

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Кокушина Дмитрия Николаевича «Принципы применения системы активной оптической 3D-КТ навигации при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом», представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.01.15 – «травматология и ортопедия»

### **Актуальность исследования.**

Хирургическая коррекция деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом остается актуальной и важной проблемой до настоящего времени в связи с отсутствием этиопатогенетического воздействия на сколиотическую болезнь. Применение многоопорных транспедикулярных систем в хирургическом лечении деформаций позвоночника при идиопатическом сколиозе имеет преимущество в сравнении с гибридными и ламинарными конструкциями, обусловленное достижением значительной величиной коррекции имеющейся деформации во всех трех плоскостях, сохранением достигнутого результата лечения в отдаленном послеоперационном периоде. Использование навигационной ассистенции при установке транспедикулярных опорных элементов в деформированные позвонки, вовлеченные в дугу искривления, при хирургической коррекции идиопатического сколиоза у детей, позволяет существенно увеличить возможность корректности положения винтов, и значительно уменьшить риск возможных осложнений, ассоциированных с транспедикулярной фиксацией.

Существуют различные виды навигационного контроля, используемые в настоящее время в ходе хирургического вмешательства у пациентов с патологией позвоночника. Основными из них являются 2D-флюоронавигация, 3D-флюоронавигация, 3D-КТ-навигация с регистрацией по анатомическим ориентирам и интраоперационная 3D-КТ- навигация. Использование интраоперационной 3D-КТ навигации, обладающей наибольшей точностью при установке транспедикулярных винтов в ходе оперативного вмешательства

ограничено высокой стоимостью применяемого оборудования, малой доступностью, повышенным риском контаминации операционного поля и увеличением лучевой нагрузки для пациента при многоуровневой регистрации.

Данные специальной литературы по использованию системы оптической 3D-КТ навигации при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом в настоящее время носят разрозненный и не систематизированный характер. Аспекты применения 3D-КТ навигации у детей не определены и не изучены.

Отсутствие систематизированного алгоритма применения системы активной оптической 3D-КТ навигации при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом обуславливает актуальность темы диссертационного исследования Кокушина Дмитрия Николаевича.

### **Научная новизна.**

Автором предложен новый способ измерения ротации тел позвонков у детей с идиопатическим сколиозом, защищенный патентом РФ, позволяющий повысить точность определения ротации апикального позвонка и позвонков периапикальной зоны сколиотической деформации позвоночника.

Автором впервые изучены особенности анатомо-антропометрического строения костных структур позвонков у детей с идиопатическим сколиозом в программе SpineMap 3D навигационной станции. Установлена неизвестная ранее закономерность изменения анатомо-антропометрических показателей корней дуг позвонков у детей с правосторонним идиопатическим сколиозом грудной локализации, подтвержденная свидетельством на открытие Российской Академией естественных наук и Международной академией авторов научных открытий и изобретений.

Автором доказательно обоснована новая рациональная последовательность этапов регистрации анатомических ориентиров для используемой программы в грудном и поясничном отделах позвоночника.

Разработан новый методологический подход к использованию системы активной оптической 3D-КТ навигации при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом.

### **Практическая значимость.**

В ходе диссертационного исследования выявленные анатомо-антропометрические особенности строения костных структур позвонков у детей с идиопатическим сколиозом в навигационной станции позволяют провести рациональное предоперационное планирование возможности и корректности установки транспедикулярных винтов на протяжении сколиотической дуги деформации.

Автором определен оптимальный набор референтных точек, используемых при регистрации по анатомическим ориентирам, в грудном и поясничном отделах позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом, позволяющий получить высокую точность интраоперационной регистрации.

Доказано, что проведение интраоперационной регистрации по анатомическим ориентирам и поверхности костных структур задней опорной колонны позвонков уменьшает величину среднеквадратичной погрешности ошибки.

### **Достоверность полученных результатов.**

Материал, представленный в диссертации, собран, обработан и интерпретирован лично автором. Количество и подбор инструментальных методов обследования, использованных для решения поставленных задач, свидетельствует о достаточном методологическом уровне диссертационного исследования.

Достоверность полученных результатов подтверждается данными статистической обработки материала. Известные научные методы для обоснования полученных результатов, рекомендаций и выводов автор использовал корректно. Методические приемы, примененные автором,

современны, а комплекс их вполне соответствует поставленным в работе задачам.

### **Оценка структуры и содержание работы.**

Диссертационное исследование Д.Н.Кокушина построено по традиционному типу, представляет собой законченный труд объемом 209 страниц машинописного текста. Работа состоит из введения, обзора литературы, 5 глав, посвященных описанию методов обследования и лечения пациентов с идиопатическим сколиозом, заключения, выводов и практических рекомендаций, иллюстрирована 66 рисунком и 33 таблицами. Библиографический указатель включает 172 источника литературы, из которых 35 отечественных и 137 зарубежных авторов. Работа написана хорошим литературным языком и легко читается.

Во введении обосновывается актуальность диссертационного исследования, излагаются цель и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость и положения, выносимые на защиту.

