

На правах рукописи

ЗАХМАТОВА
ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА

КЛИНИКО-ЛУЧЕВЫЕ СОПОСТАВЛЕНИЯ ПРИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ
ЗАБОЛЕВАНИЯХ И ПОВРЕЖДЕНИЯХ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА
ПОЗВОНОЧНИКА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ОПТИМИЗАЦИИ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Санкт-Петербург

2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные консультанты: доктор медицинских наук
Себелев Константин Иванович
доктор медицинских наук, профессор
Щедренок Владимир Владимирович

Официальные оппоненты: Савелло Виктор Евгеньевич
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой рентгенорадиологии факультета последипломного образования ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России

Трофимова Татьяна Николаевна
доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории нейровизуализации ФГБУН «Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой» Российской академии наук

Семенов Станислав Евгеньевич
доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рентгеновской и томографической диагностики ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России

Защита состоится 10 октября 2017 года в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 208.054.02 при ФГБУ «Северо-Западный федеральный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России (191014, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, д. 12)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А.Л. Поленова

Автореферат разослан 2 августа 2017 года

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор Иванова Наталия Евгеньевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Дегенеративные заболевания позвоночника и позвоночно-спинномозговая травма шейного отдела являются актуальной проблемой лучевой диагностики, неврологии, нейрохирургии и травматологии в связи с их широкой распространностью, прогрессирующим ростом за последние 20–30 лет и вовлечением преимущественно людей трудоспособного возраста (Алексеева Т.М. с соавт., 2011; Давыдов Е.А., 2013; Дулаев А.К. с соавт., 2014, 2015; Гуща А.О. с соавт., 2015; Baaj A.A. et al., 2011; Bridwell K.H. et al., 2011; Chen C. et al., 2014; Holmström A. et al., 2014).

Социально-экономическая значимость этих заболеваний обусловлена высокими экономическими потерями по временной нетрудоспособности и инвалидности, а также затратами по обязательному медицинскому страхованию и высокотехнологичной медицинской помощи (Щербук Ю.А. с соавт., 2011; Гринь А.А. с соавт., 2012; Шалыгина Л.С. с соавт., 2015; Terence M., 2015; Uche E.O. et al., 2015). Поэтому вопросам патогенеза, клиническим проявлениям, диагностике и тактике лечения дегенеративных заболеваний и повреждений шейного отдела позвоночника в научной литературе уделяется большое внимание.

Дегенеративные заболевания и повреждения шейного отдела позвоночника составляют 20–40% среди всей вертебральной патологии (Попелянский Я.Ю., 2011; Мументалер М. с соавт., 2014; Молчановский В.В. с соавт., 2015; Hasler R.M. et al., 2011). В структуре позвоночно-спинномозговой травмы на долю шейного отдела приходится до 37%, из которых две трети – повреждения нижнешейного отдела, а среди пострадавших с политравмой – от 2 до 10% (Бажанов С.П. с соавт., 2012, 2015; Бурцев А.В. с соавт., 2014; Доровских Г.Н., 2014). При этом около 60% имеют осложненную травму, множественные повреждения позвонков выявляются от 14 до 60% случаев (Гринь А.А. с соавт., 2012; Кайков А.К., 2013; Дулаев А.К. с соавт., 2014).

Несмотря на существенные различия таких нозологических форм, как дегенеративные заболевания и повреждения позвоночника, их неврологический и ортопедический синдромальный контур един и заключается в нарушении биомеханики позвоночника с возникновением нестабильности и стеноза различных структур позвоночно-двигательного сегмента, сопровождающихся развитием компрессионных синдромов (Труфанов Г.Е. с соавт., 2012, 2015; Корниенко В.Н. с соавт., 2014; Имхоф Г. с соавт., 2015; Кремер Ю., 2015; Banaszek A. et al., 2014; Awad B.I. et al., 2015). Распространенность синдрома позвоночной артерии (ПА) среди всех неврологических заболеваний составляет 3,8%, при дегенеративных заболеваниях – 30–42,5%, почти 12% компрессионных синдромов на уровне шейного отдела сопровождаются синдромом ПА (Попелянский Я.Ю., 2011; Парфенов В.А. с соавт., 2014; Никифоров А.С. с соавт., 2015; Kapural L. et al., 2011; Zhang M.C. et al., 2013).

Анатомо-топографические особенности хода ПА определяют высокую вероятность ее компрессии при повреждениях и заболеваниях вследствие

значительной подвижности шейных позвонков, небольшой величины резервных пространств в канале позвоночной артерии, а также многообразия компремирующих субстратов (фрагменты тел и дужек позвонков, разрушенные связки, остеофиты, грыжи межпозвонковых дисков и унковертебральные разрастания) (Барыш А.Е. с соавт., 2012, 2014; Ahn M.W. et al., 2011; Jang J.W. et al., 2011; Banić T. et al., 2014). Несмотря на разные этиологические факторы и патогенетические механизмы развития, практикующие неврологи и исследователи часто отождествляют вертебробогенный синдром ПА, в развитии которого ведущее значение принадлежит рефлекторному механизму, с вертебрально-базилярной недостаточностью, вызванной уменьшением кровоснабжения в бассейне ПА и базилярной артерии (БА) в результате эндовазальных причин (Ситель А.Б. с соавт., 2010; Новиков Ю.В. с соавт., 2015; Sultan M.J. et al., 2009; Peng B. et al., 2015).

Структурно-функциональные изменения ПА при повреждениях шейного отдела позвоночника встречаются от 19,7 до 33% случаев, а нарушение кровотока по ним может приводить в острой стадии к летальному исходу не менее, чем у 10% пострадавших (Гринь А.А., 2008; George B. et al., 2012; Ikeda K. et al., 2014; Payabvash S. et al., 2014).

Таким образом, актуальность проблемы обусловлена как увеличением числа пациентов с дегенеративными заболеваниями и повреждениями шейного отдела позвоночника, так и неспецифичностью, разнообразием их клинико-неврологической симптоматики и отсутствием единых взглядов на диагностику вертебробогенной патологии ПА.

Степень разработанности темы исследования

Применение магнитно-резонансной томографии (МРТ) и спиральной компьютерной томографии (СКТ) предоставляет возможность определить уровень, характер и степень поражения практически всех структур позвоночника и окружающих тканей, спинного мозга, сосудов и корешков спинномозговых нервов (Терновой С.К., 2012; Трофимова Т.Н. с соавт., 2015, 2017; МакКиннис Л.Н. с соавт., 2015; Мёддер У. с соавт., 2015; Холин А.В., 2017; Darras K. et al., 2015; McCutcheon L. et al., 2015). Описаны способы определения с помощью СКТ площади межпозвонковых отверстий и объема межпозвонковых каналов, углов дугоотростчатых суставов по отношению к фронтальной оси тела позвонка, степени компрессии ПА на основе измерения площади поперечного сечения отверстия ПА в норме и при дегенеративных заболеваниях (Михайлов А.Н. с соавт., 2011; Себелев К.И., 2012; Alicioglu B. et al., 2015), компрессии корешков спинномозговых нервов в межпозвонковом канале (Щедренок В.В. с соавт., 2011) и компрессии ПА с помощью СКТ и дуплексного сканирования (Щедренок В.В. с соавт., 2014). Выполнение СКТ-ангиографии (СКТ-А) и магнитно-резонансной ангиографии (МРА) позволяет выявлять стеноокклюзирующие поражения, изгибы и сужения просвета ПА, на основании которых делают заключение о компрессии артерии на определенном уровне (Khan S. et al., 2009; Alicioglu B. et al., 2015).

В настоящее время в клинической практике все шире применяется ультразвуковой метод исследования сосудистой системы в связи с его доступностью, безопасностью и экономической эффективностью (Абдуллаев Р.Я. с соавт., 2011; Савелло В.Е. с соавт., 2012; Андреева И.В. с соавт., 2013; Bertini L. et al., 2009; Seib R.K. et al., 2009; Laker S.R. et al., 2011). Выполнение методики цветового дуплексного сканирования (ЦДС) позволяет достаточно объективно и достоверно диагностировать изменения стенок и просвета артерий, их врожденные аномалии, стеноокклюзирующие поражения, экстравазальные влияния на ПА, рассчитывать линейные и объемную скоростные показатели кровотока (Куликов В.П. с соавт., 2011; Босак А.А., 2012; Тардов М.В. с соавт., 2012; Khan S. et al., 2009). Преимуществом ЦДС по сравнению с традиционным ангиографическим исследованием является возможность оценки не только локальных изменений гемодинамики в области вертебральных влияний, но и их системной гемодинамической значимости (скоростные показатели кровотока дистальнее области компрессии в V3–V4-сегментах ПА и БА), а также использование функционального подхода, позволяющего выявить экстравазальные влияния на ПА при ротационных пробах (Дическул М.Л. с соавт., 2011; Гриненко Е.А. с соавт., 2013, 2014; Чернышева Т.В., 2015; Sim E. et al., 2000; Safain M.G. et al., 2014).

