ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Доктора медицинских наук, профессора Абрамяна Михаила Арамовича, заведующего отделением экстренной кардиохирургии и интервенционной кардиологии ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы» о диссертации Тимофеевой Ольги Юрьевны на тему «Клинико-морфофункциональное обоснование поддержки принятия решения при выборе хирургической тактики у детей с тетрадой Фалло», представленной на соискание учёной степени кандидата медицинских наук по специальности 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Тетрада Фалло (ТФ) остаётся одним из наиболее распространённых цианотических врождённых пороков сердца, требующих хирургической коррекции в раннем детском возрасте. Несмотря на значительные успехи современной детской кардиохирургии, выбор оптимальной хирургической тактики у конкретного пациента с ТФ – радикальная коррекция, реконструкция путей оттока из правого желудочка, паллиативный системно-лёгочный анастомоз либо транслюминальная баллонная вальвулопластика клапана лёгочной артерии/стентирование выводного отдела правого желудочка – остаётся во многом эмпирическим решением, основанным на опыте и субъективном суждении хирурга, а не на формализованных, воспроизводимых критериях.

Развитие методов искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО), продемонстрировавших высокую эффективность в задачах диагностики, стратификации риска и прогнозирования исходов при различных врождённых пороках сердца, открывает принципиально новые возможности для объективизации именно тактического этапа принятия решения. При этом, как справедливо показано автором в обзоре литературы, подавляющее большинство опубликованных к настоящему времени моделей ИИ в кардиохирургии ВПС решает задачи прогнозирования исхода уже избранного вмешательства (летальности, осложнений, длительности ИВЛ и госпитализации), тогда как работы, посвящённые непосредственно поддержке выбора самого типа операции при ТФ, единичны, а для отечественной популяции пациентов ранее не проводились.

В этой связи разработка и клиническая апробация интеллектуальной системы поддержки принятия решений, обученной на реальной когорте оперированных пациентов конкретного центра и позволяющей рекомендовать

решает задачи прогнозирования исхода уже избранного вмешательства (летальности, осложнений, длительности ИВЛ и госпитализации), тогда как работы, посвящённые непосредственно поддержке выбора самого типа операции при ТФ, единичны, а для отечественной популяции пациентов ранее не проводились.

В этой связи разработка и клиническая апробация интеллектуальной системы поддержки принятия решений, обученной на реальной когорте оперированных пациентов конкретного центра и позволяющей рекомендовать один из клинически применяемых вариантов хирургической тактики при ТФ, представляется актуальной задачей, имеющей научное и непосредственное практическое значение для детской кардиохирургии, что и определяет актуальность диссертационной работы Тимофеевой О.Ю.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Диссертационная работа Тимофеевой О.Ю. является одним из первых в отечественной кардиохирургии исследований, в котором методы машинного обучения применены не для прогнозирования исхода операции, а непосредственно для поддержки выбора хирургической тактики при ТФ.

Впервые на основании ретроспективной когорты из 294 детей с ТФ, оперированных в одном центре в 2017–2022 гг., сформирован размеченный датасет с четырьмя целевыми классами хирургической тактики (радикальная коррекция, реконструкция путей оттока из правого желудочка, системно-лёгочный анастомоз, транслюминальная баллонная вальвулопластика/стентирование выводного отдела правого желудочка) и проведено сравнительное обучение пяти алгоритмов машинного обучения – логистической регрессии, случайного леса, LGBMClassifier, XGBClassifier и CatBoostClassifier.

Автором предложен и обоснован ряд оригинальных решений в области инженерии признаков, в частности использование центильных показателей роста

и веса и синтетического логарифмированного показателя log(АВнАо × ЛАИ), значимо повысивших разделяющую способность моделей.

Впервые для отечественной популяции пациентов с ТФ определена и ранжирована по значимости совокупность клинико-инструментальных предикторов выбора хирургической тактики (сатурация капиллярной крови кислородом, размер ствола лёгочной артерии, интегральный показатель log(АВнАо × ЛАИ), градиент давления правый желудочек/лёгочная артерия, конечно-диастолический размер левого желудочка), что дополняет и уточняет данные ранее опубликованных зарубежных моделей (AiTOR, CgntSCORE и др.), ориентированных преимущественно на прогноз исхода, а не на выбор тактики.

На основе полученной модели впервые разработана и размещена в открытом доступе (https://huggingface.co/spaces/aakretov/TOF) работающая веб-платформа для рекомендации хирургической тактики у детей с ТФ, что переводит результаты работы из плоскости ретроспективного анализа в плоскость прикладного клинического инструмента.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Практическая значимость исследования определяется прежде всего созданием работающего прототипа клинического инструмента – веб-калькулятора хирургической тактики при ТФ, способного в течение 2–3 секунд после ввода 23 клинико-инструментальных параметров пациента формировать рекомендацию по выбору одного из четырёх вариантов вмешательства с визуализацией вклада ключевых признаков в принятое моделью решение.

