

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета члена-корреспондента РАН, д.м.н., профессора Трофимовой Татьяны Николаевны на диссертацию Кассаб Димы Халед Ибрагим на тему:

«Возможности нейросетевого анализа цифровых рентгенограмм позвоночника в автоматической оценке степени сколиоза», представленную на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по научной специальности 3.1.25. Лучевая диагностика.

Актуальность темы диссертации и её связь с практическими проблемами здравоохранения

Изучение возможностей искусственного интеллекта (ИИ) для анализа и обработки диагностических изображений различных методов лучевой диагностики является актуальной научной темой современности. Интеллектуальные программы принципиально могут освободить медицинских работников от рутинных задач и сложных измерений. В настоящее время в анализе диагностических изображений врачи-рентгенологи всё чаще используют специальные модули ИИ для различных вычислений, которые выполняются автоматически. Это позволяет избежать врачебных ошибок, связанных с человеческим фактором.

Объективная оценка сколиотической деформации позвоночника по данным рентгеновских изображений не простая задача для рентгенолога. Она требует точного определением дуги искривления, количества позвонков, в неё входящих, а также правильного измерения угла и степени сколиоза по спондилограмме в прямой проекции. Данная диссертационная работа посвящена изучению возможностей алгоритмов автоматической обработки изображений в анализе цифровых рентгенограмм позвоночника при оценке сколиоза. Автор диссертации непосредственно участвовала в постановке задач и последующей разработке новой программы для ЭВМ в определении степени сколиоза с помощью угла Кобба, основанной на машинном обучении. В отечественных и зарубежных публикациях отсутствуют данные об использовании ранее разработанных подобных программ в клинической практике. Это было связано с ограниченным набором датасета с разными степенями сколиоза, особенно с тяжелой степенью сколиоза, используемых в глубоком обучении. Многим авторам не удалось провести сравнительную оценку результатов анализа рентгенограмм позвоночника программой ИИ и врачом-рентгенологом.

Таким образом, тема диссертационной работы, поставленные в ней основные задачи актуальны и своевременны для практики рентгенологов и ортопедов, а также для развития медицинской науки и её автоматизации.

Научная новизна исследования

Благодаря данному диссертационному исследованию, создан новый метод автоматического определения степени сколиоза на фронтальных рентгенограммах позвоночника с помощью глубокого обучения нейронных сетей.

Впервые была проанализирована диагностическая точность, чувствительность и специфичность метода оценки сколиоза при помощи программы нейросетевого анализа по спондилограммам, полученным во фронтальной проекции.

Разработанная программа была валидирована в практической работе врача-рентгенолога многопрофильной больницы.

Проведен анализ вариабельности результатов измерения угла Кобба при использовании программы ИИ и оценки, выполненной экспертом-рентгенологом.

Теоретическая и практическая значимость исследования

Результаты диссертационного исследования Кассаба Д.Х.И. носят выраженную практическую направленность, поскольку целью данной работы являлось повышение эффективности диагностики сколиоза путем применения в клинической практике нового метода нейросетевого анализа рентгенологических изображений.

Разработанная программа нейросетевого анализа имеет высокую точность, специфичность и чувствительность в определении степеней сколиоза и сокращает время анализа спондилограмм.

Данная программа, основанная на работе обученной нейронной сети, позволяет минимизировать несогласованность в диагностике угла сколиоза и в определении его степени. Она упрощает работу врача-рентгенолога, освобождая его от сложных измерений.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационное исследование Кассаба Д.Х.И. посвящено решению проблемы субъективности измерения угла Кобба при определении степени сколиоза на фронтальных рентгенограммах. Приоритетной задачей данной работы является создание метода

автоматической оценки деформации позвоночника на основе искусственного интеллекта и глубокого обучения.

Диссертация написана традиционно и представлена на русском языке с копией на английском, изложена в двух томах на разных языках, содержит 43 рисунка и 8 таблиц. Список литературы оформлен по ГОСТу и включает 98 источников (31 отечественных и 67 англоязычных).

Введении к диссертации отражает актуальность и степень разработанности темы научного исследования, цель и основные задачи работы, а также её научную новизну и практическую значимость. Введение также раскрывает степень достоверности работы, положения, выносимые на защиту, основные опубликованные научные результаты и представление на конференциях.

В первой главе (обзор литературы) представлен анализ российских и зарубежных литературных источников, в которых отражены методы оценки угла деформации позвоночника и их недостатки. Автор выделяет источники вариабельности результатов измерения с использованием обычного метода Кобба. Далее подробно автор анализирует способы использования искусственного интеллекта в медицинской практике и в области лучевой диагностики.

Во второй главе представлен достаточный объем материала для многоэтапной диссертационной работы автора. Из методов исследования автором использовались: цифровая рентгенография позвоночника, методы нейросетевого анализа изображений со сколиозом и методы статического анализа. Таким образом, материалы и методы соответствовали критериям для решения поставленной цели и задач.

Собственно полученные результаты диссертационной работы представлены в третьей и четвертой главах.