Первая глава представляет собой аналитический обзор данных научной литературы, посвященных изучению методов хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом. Достаточно полно представлен обзор эволюции дорсальных спинальных систем в хирургии деформаций позвоночника при идиопатическом сколиозе. Проведен подробный анализ современных методов установки транспедикулярных винтов и возможных осложнений, связанных с данным видом фиксации. Автором убедительно показано, что данные литературы свидетельствуют о необходимости разработки принципов применения системы оптической 3D-КТ навигации в хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом.

Во второй главе представлены материал и методы исследования. Диссертационная работа основана на анализе результатов обследования и хирургического лечения 96 пациентов: 18 (18,8%) пациентов мужского пола и

78 (81,3%) больных женского пола в возрасте от 14 до 18 лет с идиопатическим сколиозом 3 и 4 степени грудной, грудопоясничной и поясничной локализации.

С целью проведения сравнительного анализа эффективности методов установки транспедикулярных опорных элементов пациенты были разделены на две группы. Основная группа представлена 66 пациентами с идиопатическим сколиозом 3-4 степени грудной, грудопоясничной и поясничной локализации, которым установку транспедикулярных винтов выполняли с помощью системы активной оптической 3D-КТ навигации. Контрольную группу составили 30 детей с идиопатическим сколиозом аналогичной локализации, у которых установку транспедикулярных винтов осуществляли методом «свободной руки».

Автором работы подробно описано распределение пациентов в зависимости от выполненного объема хирургического вмешательства. Также разработаны и подробно описаны критерии включения и исключения, необходимые для отбора пациентов, участвовавших в исследовании.

Подробно изложены лучевой (рентгенологический и компьютерная томография), анатомо-антропометрический метод, метод оценки погрешности интраоперационной регистрации в навигационной установке, хронометрический и статистический методы, использованные диссертантом в своей работе.

Для сравнительного анализ корректности установленных транспедикулярных винтов автор использовал метод компьютерной томографии с оценкой положения винтов на основе шкалы Gertzbein. Значимая часть в диссертационной работе отведена методам исследования, связанных с навигационной установкой. Подробно описана методика проведения анатомо-антропометрического анализа в программной среде SpineMap 3D навигационной станции. Для оценки закономерностей сколиотического процесса использованы оригинальные коэффициенты асимметрии поперечного и продольного диаметров корней дуг позвонков и их площадей. Автором предложен усовершенствованный способ измерения ротации тел позвонков у

детей с идиопатическим сколиозом, задачей которого является повышение точности измерения пространственного положения позвонков апикальной и периапикальной зоны. На основании метода оценки погрешности интраоперационной регистрации в навигационной установке оценивали погрешность, полученную при регистрации по анатомическим ориентирам и по поверхности задних костных структур позвонков. При помощи хронометрического метода определяли временные характеристики работы с навигационным оборудованием в операционной. Важная роль в диссертационном исследовании отведена методам статистической обработки, включающих в себя описательные статистики, визуальный анализ диаграмм Тьюки, метод корреляционных плеяд В.П. Терентьева.

В третьей главе диссертантом представлены и хорошо проиллюстрированы особенности применения системы оптической 3D-КТ-навигации при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом, в описательном виде отражены основные принципы работы навигационной станции. В разделе 3.2. и 3.3. приведено подробное описание специфики предоперационного обследования и планирования в навигационной станции у детей с идиопатическим сколиозом. В разделе 3.4. автор достаточно наглядно показывает особенности проведения интраоперационной навигации в ходе операции. Подробно описываемые особенности и технические нюансы использования 3D-КТ навигации при коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом представляют бесспорный интерес с практической точки зрения и подготавливают читателя к восприятию материала, изложенного в последующих главах диссертационного исследования.

В четвертой главе представлены результаты проведенного анализа особенностей анатомо-антропометрического строения и пространственного взаимоотношения костных структур позвонков у детей с идиопатическим сколиозом в навигационной станции у 66 пациентов основной группы.

У 40 пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации с правосторонней направленностью Кокушиным Д.Н. обнаружена сильная корреляционная связь между величиной ротацией апикального позвонка, основным углом сколиотической деформации и коэффициентом асимметрии продольных диаметров корней дуг вершинного позвонка. Впервые выявлена закономерность, заключающаяся в значительной асимметрии правых и левых поперечных диаметров корней дуг позвонков верхнегрудного отдела позвоночника на уровне Th3-Th4 позвонков, вне зоны основной дуги искривления. Автором получено свидетельство РАЕН на открытие, подтверждающее данную закономерность. В ходе диссертационного исследования установлено, что у 26 пациентов с идиопатическим левосторонним сколиозом грудопоясничной/поясничной локализации анатомические размеры поперечных и продольных диаметров корней дуг с вогнутой и выпуклой стороны на вершине основной дуги деформации в среднем превышают 4,0 мм, что позволяет у данной категории пациентов устанавливать транспедикулярные винты.

