

## **ОТЗЫВ официального оппонента**

**доктора медицинских наук, профессора, заведующего кафедрой рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства Здравоохранения Российской Федерации Тюрина Игоря Евгеньевича на диссертационную работу Силина Антона Юрьевича «Низкодозная компьютерная томография в сочетании с модельной итеративной реконструкцией при исследовании органов грудной клетки в условиях первичного звена здравоохранения», представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 3.1.25. Лучевая диагностика.**

### **Актуальность темы диссертации**

Компьютерная томография все активнее внедряется в стандарты оказания медицинской помощи. Благодаря неинвазивности методики, высокой доступности и информативности КТ органов грудной клетки стало одним из основополагающих методов первичного обследования, так и динамического наблюдения пациентов с патологией органов грудной клетки.

С ежегодным увеличением количества выполненных КТ-исследований неизбежно возрастает лучевая нагрузка на популяцию, что не может не волновать медицинское сообщество. С XX века происходит поиск путей снижения дозы облучения пациентов. Совершенствуются рекомендации к применению методик, связанных с ионизирующим излучением, улучшаются характеристики диагностических аппаратов, разрабатывается программное обеспечение для постобработки данных медицинской визуализации.

Одним из методов снижения дозы облучения пациентов является применение итеративных реконструкций. Суть методики состоит в устранении цифрового шума, возникающего при снижении энергии, подаваемой на рентгеновскую трубку.

Последним поколением описанной методики являются модельные итеративные реконструкции (МИР). Согласно большому объему научных публикаций алгоритмы МИР хорошо себя зарекомендовали для снижения лучевой нагрузки при сканировании различных областей человеческого тела. Показаны возможности МИР в снижении лучевой нагрузки на 90% от исходной для визуализации очагов в легких, динамического наблюдения метастазов в легких, выявления инфильтративных изменений. Однако все вышеперечисленные достижения были направлены на решение конкретных диагностических задач, что не

позволяет перенести их на всех пациентов в целом. Не изучены максимальные пороги снижения лучевой нагрузки, их влияние на визуализацию различных паттернов патологических изменений органов грудной клетки, оценку порядкового кальциевого индекса, не разработан персонафицированный подбор дозы облучения при использовании МИР. Исходя из вышеперечисленных проблем, диссертационная работа Силина А. Ю. представляет научный интерес и посвящена актуальной научной проблеме.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Работа основана на достаточном объеме клинического материала, методически выполнена согласно требованиям современной доказательной медицины и с применением сложных, адекватных поставленной цели и задачам методов статистической обработки. В ходе работы проведен анализ КТ-изображений 230 пациентов, обратившихся в связи с подозрением на патологию органов грудной клетки. Всем пациентам была выполнена низкодозная компьютерная томография (НДКТ) по разработанному автором протоколу. Сформированный дизайн исследования соответствует поставленной цели и задачам. Полученные результаты собственного исследования, сделанные выводы и практические рекомендации соответствуют основным принципам современной науки.

Материалы и методы, результаты исследований изложены в представленной диссертационной работе подробно, с использованием актуальной терминологии, проиллюстрированы достаточным количеством медицинских КТ-изображений и таблиц. Выводы и практические рекомендации научно обоснованы, сформулированы на основании полученных результатов исследования и полностью соответствуют поставленным задачам.

### **Достоверность полученных результатов**

Достоверность работы обосновывается корректно разработанным дизайном исследования в соответствии с принципами доказательной медицины, а также достаточной выборкой клинических данных, которая включила КТ-исследования 230 пациентов. Выбор методологии и материала исследования основан на данных мировой и отечественной научной литературы, соответствует цели и поставленным задачам. Объективные данные (соотношение контраст-шум) и субъективные данные (визуальная оценка врачами-рентгенологами по шкале Лайкерта)

о визуализации патологических изменений при КТ органов грудной клетки как со стандартной дозой облучения, так и при НДКТ, проанализированы с использованием современных методов статистической обработки данных. Концепция формулировки, решения поставленных задач и достижения цели исследования верная, характеризуется научной новизной. В ходе выполненной работы экспериментально и клинически доказана возможность снижения дозы облучения до 0,5 и 1 мЗв при НДКТ органов грудной клетки без снижения качества визуализации нормальных структур и патологических изменений, доказана возможность выполнения оценки порядкового кальциевого индекса при НДКТ.

Данные, полученные в ходе диссертационной работы, прошли неоднократную апробацию в ходе предоставления основных положений диссертации на всероссийских и международных конгрессах. По материалам диссертации автором опубликовано 4 печатные работы в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией РФ. Опубликованные статьи полностью отражают результаты и основные положения диссертации.

Таким образом, основные положения, выводы и практические рекомендации диссертационного исследования Силина А. Ю. основаны на тщательном анализе данных, полученных автором, и их научное обоснование сомнений не вызывает.

### **Научная новизна**

У 200 пациентов проведена оценка визуализации патологических изменений при НДКТ в сочетании с МИР в сравнении с данными компьютерной томографии со стандартной дозой (СДКТ). В ходе работы разработаны низкодозные протоколы КТ-сканирования с разной лучевой нагрузкой: НДКТ 0,5 и НДКТ 1. Оценены объективные критерии качества изображения НДКТ: «шум» и соотношение контраст-шум; и субъективные критерии визуализации патологических изменений врачами-рентгенологами по шкале Лайкерта.

Впервые протестированы клинически протоколы НДКТ в сочетании с МИР, выработан алгоритм выбора протокола НДКТ в зависимости от массы тела пациента, доказана диагностическая точность получаемых НДКТ-изображений. Впервые на основании выполненных исследований доказана возможность определения значений порядкового кальциевого индекса при НДКТ с использованием МИР с правильной стратификацией пациентов по уровню риска.