Предложенный инструмент может быть использован как средство объективизации и стандартизации выбора хирургической тактики, снижения вариабельности решений между хирургами и центрами, а также как обучающий и вспомогательный инструмент для менее опытных специалистов. Полученные автором данные о структуре значимых предикторов представляют самостоятельную практическую ценность для оценки пациентов с ТФ независимо от использования самой модели.

Сформулированные автором практические рекомендации (14 пунктов), включая рекомендации по регулярному дообучению модели, коллегиальному обсуждению спорных случаев в мультидисциплинарной команде, ограничению применения модели для редких вариантов вмешательства без экспертной оценки и созданию мультицентрового регистра пациентов с ТФ, носят конкретный и реализуемый характер и могут быть непосредственно использованы в работе детских кардиохирургических центров.

СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДИССЕРТАЦИИ

Научные положения и выводы диссертации базируются на анализе достаточного по объёму и однородного клинического материала – ретроспективной когорте из 294 детей с изолированной ТФ, оперированных в 2017–2022 гг. Дизайн исследования (одноцентровое ретроспективное когортное исследование с разделением на обучающую и тестовую выборки, кросс-валидацией и независимой проверкой на отложенной тестовой выборке) соответствует принятым в области машинного обучения методическим стандартам.

Выбор и обоснование итоговой модели (LGBMClassifier) сделаны корректно, с использованием адекватной для несбалансированной многоклассовой задачи метрики F1-macro, а также ROC-AUC и матриц ошибок для каждого класса, что позволяет объективно оценить как общую, так и по классовую эффективность модели. Полученные автором показатели точности (совпадение с решением хирурга в 90–92% случаев для наиболее представленных тактик – радикальной коррекции и системно-лёгочного анастомоза) сопоставимы или превосходят результаты аналогичных зарубежных моделей, приведённые автором в главе, посвящённой обсуждению результатов.

Выводы и практические рекомендации логически вытекают из полученных результатов и не выходят за пределы того, что подтверждено фактическим материалом; в частности, автор корректно и без излишнего оптимизма

и

констатирует существенное снижение точности прогнозирования для редко встречающихся вариантов тактики (28–57% для реконструкции путей оттока из правого желудочка и стентирования/вальвулопластики), связывая это с ограниченным объёмом данных по этим группам, а не переоценивая возможности предложенного инструмента.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Диссертация изложена на 105 страницах машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, заключения с выводами и практическими рекомендациями, списка сокращений и списка литературы. Работа иллюстрирована 14 рисунками и 8 таблицами. Список литературы включает 103 источника, из них 15 отечественных и 88 иностранных, что свидетельствует о хорошем знании автором современного состояния проблемы, прежде всего в зарубежной литературе.

Введение обосновывает актуальность темы, содержит чётко сформулированные цель, задачи, научную новизну и практическую ценность исследования.

Глава I посвящена обзору литературы. В ней последовательно рассмотрены общие принципы и методы искусственного интеллекта и машинного обучения (разделы 1.1–1.2), основные направления применения ИИ в кардиохирургии – предоперационное планирование, интраоперационная навигация, послеоперационный мониторинг (раздел 1.3), – и отдельно современное состояние применения ИИ непосредственно при ТФ (раздел 1.4), включая подробный разбор наиболее значимых зарубежных работ (Ishikita и соавт., Diller и соавт., Lo Muzio и соавт. и др.) и сводную таблицу моделей прогнозирования риска при ТФ. Обзор литературы демонстрирует широкую эрудицию автора, хотя первые разделы главы, посвящённые общим применениям ИИ в медицине, носят несколько более общий характер и могли бы быть изложены компактнее в пользу более подробного анализа работ, непосредственно касающихся ТФ.

В главе II представлены материал и методы исследования: дизайн одноцентрового ретроспективного когортного исследования, характеристика 294 пациентов с ТФ, разделённых на 4 группы по применённой хирургической тактике, описание используемых моделей машинного обучения и методов инженерии признаков (центильные показатели, логарифмический признак log(АВнАо × ЛАИ)), а также использованного программного обеспечения (STATA 17.0, Python, Seaborn, Matplotlib). Приведены клинико-демографические и эхокардиографические характеристики пациентов по группам с корректным выбором статистических критериев.

Глава III подробно описывает методику создания моделей машинного обучения: этапы разведочного анализа и очистки данных, формирования обучающей и тестовой выборок со стратификацией по целевому признаку, инженерии признаков, отбора предикторов (перестановочная важность, коэффициент ранговой корреляции Кендалла) и оптимизации гиперпараметров с помощью библиотеки Optuna. Отдельного внимания заслуживает описание архитектуры разработанного прототипа рекомендательной системы (блоки ввода данных, автоматической предобработки, машинного вывода и интерпретации результата), а также оценка стабильности модели путём кросс-валидации.