Третья глава посвящена оценке согласованности результатов измерения угла Кобба новой программой ИИ и результатов анализа рентгенограмм двух рентгенологов. Автор рассматривает особенности измерения угла сколиоза для каждой степени искривления (от 0 до 4). Новая программа продемонстрировала высокую точность измерения угла Кобба с разницей менее 2,5 градусов по большинству исследованных дуг сколиоза.

В четвертой главе объединены результаты клинических испытаний новой программы искусственного интеллекта, проведенных в Мариинской больнице, и результаты дополнительного исследования, проведенного для сравнения работы новой программы с работой эксперта-рентгенолога. В этой главе представлены показатели диагностической эффективности программы при определении степени сколиоза (чувствительность, специфичность, точность и площадь под ROC-кривой). Автор также

сравнил вариабельность измерения угла Кобба между программой и врачом-экспертом и время, требуемое каждым из этих двух методов для оценки рентгенограмм при сколиозе. Участие других врачей, помимо автора диссертации, было важно для того, чтобы исключить возможность предвзятости в результатах исследования.

Завершается диссертация заключением, в котором коротко анализируются и обсуждаются результаты работы, опираясь на авторов подобных исследований.

Выводы диссертационного исследования логичны и отвечают на поставленным задачам.

Оценка обоснованности и достоверности научных положений, выводов и практических рекомендаций

Научные результаты, полученные Д.Х.И. Кассаба, а также положения, выносимые на защиту, выводы и практические рекомендации являются достоверными так как базируются на большом объёме материала исследования, состоящего из более 2600 спондилограмм, с применением современных методов исследования. Материал исследования был собран в двух медицинских учреждениях Санкт-Петербурга, на основании которого создана база данных рентгенограмм позвоночника со сколиозом и без, получившая регистрацию в РФ.

Разработанная программа прошла несколько этапов тестирования и клинические испытания. Кроме этого, диагностические возможности новой программы ИИ были сопоставлены с работой эксперта-рентгенолога при дополнительных клинических испытаниях.

Положения, выносимые на защиту, логично вытекают из результатов диссертационной работы. Сформированные выводы отвечают поставленной цели и задачам.

Практические рекомендации написаны в помощь врачу-рентгенологу для правильного использования новой программы ИИ, повышая качество и точность диагностики сколиоза.

По теме диссертации автором опубликовано 14 печатных работ, из которых 5 статей в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки Российской Федерации, из них 2 статьи в журналах ВАК по специальности 3.1.25. Лучевая диагностика, из которых 1 статья в журнале, индексируемом в международной базе Scopus.

Диссертант имеет свидетельство о государственной регистрации базы данных с названием «База данных рентгенограмм позвоночника со сколиозом различных степеней» (XrScl) от 2022года, а также свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ «Esper.Scoliosis» от 2023 года.

Основные результаты исследования были доложены и обсуждались на российских и зарубежных научно-практических конференциях, на русском и английском языках: «Bioinformatics: from Algorithms to Applications» (Санкт Петербург, 2021); «Фундаментальная наука и клиническая медицина – человек и его здоровье» (Санкт-Петербург, 2021, 2022 гг.); «Невский радиологический форум» (Санкт-Петербург, 2022); «Актуальные проблемы лучевой диагностики – простые решения сложных задач» (Ташкент 2023); 1-я Научно-практическая конференция «Искусственный интеллект и Радиомика: от диагностики к лечению» (Москва, 2024); Научная конференция, приуроченная к 300-летию СПбГУ «Технологии ИИ в области медицины и здравоохранения» (Санкт-Петербург, 2024).

В целом диссертация Кассаба Дима Х.И. заслуживает положительной оценки и не имеет принципиальных замечаний. Вместе с тем, нельзя не отметить некоторую неточность в применении терминов. В процессе анализа диссертации возникло несколько вопросов к соискателю:

1. Прошу Вас уточнить, кто является разработчиком программы для ЭВМ «Esper.Scoliosis», поскольку копия свидетельства не представлена?
2. При разработке программы, как указано в тексте диссертации (стр.54), наблюдения с аномалиями развития позвонков были исключены. Не является ли это ограничением в практическом применении разработанной Вами программы?
3. С какими трудностями столкнулись врачи-рентгенологи при использовании новой программы ИИ в оценке сколиоза?

Заключение

Содержание диссертации Кассаба Д.Х.И. на тему: «Возможности нейросетевого анализа цифровых рентгенограмм позвоночника в автоматической оценке степени сколиоза» соответствует специальности 3.1.25. Лучевая диагностика.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи – повышение диагностической эффективности определения степени сколиоза с помощью нейросетевого анализа рентгенологических изображений, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний. Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем

ученой степени мною не установлено. Диссертация Кассаба Д.Х.И. по своей актуальности, научной новизне, практической значимости, соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ.

Председатель диссертационного совета,
член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук,
профессор,
заведующая кафедрой лучевой диагностики
Медицинского института СПбГУ

« 21 » 01 2025 год  Трофимова Татьяна Николаевна