

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора медицинских наук, профессора, заведующего отделением хирургии артериальной патологии ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России и Амбатьелло Сергей Георгиевич на диссертационную работу Ли Чжи «Индивидуально-типологические особенности морфологических и биомеханических свойств сонных артерий в аспекте реконструктивной хирургии», представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия, 3.1.1. Анатомия и антопология

### Актуальность темы исследования

Анализ анатомии сонных артерий представляет собой фундаментальный аспект в контексте изучения системы кровообращения человека, поскольку данные сосуды обеспечивают гемодинамическую поддержку головного мозга, шейного региона и лицевой области. Сонные артерии классифицируются на три основные категории: общую сонную артерию (ОСА), внутреннюю сонную артерию (ВСА) и наружную сонную артерию (НСА). Эта триада артерий играет ключевую роль в обеспечении адекватного кровоснабжения жизненно важных органов и тканей, что делает их изучение особенно важным для медицинской науки и практики.

В контексте комплексного исследования сосудистой системы особое внимание следует уделить анализу качественных и количественных характеристик каротидных артерий. Необходимо также проводить оценку биомеханических параметров, учитывая индивидуальные и типологические особенности. Эти параметры демонстрируют значительную вариабельность не только между различными индивидуумами, но и в динамике возрастного развития. Такая изменчивость оказывает существенное влияние на уровень риска развития сосудистых патологий и, соответственно, на разработку эффективных стратегий их профилактики и лечения.

В России ежегодно происходит около 450 000 случаев инсульта, из которых приблизительно 35% заканчиваются летальным исходом, а 80-85% являются ишемическими. Эпидемиологические данные свидетельствуют о заболеваемости, составляющей 2,5-3,0 случая на 1000 человек, что подчеркивает высокую распространенность данного патологического состояния.

Хирургическое лечение стенозов сонных артерий, особенно каротидная эндартерэктомия, является эффективным методом профилактики ишемического инсульта. Существует несколько техник выполнения данной операции, включая использование заплаты, эверсионную

эндартерэктомию и первичное закрытие дефекта. Выбор метода зависит от множества факторов, таких как степень стеноза, морфологические характеристики атеросклеротической бляшки и анатомические особенности пациента. Глубокое понимание анатомии и гемодинамики каротидных артерий имеет критическое значение для успешного выполнения каротидной эндартерэктомии. Знание топографии нервных структур и сосудистых анастомозов в области каротидной бифуркации позволяет минимизировать риск интраоперационных осложнений, таких как повреждение нервов, гематома или артериальная диссекция.

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

Диссертационная работа выполнена на достаточном количестве клинического материала. Для достижения поставленной цели исследование было разделено на несколько этапов. Для обеспечения репрезентативности диссертационного исследования был проведен тщательный подбор математических и программных инструментов для статистической обработки данных. Использовались методы описательной, параметрической и непараметрической статистики.

В данном исследовании проводится комплексный анализ двух типов данных. Первый тип данных относится к кадаверной группе, включающей морфометрические характеристики сонных артерий, полученные на основе патологоанатомических препаратов, извлеченных из 20 трупов взрослых людей (кадаверный материал). Второй тип данных представляет собой клиническую группу, состоящую из 60 пациентов с атеросклеротическим поражением сонных артерий, которые подверглись открытому хирургическому вмешательству в "Российском Научном Центре Хирургии имени академика Б.В. Петровского". Данный подход позволяет интегрировать данные из различных источников и методологических подходов, что способствует повышению объективности и достоверности результатов исследования.

В рамках исследования для анализа данных одноосного растяжения была выполнена стандартная обработка кривых напряжение-деформация с определением модуля Юнга по участку с наибольшим постоянным наклоном. Также была выбрана нелинейная модель деформации (модель Yeoh) для описания гиперупругих свойств материалов. Применяемые методы научного анализа полностью соответствуют поставленным целям и задачам. Научные положения, сделанные выводы и рекомендации убедительно обоснованы и логически вытекают из данных, собранных автором. Все результаты исследования полностью соответствуют первичному материалу, собранному аспирантом, и являются достоверными. В работе был использован достаточный объем литературных источников.