### **Практическая значимость**

Разработанные в ходе проведенной работы протоколы НДКТ 0,5 и НДКТ 1 позволяют снизить дозу облучения при КТ-исследовании на 60-70%. Автором доказана диагностическая точность полученных изображений, что позволяет снизить лучевую нагрузку на пациентов без снижения диагностического качества КТ-исследований. В ходе работы автором предложен персонализированный подход к выбору протокола НДКТ исходя из массы тела пациента, что отражает современные тренды индивидуального подхода к пациентам. Доказана возможность дополнительного получения информации из НДКТ-изображений с помощью расчета кальциевого индекса и стратификации пациентов по группам сердечно-сосудистого риска.

### **Структура диссертационной работы**

Работа изложена на 109 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, результатов собственного исследования, их обсуждения, выводов и практических рекомендаций, содержит 26 рисунков и 31 таблицу. Список литературы содержит 162 источников, из них 17 отечественных, иностранных – 145.

Во **введении** излагается актуальность темы исследования, научная новизна, практическая значимость, сформулированы цель, задачи и основные положения работы, выносимые на защиту. Настоящее научное исследование ставило целью разработать персонализированный протокол НДКТ в сочетании с МИР при КТ-исследовании органов грудной клетки. Задачи полностью раскрывают цель исследования. Научная новизна и практическая значимость диссертационной работы детально изложены и отражают положения, выносимые на защиту.

**Глава 1. Современные вопросы и проблемы оптимизации дозы облучения при КТ органов грудной клетки** посвящена современным проблемам лучевой нагрузки при КТ-исследовании органов грудной клетки. Автор излагает актуальность озвученной проблемы, подкрепляя ее статистическими данными, излагает основные пути снижения лучевой нагрузки при компьютерной томографии.

На основании литературного анализа автор выделяет проблему разработки персонализированного НДКТ-протокола, направленного не на узкую клиническую задачу, а подходящего для обследования широкой группы пациентов.

В ходе анализа литературных данных автором приведены

объективные и субъективные критерии оценки качества КТ-изображения и их определение, озвучены основные пути снижения лучевой нагрузки при КТ-исследовании, объяснены принципы действия итеративных реконструкций. В результате разбора данных научных публикаций автором подробно изложены возможности и пути применения МИР при различных клинических задачах и областях сканирования.

## **Глава 2. Материалы и методы исследования**

Клинический материал основан на изучении результатов СДКТ и НДКТ 230 пациентов, обратившихся в ООО «Клинический госпиталь на Яузе».

Для подтверждения снижения дозы облучения при использовании разработанных НДКТ-протоколов автор провел экспериментальное исследование с использованием антропоморфного фантома человеческого тела, специализированного калибровочного фантома и рентгеновских дозиметров.

Для оценки качества визуализации патологических изменений и нормальных структур автором было проведено сравнение КТ-изображений при СДКТ и НДКТ у 200 пациентов, оценены объективные и субъективные критерии оценки качества КТ-изображений. Для оценки влияния на стратификацию риска сердечно-сосудистых заболеваний проведено сравнение между распределением пациентов по шкале Агатстона и по шкале порядкового кальциевого индекса, рассчитанного при НДКТ с МИР.

**Глава 3. Результаты экспериментальных исследований на специализированных фантомах** представляет результаты собственного экспериментального исследования.

В ходе выполнения экспериментального исследования автором выявлено снижение дозы облучения на 75-90% от исходной как по данным, полученным с компьютерного томографа, так и по данным дозиметрического исследования. Выявлены низкие значения показателя «шум» и высокие значения соотношения «контраст-шум» при использовании НДКТ в сочетании с МИР. Пространственное разрешение КТ-изображения и визуальное отображение легочных структур было оценено как удовлетворительное.

Глава 4. Результаты клинических исследований представляет данные собственного клинического исследования. В ходе исследования выявлено удовлетворительное качество изображения при НДКТ 0,5 и НДКТ 1, таких как очаги солидного характера, участки консолидации, ателектазы, плевральные полости, перикард, поэтому выявление

порогового значения массы тела пациента для выбора подходящего НДКТ-протокола оценивалось на следующих показателях: очаги матового стекла, участки повышения воздушности легочной ткани, кальцинаты в паренхиме легких, изменения лимфатических узлов средостения. В результате работы установлено, что протокол НДКТ 0,5 предоставляет удовлетворительно качество КТ-изображения для пациентов с массой тела менее 52 кг, в то время как для остальных пациентов рекомендуется применения протокола НДКТ 1.

Заключение написано на 11 страницах машинописного листа. В данном разделе автором кратко изложены основные результаты работы, дающие представление о проведенном научном исследовании.

Приводимые выводы вытекают из 3 поставленных задач и полученных результатов работы, носят конкретный характер и включают основные итоги работы.

Практические рекомендации включают основные положения диссертационной работы и отражают принципы персонифицированного подхода для выбора протокола НДКТ-сканирования и подбора дозы облучения у пациентов, направленных на КТ-исследование органов грудной клетки.

Список сокращений охватывает все термины, используемые в работе, и позволяют проще воспринимать содержание диссертации, не перегружая ее.

Список литературы содержит 162 источника, из них 17 отечественных, иностранных – 145.

Принципиальные замечания по содержанию и оформлению диссертационного исследования отсутствуют.

### **Публикации**

По теме диссертационной работы опубликовано 4 печатные работы в журналах, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией РФ.

### **Заключение**

Диссертация Силина А. Ю. на тему: «Низкодозная компьютерная томография в сочетании с модельной итеративной реконструкцией при исследовании органов грудной клетки в условиях первичного звена здравоохранения», представленная на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 3.1.25. Лучевая диагностика является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение актуальной научной задачи –

