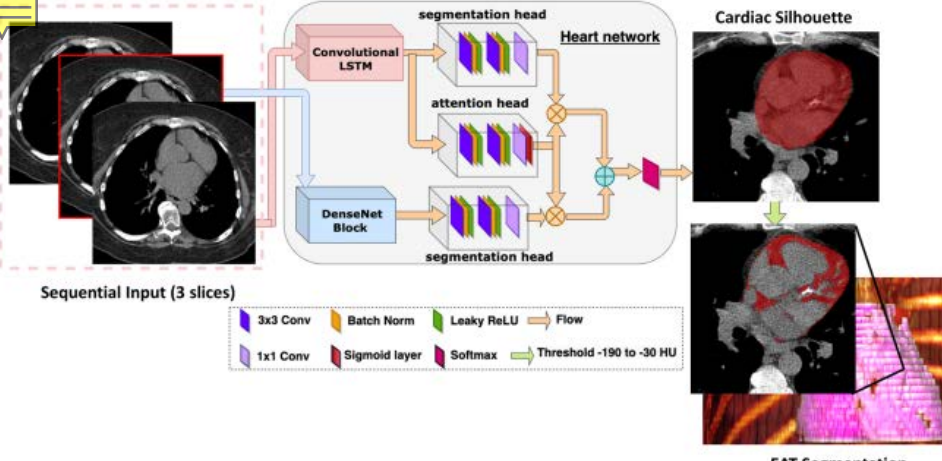
- **Supervised Learning (обучение с учителем)**
 - K-nearest neighbors (KNN) – метод K-ближайших соседей;
 - Decision trees (DTs) – деревья решений;
 - Support Vector Machines (SVMs) – метод опорных векторов;
 - Naïve Bayes (NB) – наивный байесовский классификатор;
 - Artificial Neural Networks (ANNs) – искусственные нейронные сети.
-
- **Unsupervised Learning (обучение без учителя)**
 - K-means – метод k-средних;
 - Principal Component Analysis (PCA) – метод главных компонент;
 - Hierarchical clustering – иерархическая кластеризация;
 - Apriori algorithm – алгоритм априори.

scientific reports

Detection of hypertension using a target spectral camera: a prospective clinical study



Class	Size	Test performance (mean \pm std, %)				
	Train	Test	5 Seconds		30 Seconds	
	Beats	N	ACC	Sen	ACC	Sen
Normal	679	10		98.3 \pm 6.22		100.0 \pm 0.00
Hypertensive	638	10	90.3 \pm 4.31	84.5 \pm 7.26	95.0 \pm 1.67	89.2 \pm 2.30