Большинство авторов продолжают ориентироваться только на линейные скорости кровотока по ПА на экстракраниальном уровне без учета диаметра артерии и суммарного объемного кровотока. При этом диагностика вертебральной компрессии ПА основывается на выявлении деформаций и перегибов артерии по данным МРА, СКТ-А без определения системной гемодинамической значимости локальных воздействий (Любимов А.В., 2010; Ионова Т.А., 2011; Рудковский А.И., 2012; Калашникова Л.А. с соавт., 2013; Барыш А.Е. с соавт., 2014; Jang J.W. et al., 2011; Zhang M.C. et al., 2013).

Проведенный анализ литературных данных свидетельствует о том, что, несмотря на наличие многочисленных публикаций по изучаемой проблеме, до настоящего времени отсутствуют единые критерии и подходы оценки экстравазальной компрессии ПА по данным ультразвуковых и ангиографических методов. Не выделены основные ультразвуковые синдромы изменений гемодинамики по ПА при патологии шейного отдела, не проводились сопоставления изменений кровотока по данным ЦДС с результатами других методов лучевой диагностики.

Все вышеизложенное обуславливает актуальность темы диссертации, определяет цель и задачи настоящей работы.

Цель исследования

Оптимизация лечебно-диагностического процесса при дегенеративных заболеваниях и повреждениях шейного отдела позвоночника на основании проведения клинико-лучевых сопоставлений, анализа симптоматики патологии позвоночных артерий и разработки научно-обоснованной системы моделирования.

Задачи исследования

1. Выполнить контент-анализ научной информации о клинико-лучевой диагностике и методах лечения дегенеративных заболеваний и повреждений шейного отдела позвоночника.
2. Провести сравнительный анализ основных неврологических синдромов, характера и степени выраженности неврологического дефицита, а также нарушений жизнедеятельности с использованием стандартизованных шкал (ВАШ, ASIA, NDI, JOA, EMS и C.S. Ranawat) у пациентов с заболеваниями и повреждениями шейного отдела.
3. Осуществить сопоставление результатов методов лучевой диагностики (рентгенографии, СКТ, МРТ, дуплексного сканирования) при заболеваниях и повреждениях шейного отдела позвоночника с определением степени выраженности компрессионных синдромов и оценки изменений гемодинамики по позвоночным артериям.
4. Разработать ультразвуковые синдромы патологических изменений ПА на основании количественного посегментарного изучения кровотока по позвоночным и базилярной артериям, оценки локальных вертеброгенных влияний и их системной гемодинамической значимости, суммарного объемного кровотока по позвоночным артериям.
5. Проанализировать взаимосвязь между степенью выраженности дегенеративных изменений, различными видами повреждений по данным рентгенографии, СКТ, МРТ и нарушениями гемодинамики по позвоночным артериям, в вертебрально-базилярном бассейне (ВББ) по результатам дуплексного сканирования.
6. Оптимизировать ультразвуковую диагностику экстравазальной компрессии, степени выраженности ирритативных влияний и компенсации кровотока по позвоночным артериям и определить диагностическую информативность методики ЦДС по сравнению с другими методами лучевой диагностики.
7. Провести сравнительный анализ консервативного и хирургического методов лечения пациентов с оценкой результатов в ближайшем и отдаленном периодах.
8. На основании разработки клинико-лучевых моделей пациентов (с синдромом ПА, поражением невральных структур и без их патологии) и моделей лечения (консервативное, малоинвазивное пункционное и «открытые» операции) выполнить медико-экономическое обоснование оптимизации лечебно-диагностического процесса.

Научная новизна исследования

Диссертационная работа является первым обобщающим отечественным научным исследованием, посвященным целенаправленному изучению патологии позвоночных артерий при повреждениях и заболеваниях шейного отдела позвоночника путем разработки научно-обоснованной системы сопоставления клинико-неврологических синдромов и результатов лучевых методов исследования. На достаточном клиническом материале проведены сопоставления данных

неврологического обследования и результатов рентгенографии, СКТ, МРТ и ЦДС при дегенеративных заболеваниях и повреждениях с целью выявления общих и отличительных особенностей в каждой группе пациентов.

Впервые выделены ультразвуковые синдромы патологии ПА на основании оценки изменений ее хода, количественного определения локальной и системной гемодинамики, применения функциональных проб.

Проведен корреляционный анализ взаимосвязи между степенью выраженности дегенеративных изменений шейного отдела позвоночника, различными видами повреждений по результатам лучевых методов исследования и нарушениями гемодинамики в ВББ по данным ЦДС, что позволило выделить основные патогенетические механизмы развития вертеброгенных синдромов на шейном уровне.

Разработаны способы ультразвуковой диагностики экстравазальной компрессии позвоночной артерии (патент № 2534859 от 25.10.2013 г.), степени выраженности ирритативных влияний (патент № 2533973 от 25.09.2014 г.) и определения степени компенсации кровотока по позвоночным артериям (патент № 2501525 от 20.12.2013 г.).

Впервые проведено изучение трансформации формы извитости брахиоцефальных артерий (БЦА) при ортостатической пробе (патент № 2553925 от 25.05.2015 г.), что позволило дополнить ультразвуковые критерии диагностики гемодинамически значимой извитости и уточнить показания к ее оперативному лечению.

Сравнительный анализ показателей информативности СКТ-А, МРА и ЦДС в диагностике вертеброгенной патологии ПА позволил выявить их достоинства и недостатки и определить место каждой из них в комплексном обследовании пациентов.

Предложены клинико-лучевые модели пациентов (с синдромом ПА, поражением невральных структур и без их патологии) и модели курации (консервативная терапия, малоинвазивные функциональные вмешательства и «открытые» операции) с медико-экономическим обоснованием их использования.

Теоретическая и практическая значимость

Комплексная клинико-лучевая диагностика, включающая оценку неврологического статуса с использованием стандартизованных шкал, рентгенографию, СКТ, МРТ шейного отдела позвоночника и спинного мозга, ЦДС и ангиографию брахиоцефальных артерий, позволила установить развитие дискомедуллярного, дискорадикулярного компрессионных синдромов и вовлечение в патологический процесс ПА.

На основании проведенного исследования разработан способ диагностики экстравазальной компрессии ПА с использованием СКТ и ЦДС, а также способ определения степени выраженности ирритативных влияний и степени компенсации кровотока по ПА с помощью дуплексного сканирования, применение которых улучшает ультразвуковую диагностику поражения ПА. Предложено обследование пациентов с гемодинамически значимой извитостью

БЦА в вертикальном положении, что позволяет определить дифференцированную тактику их лечения.

Уточнены диагностические возможности ультразвуковых и ангиографических методов исследования в выявлении патологии ПА у пациентов с заболеваниями и повреждениями шейного отдела позвоночника, роль ЦДС в диагностике изменений гемодинамики по ПА и проведено сопоставление информативности этих методов.

Подробно описана семиотика различных ультразвуковых синдромов патологии ПА при заболеваниях и повреждениях, которые необходимо диагностировать при выполнении ЦДС брахиоцефальных артерий.

Выделение моделей пациентов и моделей их курации с анализом ближайших и отдаленных результатов различных применявшимся методов лечения позволило оптимизировать лечебно-диагностический процесс и получить как медицинскую, так и экономическую эффективность.

Методология и методы исследования

Методологической базой послужили работы отечественных и зарубежных ученых. Методологической основой исследования явилось последовательное применение методов научного познания. Диссертация выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. Применены клинические, инструментальные и статистические методы исследования.

Положения, выносимые на защиту

1. Анализ взаимосвязи между степенью стенозирования различных структур позвоночно-двигательного сегмента по результатам морфометрии при лучевой диагностике, ультразвуковыми синдромами по данным ЦДС, а также неврологическим дефицитом и степенью ограничения жизнедеятельности пациентов по используемым шкалам позволяет выявить основные механизмы развития клинической симптоматики и определить патогенетически обоснованную тактику лечения пациентов с заболеваниями и повреждениями шейного отдела позвоночника.

2. Синдромальный подход в ультразвуковой диагностике патологии позвоночных артерий основан на определении характера воздействия на них (деформация, ирритация, компрессия, диссекция), степени и уровня локальных экстравазальных влияний, а также количественной оценке их системной гемодинамической значимости (показатели интракраниального кровотока), позволяя минимизировать число диагностических ошибок.

3. Предложенные способы диагностики экстравазальной компрессии, степени выраженности ирритативных влияний и компенсации кровотока по позвоночным артериям предоставляют возможность увеличить информативность ультразвукового исследования при заболеваниях и повреждениях шейного отдела позвоночника.

4. Оптимизация системы лечебно-диагностического процесса включает выделение различных моделей пациентов с дегенеративными заболеваниями и повреждениями с последующим выбором модели курации в виде консервативной терапии, малоинвазивного функционального оперативного лечения и «открытого»

хирургического вмешательства. Медико-экономическое обоснование оптимизации диагностики и лечения позволяет сопоставить затраты при конкретной модели пациента и модели курации.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности результатов проведенного исследования определяется значительным и репрезентативным объемом выборки обследованных пациентов ($n=470$), применением современных методов исследования (рентгенографии, СКТ, МРТ, ЦДС), а также обработкой полученных данных адекватными методами математической статистики.

Апробация диссертационного исследования проведена на заседании научной проблемной комиссии «Нервные и психические болезни» ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России от 22.02.2017 г. (протокол № 4).