В главе IV изложены результаты собственного исследования: сравнение пяти моделей машинного обучения по метрике F1-macro и площади под ROC-кривой, результаты классификации по каждой из четырёх групп хирургической тактики с построением матриц ошибок для всех пяти моделей, ранжирование предикторов по значимости и описание созданной веб-платформы для рекомендации хирургической тактики. Результаты изложены последовательно, снабжены количественными показателями и не вызывают сомнений в достоверности.

Глава V содержит развёрнутое обсуждение полученных результатов с подробным сопоставлением с данными более чем десяти отечественных и зарубежных исследований (Ishikita и соавт., Lo Muzio и соавт., Mohammadi и

соавт., Ruiz-Fernandez и соавт., Jone и соавт., Chang Junior и соавт., Sethi и соавт. и др.). Автор корректно и аргументированно позиционирует принципиальное отличие своей работы от большинства цитируемых источников: если в большинстве зарубежных исследований модели ИИ прогнозируют исход уже принятого решения, то в настоящей работе алгоритм участвует непосредственно в формировании самого решения о выборе хирургической тактики. Заключение содержит 5 чётко сформулированных выводов, полностью соответствующих поставленным задачам, и 14 практических рекомендаций, логически вытекающих из результатов исследования и имеющих непосредственное прикладное значение.

Диссертация написана хорошим научным языком, иллюстративный материал (таблицы, рисунки, графики значимости признаков и матрицы ошибок) подобран уместно и облегчает восприятие результатов. Диссертационная работа соответствует специальности 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия.

ЗАМЕЧАНИЯ

Наряду с положительной оценкой диссертационной работы, следует отметить ряд замечаний, носящих частный характер и не затрагивающих принципиальных научных и практических положений работы.

1. Первые разделы главы I (1.1–1.2), посвящённые общим принципам и областям применения искусственного интеллекта в медицине, носят достаточно общий, местами реферативный характер и могли бы быть изложены более компактно со смещением акцента на литературу, непосредственно касающуюся тетрады Фалло и выбора хирургической тактики при ВПС.

2. Разработанная модель прошла валидацию только на внутренней тестовой выборке единственного центра; внешняя, в том числе мультицентровая, валидация модели, необходимость которой справедливо отмечена самим автором в практических рекомендациях, в рамках настоящей работы не проводилась.

Указанные замечания носят частный характер, не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и не влияют на итоговую квалификационную оценку представленного исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Тимофеевой Ольги Юрьевны на тему «Клинико-морфофункциональное обоснование поддержки принятия решения при выборе хирургической тактики у детей с тетрадой Фалло» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработана и клинически апробирована интеллектуальная система поддержки принятия решений при выборе хирургической тактики у детей с тетрадой Фалло, что вносит определённый вклад в развитие детской кардиохирургии и цифровизацию клинического принятия решений в сердечно-сосудистой хирургии.

Работа выполнена на достаточном клиническом материале с использованием современных и корректно применённых методов машинного обучения и статистического анализа. Научные положения, выносимые на защиту, научная новизна, выводы и практические рекомендации диссертации обоснованы результатами выполненного исследования и не вызывают сомнений.

По своей актуальности, научной новизне и практической значимости диссертация Тимофеевой Ольги Юрьевны полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к диссертациям на соискание учёной степени кандидата медицинских наук согласно п.п. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года (в действующей редакции), а её автор, Тимофеева Ольга Юрьевна, заслуживает присвоения учёной степени кандидата медицинских наук по специальности 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия.

Основные положения диссертации отражены в публикациях автора, в том числе в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Высшей

аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации («Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия», «Детские болезни сердца и сосудов», «Наука молодых (Eruditio Juvenium)»), а также в свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ, рекомендующей хирургическую тактику у детей с тетрадой Фалло. Основные результаты и научные положения, выносимые на защиту, достаточно полно отражены в опубликованных работах.

Официальный оппонент:
заведующий отделением экстренной
кардиохирургии и интервенционной
кардиологии ГБУЗ «Морозовская детская
городская клиническая больница
Департамента здравоохранения города Москвы»
д.м.н. М.А. Абрамян

Подпись доктора медицинских наук Абрамяна М.А. «заверяю».

Начальник отдела кадров
ГБУЗ «Морозовская детская городская
клиническая больница
Департамента здравоохранения города Москва» А.В. Семенец

Адрес: 119049 г. Москва, 4-й Добрынинский переулок, дом 1/9
Телефон: +7 (495) 959-88-00
E-mail: mdgkb@zdrav.mos.ru

12. декабря 2026 г.