npj | digital medicine

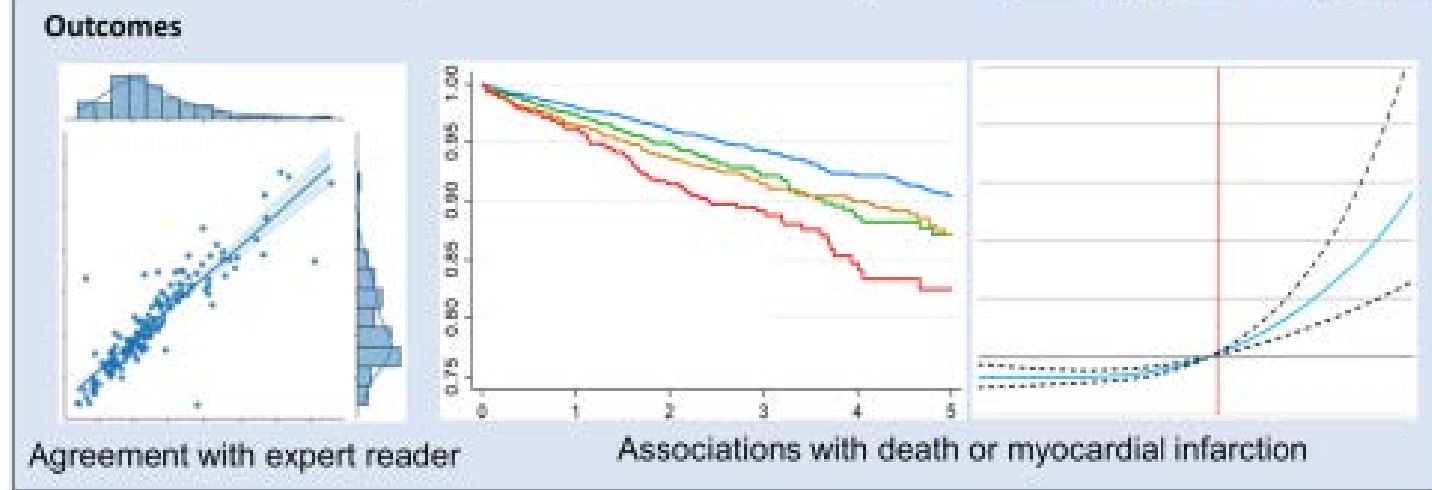
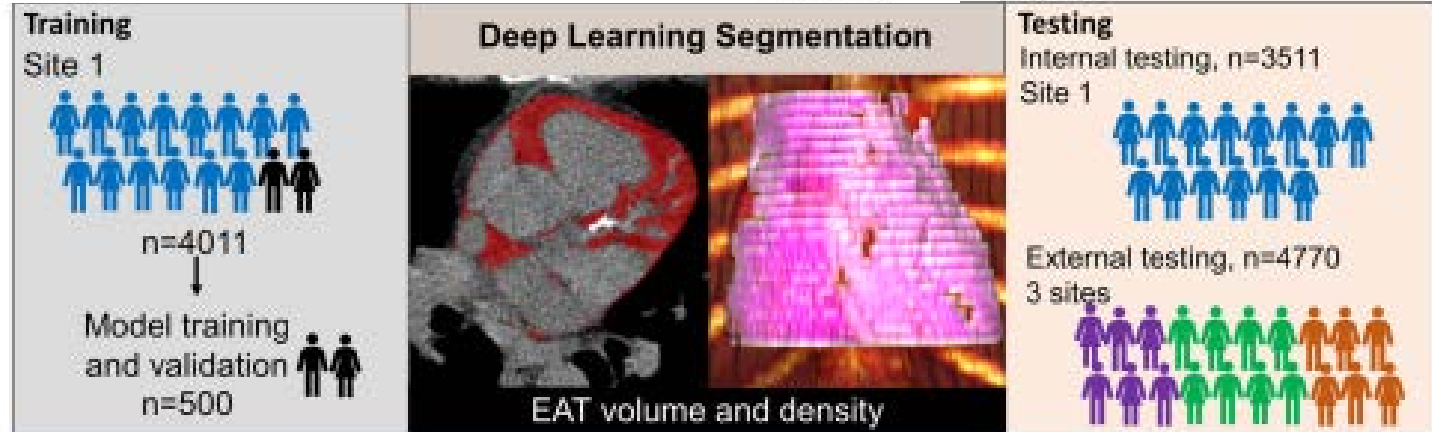
www.nature.com/npjdigitalmed