Материалы диссертации были представлены и обсуждены на: VI Съезде Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (М., 2011); XVII Российском национальном конгрессе: Человек и его здоровье (СПб., 2012); научно-практической конференции с международным участием: Илизаровские чтения (Курган, 2012); Всероссийской научно-практической конференции: Давиденковские чтения (СПб., 2011–2016); Всероссийской научно-практической конференции: Поленовские чтения (СПб., 2012–2017); 31 Международном конгрессе по малоинвазивной хирургии позвоночника (Цюрих, 2013); конгрессе международного общества малоинвазивной спинальной хирургии (Саппоро, 2013); V Всероссийской конференции: Функциональная диагностика (М., 2013); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: Неотложные состояния в вертебрологии (СПб., 2013); XVII Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильная больница: проблемы и решения» (Ленинск-Кузнецкий, 2013); юбилейной международной научно-образовательной конференции: Модернизация помощи больным с тяжелой сочетанной травмой (М., 2013); научно-практической конференции: Актуальные проблемы оказания специализированной медицинской помощи в многопрофильном стационаре. Порядки, протоколы и стандарты оказания медицинской помощи взрослому населению (СПб., 2013); конгрессе Российской ассоциации радиологов: Лучевая диагностика в реализации национальных проектов (М., 2013, 2014); Невском радиологическом форуме (СПб., 2013–2015); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: Современные технологии функциональной и ультразвуковой диагностики в клинической медицине (СПб., 2014–2017); IV конгрессе Всемирной ассоциации малоинвазивной спинальной хирургии (Париж, 2014); Международной научно-практической конференции: Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия (Новосибирск, 2014, 2015); научно-практической конференции неврологов Северо-Западного Федерального Округа Российской Федерации с международным участием: Актуальные проблемы неврологии (Сыктывкар, 2012–2014); IV Международной научно-практической конференции: Сочетанная

черепно-мозговая травма (Омск, 2014); Всероссийском национальном конгрессе лучевых диагнозов и терапевтов: Радиология (М., 2013–2015); 33 Международном конгрессе малоинвазивной спинальной хирургии (Цюрих, 2015); VI Съезде Ассоциации хирургов-вертебрологов: Вертебрология в России: перспективы, проблемы и пути решения (Краснодар, 2015); VII Всероссийском съезде нейрохирургов (Казань, 2015); III Международном конгрессе RAD-2015 (Будва, Черногория, 2015); VII Съезде Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (М., 2015); IV Международном конгрессе RAD-2016 (Ниш, Сербия, 2016).

Личное участие автора в проведенном исследовании

Тема и план диссертации, ее основные идеи и содержание разработаны лично автором на основе многолетних целенаправленных исследований. Автор самостоятельно обосновал актуальность темы диссертации, цель, задачи и этапы научного исследования; лично провел ЦДС, а также проанализировал результаты всех методов лучевой диагностики и проведенного лечения 272 пациентам с дегенеративными заболеваниями и 198 пострадавшим с повреждениями шейного отдела позвоночника, самостоятельно выполнил статистическую обработку полученных данных.

Автором лично выделены основные ультразвуковые синдромы патологии ПА и разработаны способы диагностики экстравазальной компрессии ПА, определения степени выраженности ирритативных влияний и степени компенсации кровотока по ПА, а также диагностики гемодинамической значимости извитости БЦА с помощью ортостатической пробы. На основании анализа клинического материала диссертант разработал систему оптимизации лечебно-диагностического процесса с выделением моделей пациентов и моделей их лечения. Автором самостоятельно сформулированы научные положения, выводы и практические рекомендации, написан текст диссертации и автореферата, подготовлен весь иллюстративный материал.

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую работу отделений рентгеновской компьютерной томографии и ультразвуковой диагностики ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова»; отделений ультразвуковой и лучевой диагностики ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России; отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница»; рентгенологического отделения Российского научно-исследовательского нейрохирургического института им. проф. А.Л. Поленова и отделения ультразвуковой диагностики СПб ГБУЗ «Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы».

Основные научно-практические положения диссертации используются в учебном процессе на кафедре лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России.

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 97 научных работ, из них 21 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

Основные положения и результаты диссертации изложены в монографиях: «Лицевая и головная боль. Клинико-лучевая диагностика и хирургическое лечение» (СПб., 2013); «Компьютерно-томографическая морфометрия и денситометрия при дегенеративных заболеваниях и остеопорозе позвоночника» (СПб., 2014) и в главе монографии «Заболевания позвоночника и спинного мозга: клинико-лучевая диагностика и лечение» (СПб., 2015), а также учебно-методическом пособии «Дуплексное сканирование позвоночных артерий при дегенеративных заболеваниях позвоночника» (СПб., 2011).

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы; изложена в одном томе на 422 машинописных страницах, содержит 52 таблицы, иллюстрирована 189 рисунками и 41 клиническим наблюдением. Список литературы включает 538 наименований работ, из них 250 отечественных и 288 зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Исследование основано на анализе результатов обследования и лечения 272 (57,9%) пациентов с дегенеративными заболеваниями и 198 (42,1%) – с повреждениями шейного отдела позвоночника, находившихся на обследовании и лечении в Ленинградской областной клинической больнице, городской больнице Святой преподобномученицы Елизаветы Санкт-Петербурга и Российском научно-исследовательском нейрохирургическом институте им. проф. А.Л. Поленова в период 2010–2016 гг. В качестве способа формирования выборочной совокупности была использована рандомизированная гетерогенная комбинированная выборка.

Критериями исключения явились: пациенты с гемодинамически значимыми (более 70%) стенозами и окклюзиями сонных артерий, со стеноокклюзирующими поражениями позвоночных артерий и синдромом позвоночно-подключичного обкрадывания, пациенты с аномалией Пауэрса.

Среди обследованных было 256 (54,5%) мужчин и 214 (45,5%) женщин. При повреждениях преобладали мужчины (76,3%), при дегенеративных заболеваниях – женщины (61,4%). Средний возраст составил $44,5 \pm 0,7$ лет (при травме – $38,9 \pm 1,0$ лет, при заболеваниях – $48,6 \pm 0,8$ лет). При однофакторном дисперсионном анализе определена зависимость выявленной патологии от возраста: пациенты молодого возраста травмируются чаще, с увеличением возраста увеличивается число пациентов с дегенеративными заболеваниями ($p < 0,0001$).

Основными причинами повреждений стали дорожно-транспортные происшествия (38,4%), бытовая травма (33,3%) и ныряние (19,7%).

Изолированная травма встречалась в 121 (61,1%) случае, сочетанная – у 77 (38,9%) пострадавших.

Комплексное клинико-лучевое обследование включало оценку неврологического статуса, рентгенографию, СКТ и/или МРТ позвоночника и спинного мозга на шейном уровне, СКТ-А или МРА, ЦДС брахиоцефальных артерий. Распределение пациентов по методам выполненных диагностических исследований представлено на рисунке 1 без учета обследований в послеоперационном периоде.

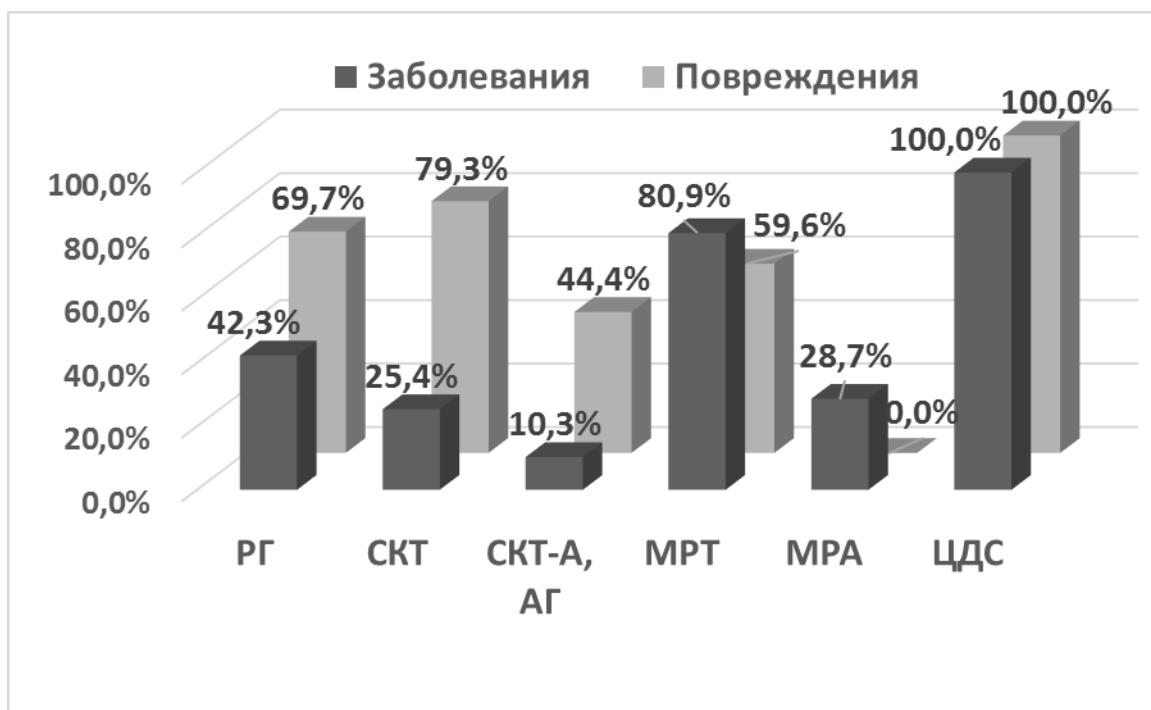


Рисунок 1. – Распределение пациентов по методам выполненных диагностических исследований (n=272 при дегенеративных заболеваниях и n=198 при повреждениях; РГ – рентгенография)