Результатом диссертационной работы явилось разработка комплексной математической модели, предназначенной для выбора наиболее подходящего метода хирургического

вмешательства и прогнозирования результатов реконструктивных операций на сонных артериях. Эта междисциплинарная модель объединяет множество морфобиомеханических параметров, описывающих артериальные структуры, что обеспечивает высокую точность и релевантность прогнозов. Современные методы вычислительной биологии и биомеханики позволяют учитывать индивидуальные анатомические и физиологические особенности пациентов, что критически важно для повышения эффективности хирургического лечения и снижения рисков осложнений.

Автором было убедительно доказано, что модель может способствовать созданию индивидуальных стратегий хирургического вмешательства при атеросклерозе сонных артерий, учитывая уникальные морфологические и биомеханические характеристики каждого пациента. Таким образом, практические рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, являются обоснованными.

### **Достоверность и новизна исследования, полученных результатов**

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием независимых методов оценки, статистической обработкой, адекватной размеру и структуре выборки, достаточным количеством включенных в исследование наблюдений. В результате проведенного исследования впервые проведена корреляция между морфометрическими и биомеханическими характеристиками сонных артерий, что представляет значительный вклад в углубленное понимание структурно-функциональных аспектов сосудистой системы. Применение данного методологического подхода позволяет выявить сложные взаимосвязи между анатомическими параметрами и механическими свойствами сонных артерий, что открывает новые возможности для разработки интегративных стратегий их анализа.

Впервые автором разработана универсальная математическая модель обладающая высокой практической значимостью, поскольку данная модель предоставляет хирургам необходимые данные для более точного планирования оперативных вмешательств, учитывающих индивидуальные особенности каждого пациента. Это, в свою очередь, способствует минимизации рисков послеоперационных осложнений и повышению вероятности успешного восстановления.

### **Значимость для науки и практики полученных автором результатов**

Неоспоримым научным достоинством работы является тот факт, что результаты проведенной работы дополняют биомеханических характеристик сонных артерий. В результате были определены базовые параметры и выявлены различия между артериями с двух сторон, а также в зависимости от возраста и пола. Полученные данные демонстрируют статистически

значимые различия по диаметру внутренних сонных артерий (ОСА, НСА и ВСА) и углу бифуркации в зависимости от гендерной принадлежности.

В ходе настоящего исследования проведен анализ внутреннего диаметра артерий в зависимости от латеральности (правая или левая сторона) статистически значимых различий выявлено не было. Однако при изучении угла бифуркации сонных артерий были установлены достоверные различия между правой и левой сторонами, что свидетельствует о наличии латеральной асимметрии в анатомических параметрах данных сосудов.

Автором установлено, что величина эластической деформации внутренней сонной артерии (ВСА) в поперечном направлении превышает аналогичные показатели наружной сонной артерии (НСА) и общей сонной артерии (ОСА). В свою очередь, показатели растяжимости ВСА в продольном направлении оказались ниже, чем у НСА и ОСА. Эти результаты демонстрируют существенные различия в механических свойствах различных сегментов сонной артерии, что имеет важное значение для понимания патофизиологических процессов и разработки методов диагностики и лечения сосудистых заболеваний.

Для клинической практики разработана трехмерная модель, интегрирующая характеристики кровотока и потокового напряжения сосудистой стенки. Эта модель предоставляет возможность углубленного анализа воздействия атеросклеротических бляшек на гемодинамические параметры и оценку рисков, связанных с развитием сердечно-сосудистых патологий. Кроме того, она позволяет осуществлять виртуальное моделирование операции каротидной эндартерэктомии, что открывает перспективы для детального анализа потенциальных исходов хирургического вмешательства.