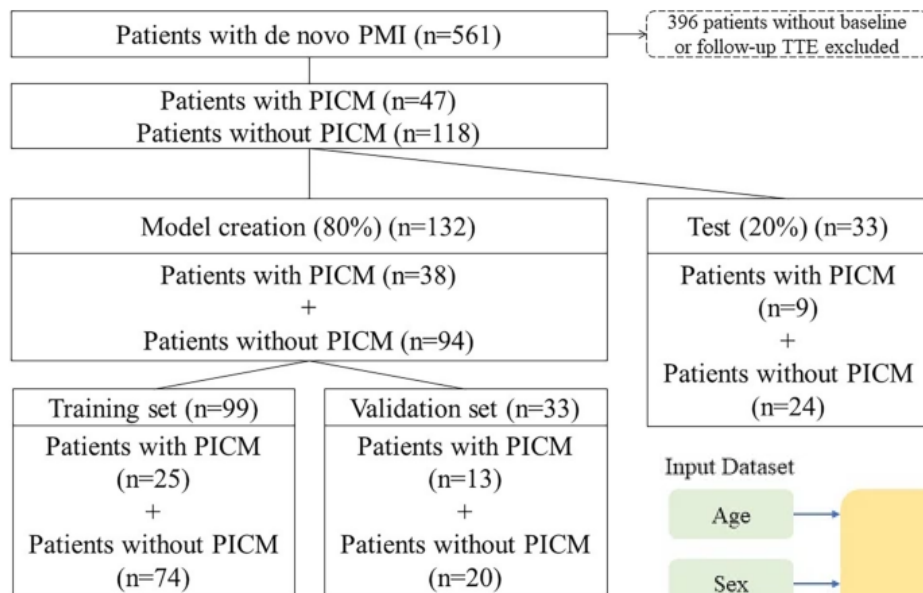
ARTICLE OPEN

Check for updates

AI-derived epicardial fat measurements improve cardiovascular risk prediction from myocardial perfusion imaging

Robert J. H. Miller^{1,2,7}, Aakash Shanbhag^{1,3,7}, Aditya Killekar¹, Mark Lemley⁶, Bryan Bednarski⁶, Serge D. Van Kriekinge⁶, Paul B. Kavanagh¹, Attila Feher⁴, Edward J. Miller⁴, Andrew J. Einstein⁵, Terrence D. Ruddy⁶, Joanna X. Liang¹, Valerie Builoff¹, Daniel S. Berman⁶, Damini Dey¹ and Piotr J. Slomka^{1,2,8}





Prediction of pacemaker-induced cardiomyopathy using a convolutional neural network based on clinical findings prior to pacemaker implantation

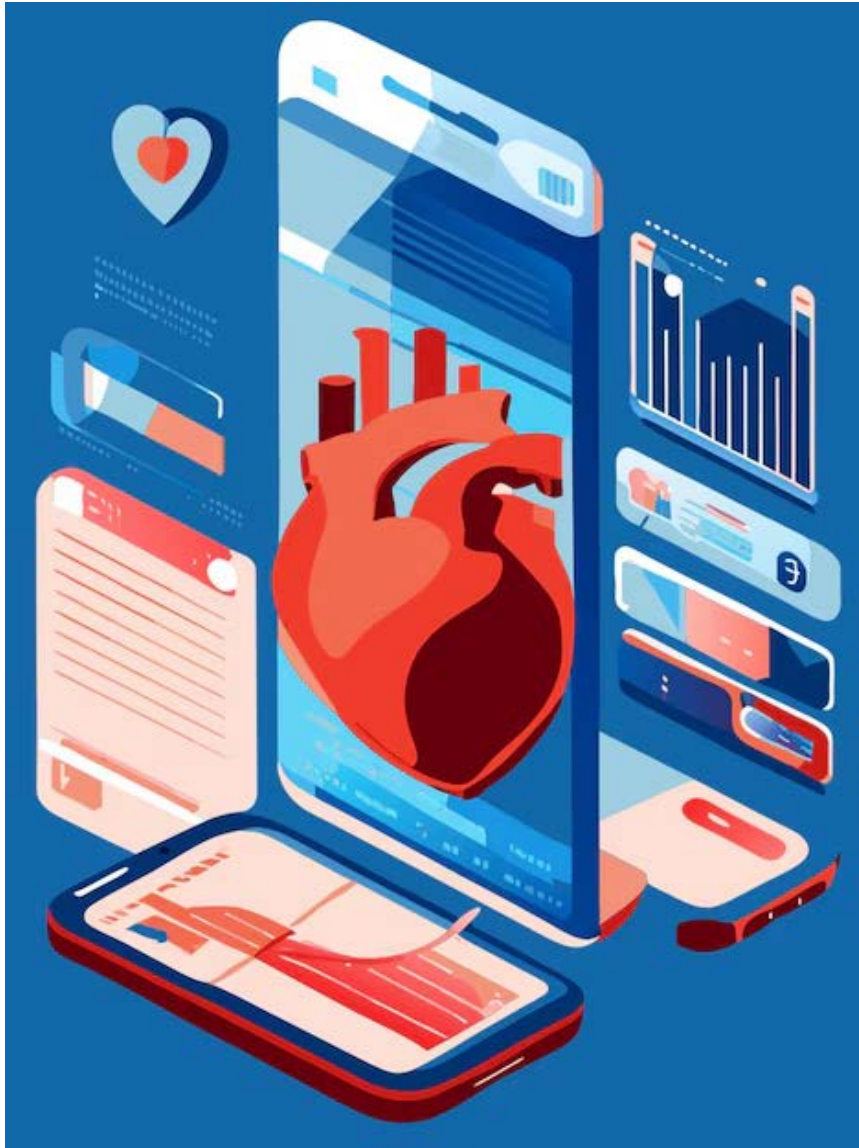
Mitsunori Oida¹, Takuya Mizutani³, Eriko Hasumi^{1,2}, Katsuhito Fujii^{1,2}, Kosaku Goto¹, Kunihiro Kani¹, Tsukasa Oshima¹, Takumi J. Matsubara¹, Yu Shimizu¹, Gaku Oguri¹, Toshiya Kojima¹ & Issei Komuro¹