Для оценки интенсивности болевого синдрома применили визуальную аналоговую шкалу (ВАШ). Для стандартизированной оценки неврологических нарушений у пострадавших использовали шкалу Американской Ассоциации Спинальной Травмы (American Spinal Injury Association) – ASIA, с помощью которой определяли степень функционального повреждения спинного мозга. У пациентов с дегенеративными заболеваниями для оценки социально-бытовой адаптации был применен индекс нарушения жизнедеятельности при болях в шее (Neck Disability Index, NDI). Тяжесть клинических проявлений цервикальной миелопатии изучали по шкале Японской ортопедической ассоциации – JOA CMEQ (Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire) и Европейской шкале миелопатии – European Myelopathy Score (EMS). При оценке неврологической симптоматики в виде радикулопатии или миелопатии у всех обследованных была применена классификация C.S. Ranawat.

При оценке очаговой неврологической симптоматики выделили 3 основных неврологических синдрома: радикулопатия, миелопатия и миелорадикулопатия.

Дополнительно исследовали нарушения подвижности в шейном отделе позвоночника, считая нормой сгибание-разгибание в пределах 30–160°, поворот в сторону – 80–90°, наклон к плечу – до 45°.

Рентгенография шейного отдела позвоночника была выполнена у 115 (42,3%) обследованных с заболеваниями и у 138 (69,7%) пострадавших с помощью рентгенодиагностической системы с двумя рентгеновскими трубками Easy Diagnost Eleva (Philips) и цифрового рентгенодиагностического аппарата АРЦ-ОКО (Электрон) в прямой и боковой проекциях при фокусном расстоянии 0,5 м. При дегенеративных заболеваниях шейного отдела проводили спондилографию с функциональными пробами (максимальное сгибание и разгибание) для диагностики нестабильности.

Всем пострадавшим после хирургического вмешательства выполняли контрольную рентгенографию в операционной с помощью С-дуги для оценки адекватности установки трансплантата и металлических фиксирующих систем, определения величины коррекции угловой деформации позвоночного столба, а также продольного и латерального дисбаланса. В послеоперационном периоде спондилографию использовали в 60,3% при заболеваниях и в 50,4% при повреждениях. Лучевая нагрузка при рентгенографии в среднем составила 0,3–0,4 мЗв.

СКТ выполняли на мультиспиральных компьютерных томографах Asteion VP Brilliance 6S (Philips) и Aquillion 64 (Toshiba) с толщиной среза 0,5–1,0 мм. Анализ изображений включал просмотр в аксиальной плоскости, использование мультипланарных реконструкций в коронарной и сагиттальной плоскостях, а также 3D-реконструкцию. СКТ проводили преимущественно при повреждениях (79,3% – 157 пострадавших), при заболеваниях – в 25,4% (69 пациентов). Контрольная СКТ после оперативного вмешательства чаще применялась при травме (67,6% и 17,5% соответственно). Лучевая нагрузка при СКТ в среднем составила 1,5–2,5 мЗв.

МРТ выполняли на магнитно-резонансных томографах Excelart Vantage Atlas X (Toshiba) и Signa Exite (GE) с величиной магнитной индукции 1,5 Тл, использовали матричную 16-канальную катушку для головы и шеи. МРТ применяли чаще при дегенеративных заболеваниях (80,9% – 220 пациентов) для выявления структурных изменений в межпозвонковых дисках, связках и спинном мозге, а при повреждениях (59,6% – 118 пострадавших) – при подозрении на травматические грыжи, очаги ушиба (контузии) спинного мозга.

СКТ-А проводили у 73 (36,9%) пострадавших и 28 (10,3%) пациентов с заболеваниями, МРА – только при дегенеративных заболеваниях (28,7% – 78 обследованных), а катетеризационную дигитальную ангиографию – только при повреждениях (7,6% – 15 пострадавших). Исследование выполняли на ангиографической установке Innova 3100 IQ (GE) с помощью катетеризационного метода по Сельдингеру. Радиационная нагрузка при СКТ-А в среднем составила 4,5±2,0 мЗв, при АГ – 2,3±0,5 мЗв.

Возможность одновременной регистрации двумерного изображения сосуда (В-режим или дуплексное сканирование), цветового допплеровского картирования и получение кривой допплеровского спектра (Д-режим) составляют цветовое дуплексное (триплексное) сканирование. Исследование выполняли на аппаратах Sonoline G60 S (Siemens), Vivid S6 (GE) и EUB 5500 (Hitachi) с использованием мультичастотных линейных датчиков с рабочей частотой 5–10 МГц, конвексных датчиков 2–5 МГц и секторных датчиков 2–4 МГц. Определяли диаметр, состояние стенки и просвета артерии, анатомический ход и форму деформаций ПА, изучали спектральные характеристики кровотока и проводили его количественную оценку при условии выбора правильного угла локации. Количественная оценка заключалась в определении скоростных показателей кровотока (пиковая систолическая скорость кровотока (Vsist), конечная диастолическая скорость кровотока (Vd), усредненная по времени максимальная скорость кровотока (ТАМХ)) и индексов периферического сопротивления: резистентности Пурсело (RI), пульсативности Гослинга (PI) и систолодиастолического отношения Стюарта (S/D). Показатели кровотока оценивали в четырех сегментах ПА (V1–V4) и базилярной артерии.

Кроме линейной скорости кровотока рассчитывали объемную скорость кровотока (Vvol), которая варьирует в широком диапазоне в связи с разным диаметром артерий, в среднем Vvol при заболеваниях по левой ПА составила $108,1 \pm 49,7$ мл/мин, по правой ПА – $71,0 \pm 36,2$ мл/мин.

С целью определения экстравазальных влияний на ПА у пациентов с дегенеративными заболеваниями использовали функциональные пробы с поворотами головы, при этом проводили посегментарное изучение скоростных показателей кровотока по ПА на экстракраниальном (V1–V3-сегменты) и интракраниальном (V4-сегмент ПА и БА) уровнях, что позволило выявить зону локальной компрессии и определить системный дефицит кровотока.

Диагностика патологии позвоночных артерий

Оптимизированная диагностика патологии ПА заключалась в количественной оценке индексов компрессии или ирритации, а также у всех пациентов была определена степень компенсации кровотока по ПА.

Способ определения степени компрессии ПА в одноименном канале с помощью СКТ шейного отдела позвоночника и ЦДС позвоночных артерий был применен у 69 (25,4%) пациентов с заболеваниями и у 92 (46,5%) пострадавших (патент № 2534859 от 25.10.2014 г.). При СКТ проводили морфометрию с измерением площади поперечного сечения канала ПА на уровне С3–С6-позвонков с обеих сторон с использованием измерительной консоли программы визуализации Viewer; выявляли наличие и уровень стеноза и вычисляли площадь поперечного сечения канала ПА (Sk) на уровне стеноза (рисунок 2а: справа на уровне С6-позвонка $Sk = 16,5 \text{ мм}^2$). При ЦДС определяли площадь поперечного сечения ПА (Sa) на стороне патологии вне зоны стеноза (рисунок 2б: справа $Sa = 7 \text{ мм}^2$) и рассчитывали индекс компрессии (ИК) ПА по формуле $ИК = \frac{1}{3} Sk : Sa$ (рисунок 2: ИК = $16,5 : 3 : 7 = 0,79$).

Коэффициент 1/3 был подобран эмпирически, он показывает, что ПА занимает только третью часть канала, при отсутствии коэффициента соотношения площадей ПА и ее канала таковы, что компрессия ПА невозможна. При значении ИК 1,0 и более компрессия отсутствовала, при показателе от 0,99 до 0,7 диагностировали умеренную компрессию ПА, от 0,69 до 0,4 – значительную, ниже 0,4 – выраженную.