На основании проведенного статистического сравнительного анализа коэффициентов асимметрии поперечного и продольного диаметров корней дуг и коэффициента асимметрии площадей корней дуг автором установлено достоверное отличие, заключающееся в большей выраженности асимметрии поперечных и продольных диаметров корней дуг позвонков апикальной зоны при I типе идиопатического сколиоза по Lenke в сравнении с апикальными позвонками при V типе.

Необходимо подчеркнуть, что знание анатомо-антропометрических параметров и пространственных взаимоотношений костных структур позвонков у детей с идиопатическим сколиозом играет важную роль, т.к. позволяет точно определить уровни и возможности корректной установки транспедикулярных опорных элементов металлоконструкции во время хирургического вмешательства.

В пятой главе проведен анализ результатов исследования интраоперационных протоколов работы системы активной оптической 3D-КТ-навигации у всех 66 пациентов основной группы.

Автором определены оптимальные анатомические ориентиры и количество референтных точек для регистрации в грудном и поясничном отделах позвоночника во время хирургического вмешательства у детей с идиопатическим сколиозом. Доказано, что при использовании такого количества и последовательности референтных точек значение погрешности составляет менее 1,0 мм.

В зависимости от отдела позвоночника установлено возможное количество позвонков, в которых возможно корректно сформировать костные каналы для транспедикулярной фиксации с одного уровня регистрации. Подробно изучены временные характеристики при работе с навигационной станцией на интраоперационном этапе. В ходе диссертационного исследования показано, что медиана значений времени регистрации по анатомическим ориентирам почти на всех уровнях позвонков имела значение менее 20 секунд; медиана значений времени регистрации по поверхности составляла менее 70 секунд. Время, затраченное на формирование костных каналов для транспедикулярных винтов в среднем составило менее 60 секунд. Время, затраченное в целом на проведение навигации на одно хирургическое вмешательство, составило в среднем 25,9 минут.

В шестой главе при проведении на основании шкалы S.D. Gertzbein сравнительного анализа корректности положения транспедикулярных винтов, установленных в позвонки под контролем 3D-КТ навигации и при помощи метода «свободной руки», автором достоверно показано, что корректное и стабильное положение винтов в основной группе в целом отмечено в 96% наблюдений (1119 винтов). В контрольной группе пациентов корректное положение установленных транспедикулярных опорных элементов было достоверно меньше, составив 78% (426 винтов). Во всех наблюдениях некорректное стояние винтов не вызывало неврологических нарушений.



В разделе 6.2. автором представлен алгоритм использования 3D-КТ навигации при коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом, разделенный на три этапа. Первый этап - «Предоперационное обследование и планирование в навигационной станции», описывает последовательность действий при выполнении КТ-сканирования позвоночника. Критерием корректной установки транспедикулярного винта является размер поперечного диаметра корня дуги позвонка 4,0 мм и более. Второй этап определяет последовательность действий при проведении процедуры интраоперационной регистрации с учетом анатомических особенностей грудного и поясничного отделов позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом. Третий этап, описывающий процедуру формирования каналов в телах позвонков для винтов, последовательность действий определяется отделом позвоночника и анатомо-антропометрическими особенностями корней дуг инструментируемого позвонка.

Предложенный автором алгоритм использования 3D-КТ навигации при коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом позволил улучшить результаты коррекции деформации позвоночника и достичь корректной и стабильной установки транспедикулярных опорных элементов в тела позвонков на протяжении сколиотической дуги деформации.

Заключение дает полное представление о проделанной работе, а выводы и практические рекомендации логически вытекают из результатов проведенных исследований, имеют научное обоснование, соответствуют поставленным задачам, отражают основные положения диссертации и аргументированы фактическим материалом, а рекомендации могут быть использованы в работе практических врачей.

По теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 5 статей в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ.

### **Содержание автореферата.**

Автореферат диссертации написан в полном соответствии с требованиями пункта 25 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а также соответствующего национального стандарта Российской Федерации. Содержание автореферата достаточно полно отражает основные положения диссертации.

### **Замечания и вопросы по диссертационной работе.**

Диссертация имеет небольшое количество опечаток, которые, тем не менее, не уменьшают значимость данной работы.

В заключении хотелось бы задать автору следующие вопросы:

1. Автор имеет опыт установки транспедикулярных винтов с помощью системы активной оптической 3D-КТ навигации и методом «свободной руки». Как Вы считаете, с какого метода установки транспедикулярных винтов следует начинать обучение молодых врачей?
2. Позволяет ли 3D-КТ навигация визуализировать такое возможное осложнение как раскол корня дуги и смещения костного фрагмента в позвоночный канал?
3. Возможно ли применение 3D-КТ навигации при крайне тяжелых сложных деформациях, особенно в шейно-грудном отделе позвоночника?

### **Заключение.**

Диссертация Д.Н. Кокушина «Принципы применения системы активной оптической 3D-КТ навигации при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом» является научно-квалификационной работой, выполненной на достаточном материале с применением современных методов исследования и статистической обработки полученных результатов, содержит решение задачи, имеющей существенное значение для практического здравоохранения. Работа полностью соответствует специальности 14.01.15 –