Dataset	Variables
1	Age, sex, body mass index, LVEF, LVEDd, LVEDs, left atrial diameter, severity of MR and TR, IHd, diabetes mellitus, hypertension, heart failure, NYHA class, AF, etiology of bradycardia (AVB or SSS), RV lead tip position (apex, septum, left bundle, His bundle, RV outflow tract), LBBB, QRS duration, WBC, haemoglobin, platelet count, serum total protein, albumin, AST, ALT, eGFR, Na, K, C-reactive protein, brain natriuretic peptide
2	Age, sex, body mass index, LVEF, severity of TR, IHd, NYHA class, indication for PMI, eGFR, C-reactive protein
3	Age, sex, body mass index, LVEF, severity of TR, IHd, NYHA class, indication for PMI, RV lead tip position (apex, septum, left bundle, His bundle, RV outflow tract), eGFR, C-reactive protein

of the convolutional neural network (CNN) consisted of the fully connected layer (Affine), Rectified Linear Unit (ReLU), Pooling, Fully Connected (Affine), Softmax, and Cross Entropy loss function. The input variables were age, sex, body mass index; BNP, brain natriuretic peptide; PICM,

	Accuracy (%)	Sn (%)	Sp (%)	AUC	P value (Delong's test)	NRI (%)
Model 1	75.8	55.6	83.3	0.78 (0.59–0.95)	N/A	N/A
Model 2	57.6	33.3	66.7	0.66 (0.45–0.86)	< 0.01**	– 38.89
Model 3	63.6	55.6	66.7	0.62 (0.36–0.86)	< 0.01**	– 16.67



**Разработки института
персонализированной
кардиологии НЦМУ
«Цифровой биодизайн
и персонализированное
здравоохранение»**

Программное обеспечение «Виртуальный ФРК»