Эти результаты имеют важное значение для практикующих хирургов, так как глубокое понимание анатомических особенностей сонных артерий позволяет значительно повысить точность и безопасность оперативных вмешательств. Кроме того, полученные данные могут служить основой для разработки индивидуализированных подходов к лечению и профилактике атеросклеротических заболеваний, что особенно актуально в контексте растущей распространенности сердечно-сосудистых патологий.

Таким образом, диссертационная работа Ли Чжи имеет не только важное научное, но и практическое значение, направленное на решение практических задач в сердечно-сосудистой хирургии и анатомии.

Исследовательские результаты внедрены в клиническую практику Отделения сосудистой хирургии Государственного научного центра Российской Федерации ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского».

Материалы диссертации включены в научно - образовательный процесс ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет) при изучении дисциплин

«Сердечно-сосудистая хирургия», «Анатомия и антропология» по направлениям подготовки 31.05.01 Лечебное дело.

### **Соответствие диссертации паспорту специальности**

Научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 3.1.15.

Сердечно-сосудистая хирургия, а результаты проведенного исследования соответствуют области исследования специальности, конкретно пунктам:

- 5 пункт (клиническая, инструментальная, лабораторная диагностика заболеваний сердца, артериальной, венозной и лимфатической систем);
- 7 пункт (хирургическое, включая эндоваскулярное, лечение заболеваний сердца, артериальной, венозной и лимфатической систем);
- 8 пункт (профилактика, диагностика и лечение осложнений хирургических, включая эндоваскулярные, методов лечения заболеваний сердца, артериальной, венозной и лимфатической систем).

Также диссертация соответствует паспорту научной специальности 3.3.1. Анатомия и антропология, в частности:

- 7 пункт (выявление анатомо-антропометрических маркеров вероятности развития различных нозологических форм, эффективности их лечения, определение анатомо-клинических параллелей);
- 8 пункт (анатомо-топографическое обоснование новых и усовершенствование существующих диагностических и оперативных вмешательств с учетом анатомической изменчивости и компьютерного моделирования).

### **Полнота освещения результатов диссертации в печати. Количество публикаций в журналах из Перечня ВАК РФ и индексируемых в международных базах данных**

Основное содержание диссертационного исследования достаточно полно отражено в 6 научных трудах соискателя, из них: в изданиях Перечня Университета/ Перечня ВАК при Минобрнауки России – 4 статьи; в журналах, включенных в международные базы: Scopus – 1 статья; иные публикации по теме диссертационного исследования – 1 статьи.

### **Структура и содержание диссертации**

Диссертационная работа Ли Чжи состоит из введения, обзора литературы, глав «Материалы и методы исследования», «Анализ морфологических и биомеханических

результатов», «Математическое моделирование сонной артерии», «Заключение», выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы. Общий объем диссертации составляет 106 страницы. Список литературы содержит 137 источника, из которых 27 отечественных и 110 зарубежных. Диссертация иллюстрирована 8 таблицами и 30 рисунками.

Во введении автор последовательно обосновывает актуальность избранной темы, четко формулирует цель и задачи исследования, а также раскрывает научную новизну и практическую значимость работы. В рамках введения представлены основные положения, выносимые на защиту, что позволяет читателю сразу оценить методологическую и теоретическую глубину исследования.

Первая глава посвящена детальному аналитическому обзору существующей научной литературы по теме исследования. В рамках данного обзора автор выявляет нерешенные вопросы, которые требуют дальнейшего изучения, и обосновывает научную и практическую значимость проводимого исследования. Анализ охватывает широкий спектр отечественных и зарубежных публикаций, что свидетельствует о высоком уровне эрудиции автора и его способности интегрировать различные научные подходы и концепции.