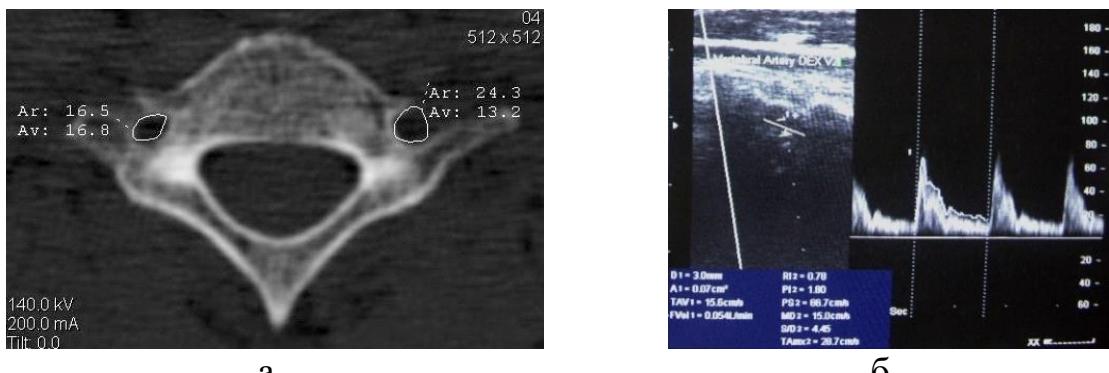


Рисунок 2. – Определение компрессии ПА с помощью СКТ (а) и ЦДС (б)

Способ определения степени компенсации кровотока по ПА (патент № 2501525 от 20.12.2013 г.) заключается в том, что при выполнении ЦДС определяли показатели линейной (ТАМХ) и объемной (Vvol) скоростей кровотока в V1 и V3-сегментах ПА. По отношению Vvol и ТАМХ в V3-сегменте к V1-сегменту судили о степени компенсации экстравазальных влияний на ПА. По формуле рассчитывали коэффициент компенсации кровотока (КК) справа и слева: $KK_{vol} = V_{vol3} : V_{vol1}$, где V_{vol3} – объемная скорость кровотока в V3-сегменте, V_{vol1} – объемная скорость кровотока в V1-сегменте; $KK_{TAMX} = V_{TAMX3} : V_{TAMX1}$, где V_{TAMX3} – усредненная по времени максимальная скорость кровотока в V3-сегменте, V_{TAMX1} – усредненная по времени максимальная скорость кровотока в V1-сегменте. При значении КК равном более 1,0 кровоток расценивали как компенсированный, 0,7–0,99 – субкомпенсированный, менее 0,7 – декомпенсированный. Определение степени компенсации кровотока по ПА позволяет судить о системной гемодинамической значимости экстравазальных влияний.

Об ирритативных влияниях на ПА судили косвенно на основании повышения индексов периферического сопротивления ($PI > 1,35$, $RI > 0,76$). При этом не учитывались пациенты с повышением индексов периферического сопротивления в системе как сонных, так и позвоночных артерий, а также у которых повышение уровня периферического сопротивления было связано с патологией интракраниальных отделов ПА. Для оценки степени выраженности ирритативных влияний (патент № 2533973 от 25.09.2014 г.) определяли усредненную по времени максимальную скорость кровотока (ТАМХ) в V3 ($TAMX_{V3}$) и V4 ($TAMX_{V4}$) сегментах, вычисляли коэффициент ирритации (Кир) по формуле: Кир = $TAMX_{V4} : TAMX_{V3}$. При значении Кир равном 0,75 и менее диагностировали выраженную ирритацию, от 0,76 до 1,09 – умеренную, от 1,1 и более – ее отсутствие.

Ортостатическая проба была применена только при дегенеративных заболеваниях у 108 (39,7%) пациентов с целью диагностики гемодинамически значимой извитости БЦА (патент № 2553925 от 25.05.2015 г.). При ЦДС в горизонтальном положении пациента определяли анатомический ход и форму деформации, оценивали ее локальную и системную гемодинамическую значимость. Затем анализировали изменения формы и гемодинамики в области извитости в вертикальном положении пациента. К гемодинамически значимым относили извитости с острыми угловыми деформациями и перегибами, наличием турбулентности кровотока в области извитости, с ускорением V_{sist} в области деформации по сравнению с проксимальным отделом артерии более 50% и со снижением дистальнее извитости более 20% по сравнению с исходной скоростью кровотока, отсутствием ортостатической трансформации формы деформации (рисунок 3).

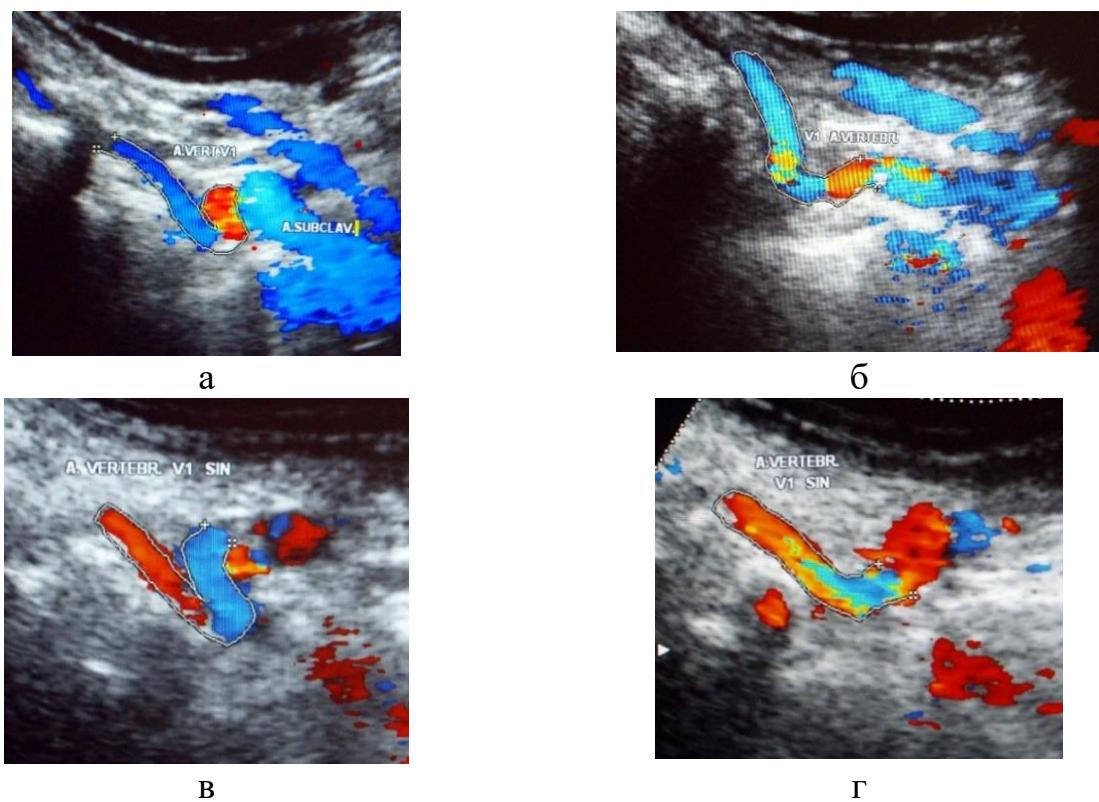


Рисунок 3. – ЦДС брахиоцефальных артерий: перегибы ПА в приусьевом отделе в горизонтальном положении (а, в) и трансформация формы извитости при ортостатической пробе (б, г)

Для оценки результатов лечения была использована шкала I. Macnab (1971) и ее модифицированный вариант (Белова А.Н. с соавт., 2010). Результат лечения в зависимости от интенсивности боли и ограничения физической активности пациента расценивали как хороший, удовлетворительный и неудовлетворительный.

В динамике обследовано 110 (40,4%) пациентов с заболеваниями и 88 (44,4%) пострадавших. Проводили оценку неврологического статуса, используя стандартизованные шкалы (ВАШ, ASIA, NDI, JOA, EMS и C.S. Ranawat),

социального статуса (наличие инвалидности, сохранение работы по прежней специальности) и выполняли ЦДС на момент выписки из стационара, через 6 мес и 1 год.

Статистическая обработка результатов исследования

Полученные результаты обследования и лечения пациентов заносили в электронные таблицы на базе Microsoft Excel-10 for Windows XP (Microsoft Corp.), статистическую обработку материала осуществляли с помощью программы STATISTICA 10 фирмы StatSoft@ Inc.

Так как в основном данные являлись качественными или порядковыми (шкалы), то для оценки их взаимодействия применяли метод таблиц сопряженности, а для проверки гипотезы о независимости – критерий Хи-квадрат. Для анализа количественных переменных в двух группах и влияния качественной переменной на количественную использовали метод однофакторного дисперсионного анализа. Для проверки влияния качественной и порядковой переменной в случае двух групп был применен непараметрический критерий Манна-Уитни. Для оценки эффективности лечения в случае качественных признаков был применен критерий Мак-Немара, а для количественных – дисперсионный анализ для повторных выборок ANOVA Repeated.

Для сравнения диагностической эффективности применяемых методов обследования определяли такие показатели, как чувствительность (Se), специфичность (Sp) и точность (Ac), что является методологией основных принципов доказательной медицины.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты клинико-лучевых сопоставлений

Клинико-неврологические проявления синдрома ПА наблюдали у 81 (29,8%) пациента только при дегенеративных заболеваниях. Большинство из них отмечали головную боль (80,2%), характерной особенностью которой была распространенность от затылочной до лобной области по типу «снимания шлема», болезненность передней или задней точек ПА (87,7%), боль в шейном отделе позвоночника (82,7%) и головокружение (84,0%); ограничение движений в шейном отделе позвоночника различного объема имело место у 65,4% пациентов, координаторные нарушения – у 64,2%.