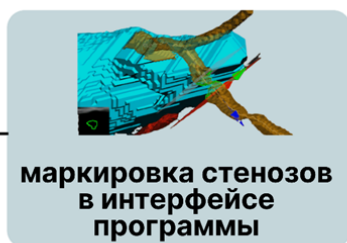
стенокардия



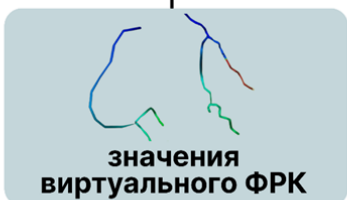
КТ коронарных артерий



сегментация коронарных артерий



маркировка стенозов в интерфейсе программы



значения виртуального ФРК

РЕЗУЛЬТАТЫ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТАКТИКЕ ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТА

ЦИФРОВОЙ РЕПОЗИТОРИЙ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

- Быстрая высокоэффективная неинвазивная оценка тяжести стенозов коронарных артерий
- Простой и удобный интерфейс для врача
- Возможность удаленного доступа
- Отсутствие аналогов на территории РФ

Время диагностики — 15 МИНУТ

Точность — 89%

СОТРУДНИЧЕСТВО



<https://vffr.sechenov.ru/>

О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

Форма функционирования: облачный сервис

Основа функционирования: построение одномерной математической модели коронарных сосудов с учетом стенозов, основанное на данных неинвазивной компьютерной томографии коронарных артерий с контрастированием, форма данных – DICOM

Назначение: для неинвазивной оценки фракционного резерва коронарного кровотока (ФРК), определения функциональной значимости стенозов и принятия решения о необходимости реваскуляризации миокарда

Целевые группы населения: пациенты, имеющие среднюю предтестовую вероятность ишемической болезни сердца и пограничные стенозы коронарных артерий

Целевые организации: медицинские учреждения кардиологического и кардиохирургического профиля

Статус разработки: Идут клинические испытания, завершение запланировано на август 2024 года

Платформа для детектирования гипертонической ретинопатии по цифровым изображениям глазного дна пациентов с применением методов нейросетевого моделирования – «RetinAIcheck»

АЛГОРИТМ ПО РАЗМЕТКЕ И АНАЛИЗУ ИЗОБРАЖЕНИЯ ГЛАЗНОГО ДНА, СОЗДАННЫЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ



Время диагностики

• 3 МИНУТЫ

Точность

• 83%

СОВМЕСТИМОСТЬ С УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ГЛАЗНОГО ДНА С МИНИМАЛЬНЫМ РАЗМЕРОМ ОБСЛЕДУЕМОГО ЗРАЧКА 3 ММ; ПОЛЕМ ЗРЕНИЯ – 40°; РАЗРЕШЕНИЕМ НЕ МЕНЕЕ – 1920 X 1440 ПИКСЕЛЕЙ И ФОРМАТОМ ИЗОБРАЖЕНИЯ – JPEG.

ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

- ✓ ДОСТУПНОСТЬ ДЛЯ ОТДАЛЕННЫХ РЕГИОНОВ
- ✓ ПРОФИЛАКТИКА СЛЕПОТЫ
- ✓ ИСКЛЮЧЕНИЕ СУБЪЕКТИВНОГО КОМПОНЕНТА В ПРИНЯТИИ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ
- ✓ СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ НА ЗДРАВООХРАНЕНИЕ



Платформа для детектирования гипертонической ретинопатии по цифровым изображениям глазного дна пациентов с применением методов нейросетевого моделирования – «RetinAIcheck»



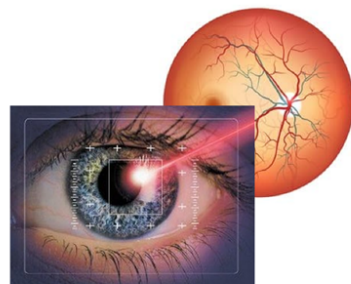
ПАЦИЕНТ, СТРАДАЮЩИЙ
ГИПЕРТОНИЕЙ



ЦИФРОВЫЕ ФОТОГРАФИИ
ГЛАЗНОГО ДНА



ЗАГРУЗКА ФОТО В
WEB-СЕРВИС RETINAICHECK



РЕЗУЛЬТАТЫ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТАКТИКЕ
ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТА

ЦИФРОВОЙ РЕПОЗИТОРИЙ
БОЛЬШИХ ДАННЫХ

- Быстрая высокоэффективная и безопасная диагностика гипертонической ретинопатии
- Простой и удобный интерфейс для врача
- Возможность удаленного доступа и подключения к локальному серверу
- Возможность интеграции в различные медицинские информационные системы (ЕМИАС, 1С и др.)
- Возможность накопления больших данных

СОТРУДНИЧЕСТВО



ИКИ РАЦ

<https://retinaai.sechenov.ru/>

О ПЛАТФОРМЕ

Форма функционирования: возможно в виде облачного сервиса и стационарного программного обеспечения, установленного на сервер организации

Основа функционирования: анализ цифровых фотографий центрального поля глазного дна, основанный на работе сверточной нейронной сети

Назначение: для скрининга, диагностики и оценки динамики изменений степеней тяжести гипертонической ретинопатии, как маркера поражения органов-мишеней и выявления групп высокого риска сердечно-сосудистых осложнений

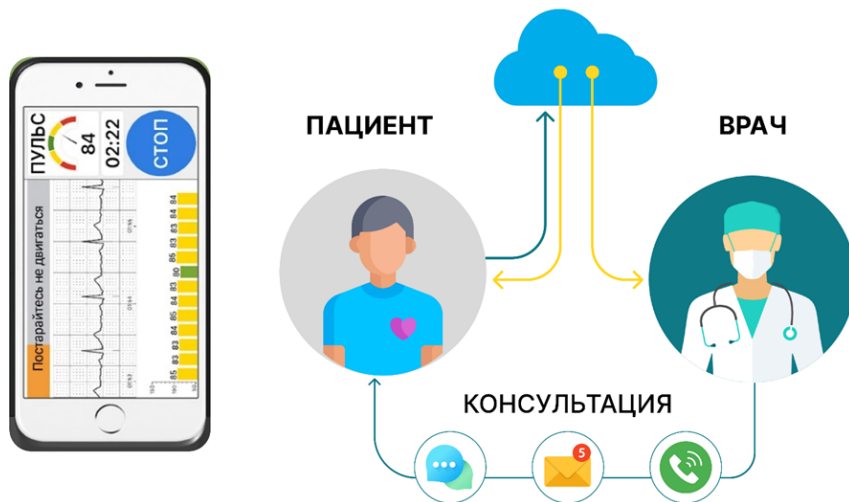
Целевые группы населения: пациенты, страдающие артериальной гипертензией

Целевые организации: медицинские учреждения кардиологического профиля (первичное звено здравоохранения, диспансеризация, массовый скрининг)

Статус разработки: завершены технические испытания, получена закрывающая документация. Ведется подбор организации для выполнения клинических испытаний

Программное обеспечение «Удаленный скрининг и мониторинг параметров гемодинамики по параметрам одноканальной электрокардиограммы и пульсовой волны»

АЛГОРИТМ, СОЗДАНЫЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ «СЛУЧАЙНЫЙ ЛЕС» И РЕГРЕССИЯ ЛАССО



ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

- ✓ ДОСТУПНОСТЬ ДЛЯ ОТДАЛЕННЫХ РЕГИОНОВ
- ✓ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ВЫЯВЛЕНИЯ НАРУШЕНИЙ РИТМА И ПРОВОДИМОСТИ СИСТОЛИЧЕСКОЙ И ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИЙ
- ✓ СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ НА ЗДРАВООХРАНЕНИЕ
- ✓ НЕТ АНАЛОГОВ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

Точность БОЛЕЕ 90%

<https://cardio-ai.sechenov.ru/>

О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

Форма функционирования: облачный сервис

Основа функционирования: анализ пульсовой волны и цифровых записей электрокардиограмм в 1 отведении, при помощи систем, основанных на машинном обучении