Вторая глава настоящего исследования посвящена детальному анализу общей структуры и методологического подхода, примененного в рамках данного проекта. В ней представлен детальный дизайн исследования, включая описание характеристик исследуемой выборки, критериев включения, исключения и невключения участников. Также подробно рассмотрены методики и временные рамки проведения каждого этапа исследования, а также методы статистической обработки полученных данных. Настоящее исследование использует два типа данных: кадаверная группа (морфометрия сонных артерий на препаратах 20 взрослых трупов), клиническая группа (60 пациентов с атеросклеротическим поражением сонных артерий, прошедших хирургическое вмешательство в "Российском Научном Центре Хирургии имени академика Б.В. Петровского"). Представлены данные общеклинических и инструментальных методов исследования. Глава содержательна и достаточна по объему.

Третья глава посвящена собственным результатам, в ней подробно, последовательно и логично изложены полученные в ходе исследования данные. В данной главе содержится большое количество таблиц и рисунков, которые дополняют и разъясняют содержание работы. Глава 3 содержит 8 разделов, что обосновано количеством групп и набором методик исследования. Подробное разделение позволило детально изучить анатомические и морфометрические характеристики сонных артерий кадаверной и клинической группы, биомеханических характеристик сонных артерий.

Четвертая глава является логическим продолжением предыдущей, в ней отражена разработанная комплексная геометрическая модель стенозированных сонных артерий. В

процессе моделирования учитывались ключевые анатомические особенности этих сосудов, включая их физиологическую конусность и кривизну. На основе данной геометрической модели была создана детальная расчетная сетка, предназначенная для проведения численного анализа гемодинамических процессов в указанных сосудистых структурах. Данная глава объективно отражает основные положения проведенного исследования. Полученные результаты сопоставлялись с современными данными зарубежных и отечественных исследователей. В завершении автором сформулированы выводы, которые закономерно следуют из полученных результатов, соответствуют цели и задачам работы.

### **Соответствие содержания автореферата основным положениям и выводам Диссертации**

Автореферат диссертации Ли Чжи полностью отражает основные положения, выносимые автором на защиту, и выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ, изложен на 24 страницах машинописного текста и в полном объеме отражает содержание диссертации.

### **Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации**

Диссертационная работа по своей структуре отвечает всем требованиям, содержит все необходимые разделы и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, обоснованностью цели, поставленных задач и выводов основным положениям, выносимым на защиту.

Принципиальных замечаний в отношении содержания и оформления представленной диссертационной работы нет.

### **Заключение**

Диссертация Ли Чжи «Индивидуально-типологические особенности морфологических и биомеханических свойств сонных артерий в аспекте реконструктивной хирургии», представленную на соискание степени кандидата медицинских наук по специальности 3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия, 3.3.1. Анатомия и антопология, является законченным, научно-квалификационным трудом, в котором на основании выполненных автором исследований содержится решение имеющей важное медицинское и социальное значение научно-практической проблемы сердечно-сосудистой хирургии, относящейся к обеспечению возможности более глубоко изучить влияние бляшки на кровоток и оценить риски, связанные с развитием сердечно-сосудистых заболеваний, а также смоделировать операцию каротидной эндартерэктомии с последующим анализом его исходов.

Научная и практическая значимость исследования, высокий методический уровень его выполнения, несомненная новизна полученных результатов позволяют сделать вывод о том, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 16 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), утвержденного приказом ректора от 06.06.2022 г. № 0692/Р (с изменениями, утвержденными: приказом №1179/Р от 29.08.2023г., приказом №0787/Р от 24.05.2024г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Ли ЧЖИ заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 3.1.15.Сердечно-сосудистая хирургия, 3.3.1.Анатомия и антропология.

Официальный оппонент:

Ведущий научный сотрудник клинничко-диагностического отделения

ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ

Доктор медицинских наук

Амбатъелло Сергей Георгиевич

Подпись Амбатъелло Сергея Георгиевича заверяю

Ученый секретарь ФГБУ

«НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева»

Минздрава России

Доктор медицинских наук, профессор РАН



Попов Дмитрий Александрович

«01»\_12\_2025г.