Среди других рефлекторных, мышечно-тонических и компрессионных синдромов при их сочетании с синдромом ПА наблюдали скаленус-синдром или синдром передней лестничной мышцы Наффцигер-Тауна (17,3% – 14 пациентов), остеоартроз дугоотростчатых суставов или фасет-синдром (21,0% – 17 человек) и радикулопатию (50,6% – 41 случай).

Неврологическая симптоматика при повреждениях чаще всего была представлена цервикалгией (99,0%) и ограничением объема движений в шейном отделе позвоночника (98,5%). Синдромы компрессии невральных структур у пострадавших выявили в 46,5% (92 наблюдения), из них миелопатия составила 26,8% (53), радикулопатия – 18,2% (36) и миелорадикулопатия – 1,5% (3). Среди всех обследованных с дегенеративными заболеваниями преобладал синдром

радикулопатии (55,9% – 152 человека); миелопатия (5,1% – 14 пациентов) и миелорадикулопатия (3,7% – 10 случаев) встречались редко ($p<0,0001$).

При оценке влияния болевого синдрома на социально-бытовую адаптацию пациентов с заболеваниями по шкале NDI отсутствие изменений (0–4 балла) наблюдали в 2,9% случаев, слабо выраженные изменения (5–14 баллов) – 31,3%, умеренные (15–24 балла) – 51,8%, выраженные (25–34 балла) – 8,1%, значительные (более 34 баллов) – 5,9% ($p<0,001$). По шкале ASIA выраженные двигательные нарушения и расстройства чувствительности (категории А и В) при травме наблюдали у 17,2% пострадавших, к категории Е отнесены 53,5%, D – 22,7%, C – 6,6% ($p<0,001$).

Результаты оценки двигательных нарушений, расстройств чувствительности и функции тазовых органов по шкалам EMS, JOA и C.S. Ranawat совпали (рисунок 4): выраженный неврологический дефицит (3 степень по шкалам EMS (5–8 баллов) и JOA (0–7 баллов), III класс по шкале C.S. Ranawat) наблюдали только при повреждениях – 16,2% пострадавших по шкалам EMS, JOA и 17,2% по шкале C.S. Ranawat. При дегенеративных заболеваниях преобладали легкие нарушения: 57,7% – 1 степень по шкале EMS (13–16 баллов), 58,5% – 1 степень по шкале JOA (12–15 баллов) и 59,2% – класс II по шкале C.S. Ranawat ($p<0,001$).

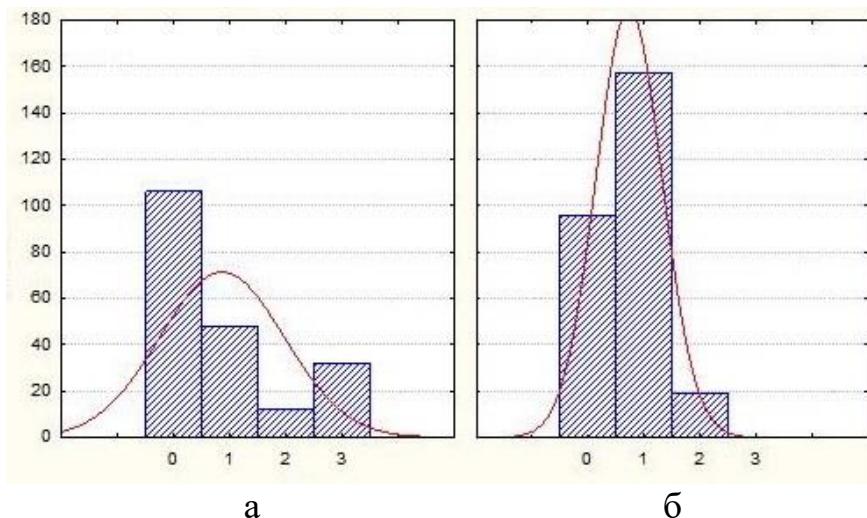


Рисунок 4. – Гистограмма распределения пациентов с повреждениями (а) и заболеваниями (б) по критериям шкал EMS и JOA (0 – нормальная функция, 1 – легкие, 2 – умеренные, 3 – выраженные нарушения)

Среди пострадавших переломы позвонков выявили у 157 (79,3%) пациентов, из них чаще встречали переломы тела и заднего опорного комплекса – 31,2% (49 пациентов); заднего опорного комплекса, включая суставные, поперечные и остистые отростки – 28,7% (45 человек); отдельно выделили перелом С2-позвонка, включая повреждения зубовидного отростка – 21,7% (34 пострадавших); $p=0,01$ (рисунок 5).

У 81 (40,9%) пострадавшего был выявлен вывих в шейном отделе позвоночника (рисунок 6), в том числе из них переломовыvих – 49,4% (40 пациентов) и подвывих – 19,8% (16 человек); $p=0,01$. Диапазон смещения

позвонков составил от 2,0 до 11,0 мм, в среднем – $4,6 \pm 0,2$ мм. Вывихи, как и переломы, чаще встречались на нижнешейном уровне (70,4 и 56,7% соответственно); $p=0,001$.

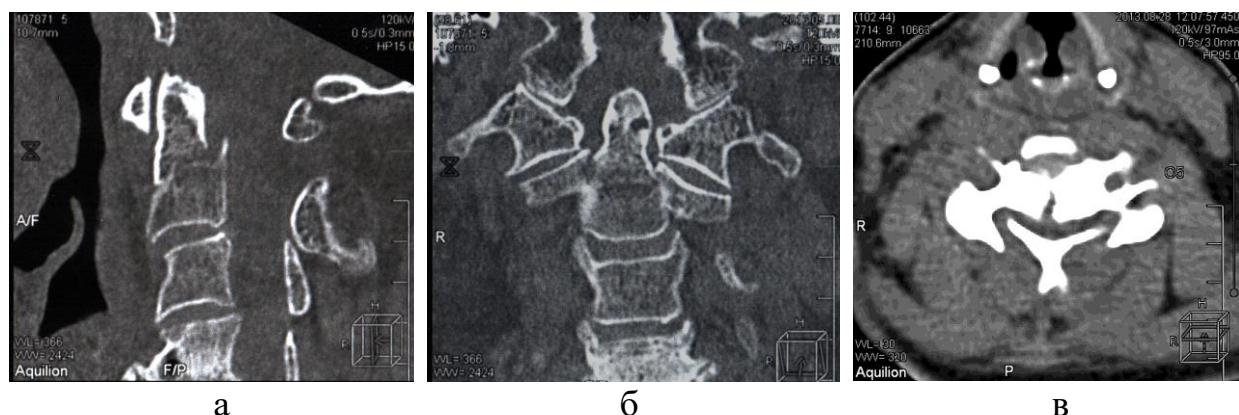


Рисунок 5. – СКТ шейного отдела позвоночника в сагittalной (а), фронтальной (б) и аксиальной (в) плоскостях: оскольчатый перелом тела С2-позвонка со смещением зубовидного отростка (а, б); компрессионно-оскольчатый перелом тела и дужек С5-позвонка со смещением отломков (в)

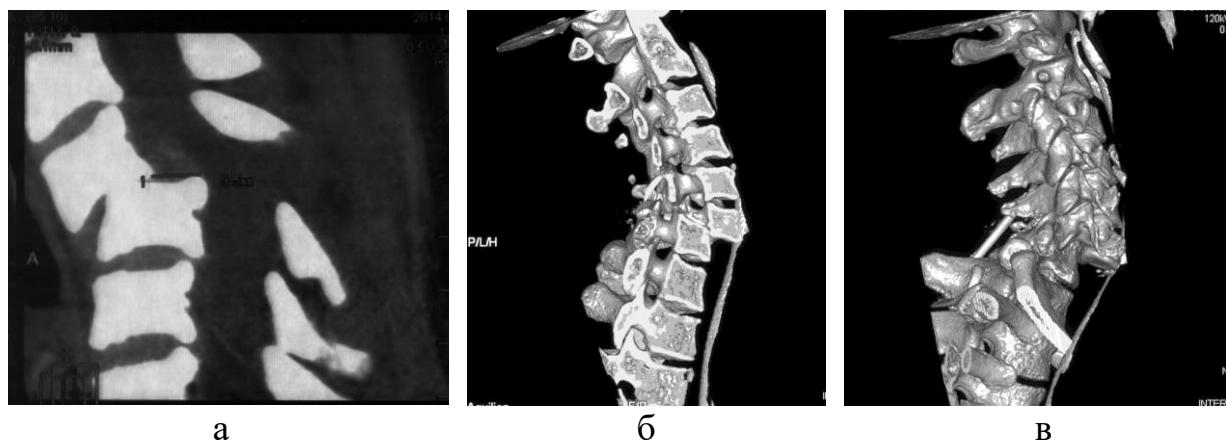


Рисунок 6. – Реконструкция СКТ шейного отдела позвоночника в сагittalной плоскости: вывих С4 (а) и С6 (б, в) позвонков

По данным МРТ, в среднем размер грыж межпозвонковых дисков у пациентов с дегенеративными заболеваниями составил $3,6 \pm 0,1$ мм, у пострадавших – $3,2 \pm 0,2$ мм ($p=0,033$). Различия по локализации и направлению грыж межпозвонковых дисков у пациентов с заболеваниями и повреждениями статистически незначимы ($p=0,17$ и $p=0,13$ соответственно).