Назначение: для скрининга, диагностики и оценки динамики нарушений ритма и проводимости сердца, систолической и диастолической дисфункций миокарда

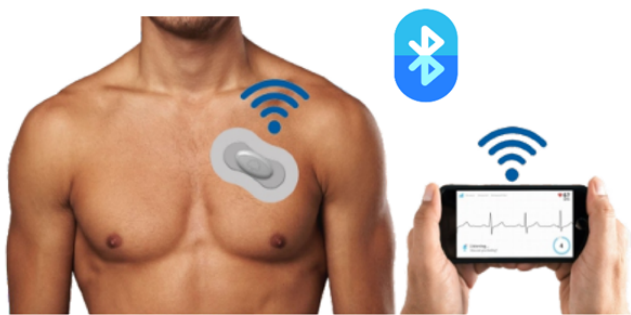
Целевые группы населения: пациенты, страдающие нарушениями ритма и проводимости; систолической и диастолической дисфункцией миокарда

Целевые организации: медицинские учреждения кардиологического и кардиохирургического профиля (первичное звено здравоохранения и стационары)

Статус разработки: в августе 2024 года планируется завершение технических испытаний. Ведется подбор организации для выполнения клинических испытаний

Устройство длительного мониторинга ЭКГ «РИТМ-1»

ОДНОКАНАЛЬНЫЙ КАРДИОМОНИТОР ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ ПАЦИЕНТА В ТЕЧЕНИЕ 14 ДНЕЙ



Внедрение удаленного скрининга позволит существенно улучшить раннюю диагностику сердечной недостаточности у пациентов с гипертонической болезнью и ишемической болезнью сердца и начать лечение на 1 год раньше

- ✓ Не влияет на качество жизни пациента - однократно наклеивается на тело
- ✓ Позволяет принимать душ
- ✓ Не требует подзарядки
- ✓ Взаимодействует по Bluetooth с приложением на мобильном устройстве
- ✓ Встроенные датчики ускорения позволяют анализировать изменение положения тела пациента в пространстве и уровень его физической активности

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ

72 мм x 30 мм x 4 мм



<https://rhythm.sechenov.ru/>

ОБ УСТРОЙСТВЕ

Форма функционирования: портативный одноканальный регистратор электрокардиограммы в одном отведении, выполненный в форме монитора-пластыря, прикрепляемого на переднюю поверхность грудной клетки в область проекции сердца

Основа функционирования: непрерывная запись цифровой электрокардиограммы в 1 отведении, максимальная продолжительность записи – до двух недель

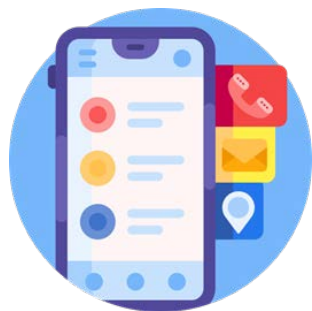
Назначение: для диагностики и оценки динамики нарушений ритма и проводимости сердца
Целевые группы населения: пациенты, страдающие нарушениями ритма и проводимости сердца

Целевые организации: медицинские учреждения кардиологического и кардиохирургического профиля (первичное звено здравоохранения и стационары)

Статус разработки: завершены токсикологические испытания, в августе 2024 года начало технических испытаний

НАШИ КОНТАКТЫ ДЛЯ НАУЧНОГО И КОММЕРЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА:

Директор Института персонализированной кардиологии
НЦМУ «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение»,
д.м.н., проф.



Копылов Филипп Юрьевич
kopylov_f_yu@staff.sechenov.ru



Старший научный сотрудник
Института персонализированной кардиологии
НЦМУ «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение»,
к.м.н.

Гогниева Дарья Геннадиевна
gognieva_d_g@staff.sechenov.ru