Стеноз межпозвонковых отверстий выявили у 181 (66,5%) пациента с дегенеративными заболеваниями и 60 (30,3%) пострадавших. Выраженный (более 2/3 просвета) стеноз чаще имел место при повреждениях, чем при заболеваниях (13,3% (8) и 2,2% (4) соответственно; $p<0,001$), при умеренной (до 1/3 просвета) и средней (от 1/3 до 2/3 просвета) степенях стеноза межпозвонковых отверстий полученные различия незначимы ($p=0,14$).

Стеноз позвоночного канала обнаружили у 113 (41,5%) пациентов с дегенеративными заболеваниями и у половины пострадавших (99 человек).

Выраженный стеноз (более 60%) в 5 раз чаще встречали при травме (15,2% (15) и 3,5% (4) соответственно), умеренный (до 30%) – при заболеваниях (76,1% (86) и 61,6% (61) соответственно; $p=0,012$), при средней степени стеноза (30–60%) различия в двух группах пациентов статистически незначимы ($p=0,16$).

Компрессию спинного мозга наблюдали у 64 (23,5%) пациентов с заболеваниями и у 63 (31,8%) пострадавших. Выраженную компрессию чаще выявляли при повреждениях – 54,0% (34 пострадавших), чем при заболеваниях – 34,4% (22 пациента), а компрессию спинного мозга легкой степени – при дегенеративных заболеваниях ($p=0,0001$).

Сопоставление результатов цветового дуплексного сканирования

Диагностика патологии ПА основывалась на количественной оценке локальной и системной гемодинамической значимости экстравазальных влияний, применении функциональных проб при заболеваниях и определении суммарного объемного кровотока по позвоночным артериям. Ангиографическими признаками экстравазальной компрессии ПА являются сужение ее просвета и перегибы в канале поперечных отростков позвонков.

С помощью предложенного способа диагностики компрессии ПА установлено, что при дегенеративных заболеваниях у 53 (76,8%) пациентов компрессия ПА отсутствовала, у 16 (23,2%) обследованных выявили умеренную компрессию; значительной и выраженной компрессии не наблюдали. У пострадавших обнаружили умеренную (12,0% – 11 пациентов), значительную (10,9% – 10 случаев) и выраженную (8,6% – 8 человек) компрессию, отсутствие компрессии – у 63 (68,5%) пострадавших ($p<0,001$).

Компенсированный кровоток выявили при дегенеративных заболеваниях в 97,1% (264 пациента) слева и 96,0% (261 случай) справа, субкомпенсированный – в 2,9% (8 наблюдений) и 4,0% (11 обследованных) соответственно, декомпенсированного кровотока не наблюдали. У пострадавших компенсированный кровоток обнаружили в 87,4% (173 случая) слева и 83,3% (165 пациентов) справа, субкомпенсированный – в 8,1% (16) и 11,1% (22), декомпенсированный – в 4,5% (9) и 5,6% (11) соответственно ($p=0,0002$).

Суммарный объемный кровоток находился в пределах нормативных значений (160–180 мл и более) у большинства обследованных с дегенеративными заболеваниями (69,1% – 188 пациентов) и только у 56 (28,3%) пострадавших, на нижней границе (121–159 мл) – у 72 (26,5%) пациентов с заболеваниями и у 89 (45,0%) пострадавших, ниже допустимых значений (менее 120 мл) – у 12 (4,4%) и 53 (26,7%) соответственно ($p=0,00001$). Показатель суммарного объемного кровотока по ПА, являющийся количественным критерием степени выраженности вертебрально-базилярной недостаточности, у пациентов с заболеваниями находился в большинстве случаев (95,6%) в пределах нормативных значений.

При позвоночно-спинномозговой травме выраженную ирритацию выявили у 31 (15,7%) пострадавшего, умеренную – у 20 (10,1%), при дегенеративных заболеваниях – у 15 (5,5%) и у 31 (11,4%) пациентов соответственно ($p=0,002$).

Наряду с деформациями хода ПА в костном канале достаточно часто встречаются извитости ПА в V1-сегменте (на его протяжении или в приустьевом отделе). При исследовании в вертикальном положении пациента в 36,1% случаев гемодинамически значимые приустьевые деформации ПА изменяли свою форму, трансформируясь в гемодинамически незначимые или полностью выпрямляясь.

На основании количественного посегментарного изучения гемодинамики по ПА были выделены следующие ультразвуковые синдромы (таблица 1).

Таблица 1. – Основные ультразвуковые синдромы патологии позвоночных артерий при заболеваниях (n=272) и повреждениях (n=198)

Ультразвуковой синдром	Заболевания		Повреждения	
	Абс.	%	Абс.	%
Гемодинамически незначимая извитость	76	27,9	22	11,1
Деформация с локальной гемодинамической значимостью	51	18,8	58	29,3
Экстравазальная компрессия	–	–	18	9,1
Иrrитативные влияния	46	16,9	51	25,8
Динамическая экстравазальная компрессия	56	20,6	–	–
Диссекция и тромбоз	–	–	20	10,1
Экстравазальные влияния на уровне V3-сегмента	7	2,6	17	8,6

Отсутствие изменений хода и гемодинамики по ПА имело место лишь у 36 (13,2%) пациентов с заболеваниями и у 12 (6,0%) пострадавших. Основными ультразвуковыми синдромами являются: гемодинамически незначимая извитость, деформация хода с локальной гемодинамической значимостью, компрессия с системным дефицитом кровотока (рисунок 7), ирритативные влияния (рисунок 8), диссекция и тромбоз (рисунок 9), динамическая экстравазальная компрессия (рисунок 10), экстравазальные влияния на уровне V3-сегмента.

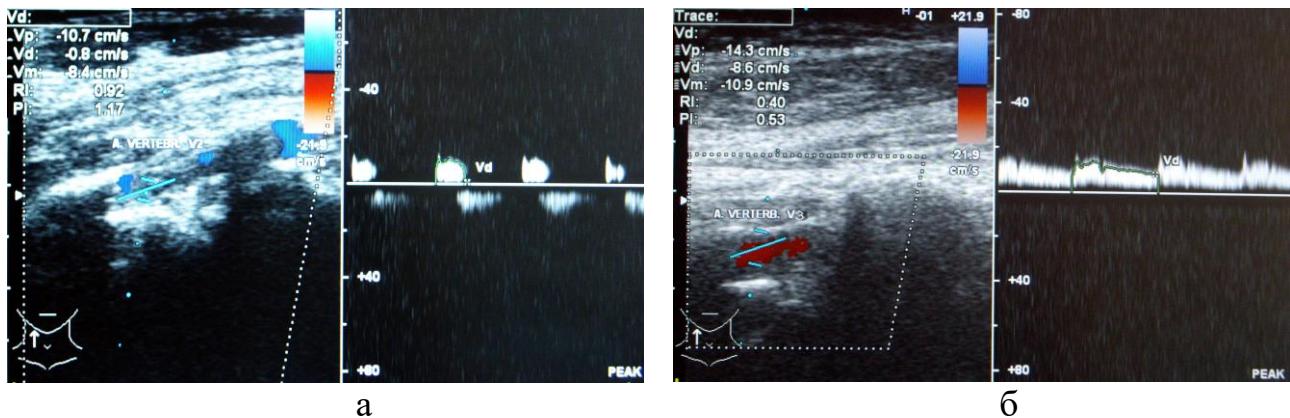


Рисунок 7. – Экстравазальная компрессия ПА со снижением скоростных показателей и выраженным повышением индексов периферического сопротивления проксимальнее области компрессии (а), низкоскоростной кровоток по типу коллатерального дистальнее зоны сдавления в V3-сегменте (б)

Травматическую диссекцию и тромбоз ПА выявили у 20 (10,1%) пострадавших, из них у 4 человек наблюдали двустороннюю диссекцию, в связи с чем общее число расслоений составило 24 случая. Диссекция локализовалась на уровне V1-сегмента (4 случая), V1–V2-сегментов (8), V2–V3-сегментов (9) и V3-сегмента (3) ПА. Характерными ультразвуковыми признаками расслоения явились отслоенная интима, гипоэхогенная интрамуральная гематома, дилатация сосуда в зоне ее формирования, стеноз или окклюзия просвета артерии (рисунок 9). Стеноз ПА выявили в 62,5% случаях, окклюзию – в 37,5%.

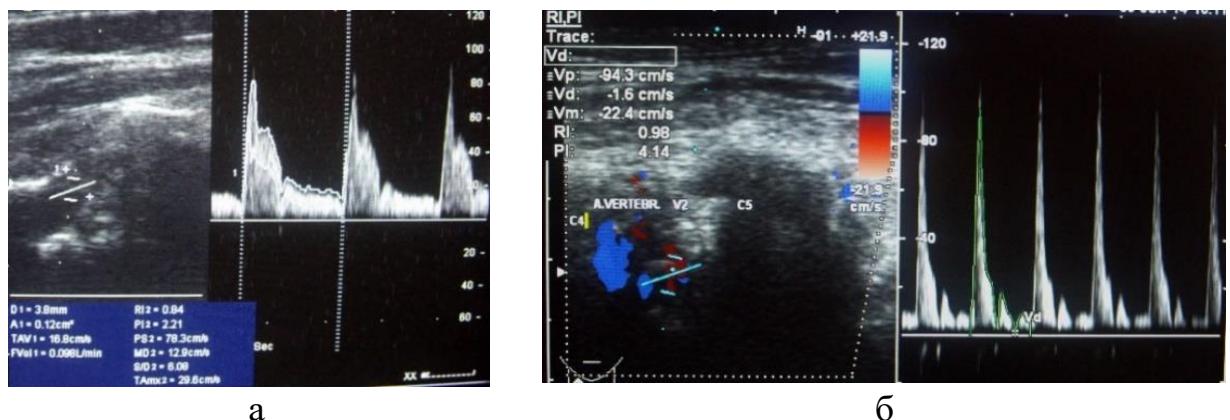


Рисунок 8. – Ирритативные влияния на ПА с повышением индексов периферического сопротивления на уровне V2-сегмента при заболеваниях (а) и повреждениях (б)

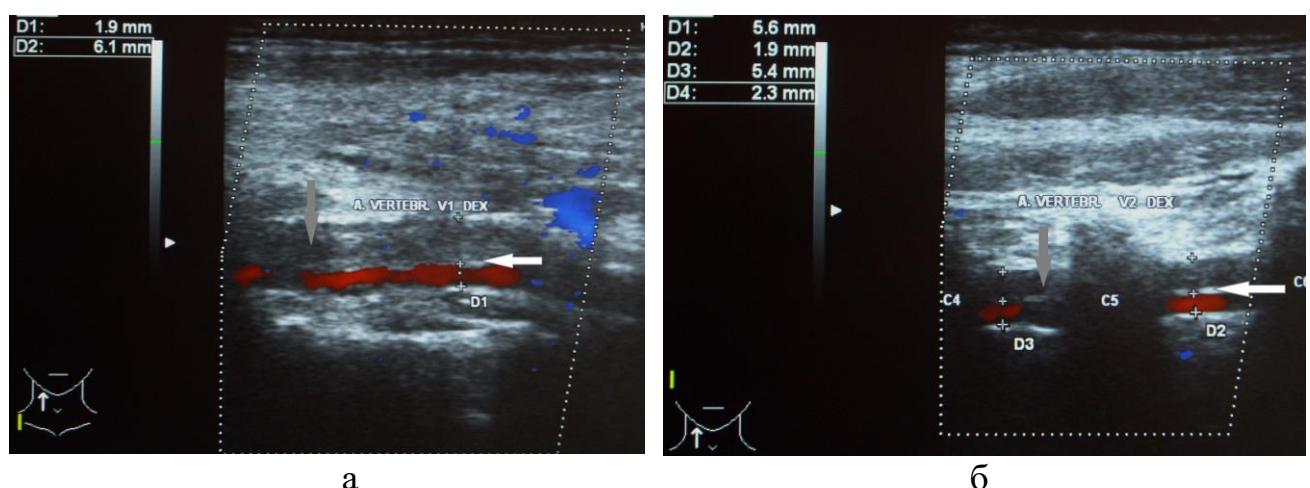


Рисунок 9. – Диссекция правой ПА в V1 (а) и V2 (б) сегментах с визуализацией отслоенной интимы (белая стрелка), интрамуральной гематомы (серая стрелка) и эктазией просвета артерии

Для динамической экстравазальной компрессии ПА было характерно гемодинамически значимое (более 30%) снижение скоростных показателей кровотока при ротационной пробе на фоне выраженного повышения индексов периферического сопротивления по типу кровотока «затрудненной перфузии». У 17 пациентов снижение кровотока в V1–V2-сегментах составило 80-95% от

исходной скорости и сопровождалось выраженным ускорением скоростных показателей в V3-сегменте, что связано с экстравазальной компрессией ПА при повороте головы на уровне субокципитального (V3) сегмента (рисунок 10).

Каждый из перечисленных синдромов характеризуется определенной ультразвуковой симптоматикой и поэтому достаточно легко дифференцируется. У большинства обследованных с заболеваниями и повреждениями шейного отдела позвоночника наблюдали сочетание ультразвукового синдрома патологии ПА с дисциркуляцией по позвоночным венам.

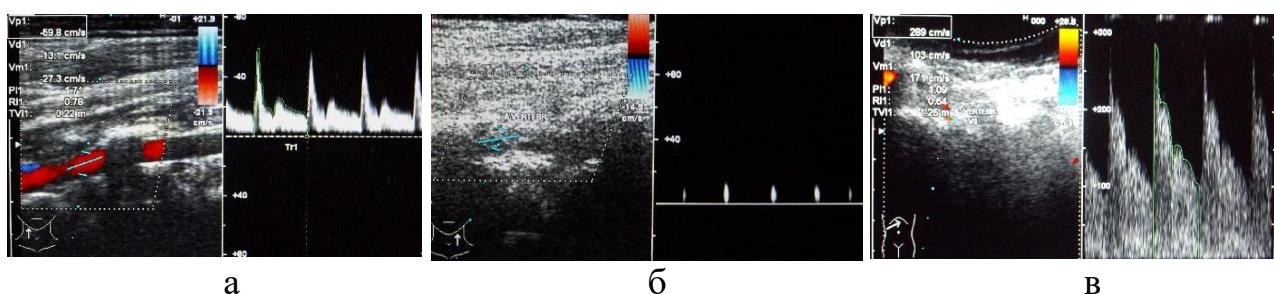


Рисунок 10. – Динамическая экстравазальная компрессия ПА в субокципитальном сегменте: скоростные показатели кровотока исходно по ПА в пределах нормативных значений (а); гемодинамически значимое снижение скорости кровотока в V2-сегменте (б) и выраженное ускорение скоростных показателей на уровне V3-сегмента (в) при ротационной пробе

Оптимизация протокола ЦДС существенно повысила диагностическую информативность методики (таблица 2).

Таблица 2. – Показатели информативности оптимизированной методики ЦДС в выявлении патологии позвоночных артерий (%)

Критерий патологии ПА	Показатель информативности		
	Se	Sp	Ac
Иrrитация	56,8	82,7	75,0
Деформация хода	95,1	91,8	92,6
Локальные вертебральные влияния	90,8	86,9	87,9
Компрессия	81,8	85,2	84,8
Диссекция	83,3	89,7	88,9
Динамическая экстравазальная компрессия	80,0	76,7	77,6

Информативность ангиографии (СКТ-А, АГ) наиболее высокая в диагностике деформации хода и диссекции ПА. Чувствительность, специфичность и точность при выявлении деформаций хода ПА составили 97,9; 95,6 и 96,6% соответственно; в диагностике диссекции у пострадавших – 90,0; 94,1 и 93,2% соответственно. СКТ-А предоставляет возможность проведения сопоставления деформации хода ПА с дегенеративными изменениями на данном уровне, что позволяет выявить морфологический субстрат вертебральных влияний.

Диагностическая эффективность ангиографии меньше в распознавании локальных экстравазальных влияний и компрессии ПА, так как она не позволяет количественно оценить градиенты параметров кровотока в области перегибов и деформаций, скоростные показатели в дистальном русле, следовательно, невозможно точно определить локальную и системную гемодинамическую значимость извитостей и ангуляций. В диагностике локальных вертебрологенных воздействий чувствительность, специфичность и точность ангиографии составили 69,5; 61,4 и 65,5% соответственно; в диагностике компрессии позвоночной артерии при травме – 77,8; 71,4 и 72,7% соответственно.

В целом показатели диагностической информативности методики ЦДС с использованием новых способов морфометрии при выявлении вертебрологенной патологии ПА сопоставимы и статистически значимо не отличаются от показателей ангиографических исследований. При повреждениях чувствительность дуплексного сканирования составила 89,4%, специфичность – 86,3%, точность – 87,9%; ангиографии – 92,1; 88,0; 90,1% соответственно. При дегенеративных заболеваниях чувствительность, специфичность и точность ЦДС и ангиографии составили 90,0; 84,1; 87,1% и 93,4; 85,3; 89,3% соответственно.

Результаты изучения взаимосвязи клинико-лучевого обследования и изменений гемодинамики по позвоночным артериям

Взаимосвязи между неврологической симптоматикой, степенью выраженности болевого синдрома по шкале ВАШ, степенью ограничения жизнедеятельности по шкале NDI и большинством ультразвуковых синдромов не выявлено ($p=0,06$, $p=0,8$ и $p=0,95$ соответственно). Зависимость установлена только в случаях синдромов ирритативных влияний ($p=0,033$) и экстравазальных влияний на уровне V3-сегмента ($p=0,047$), что свидетельствует о том, что основная клиническая симптоматика не зависит от изменений гемодинамики по ПА и обусловлена не снижением кровотока в ВББ, а является результатом рефлекторных влияний или других патогенетических причин (например, вестибулярная и кардиальная патология, дисциркуляция в системе каротидных артерий на фоне гипертонической и метаболической ангиопатии), что требует дополнительного обследования пациентов.

У пациентов с дегенеративными заболеваниями установлена зависимость между степенью ограничения жизнедеятельности по шкале NDI и степенью компрессии позвоночного канала ($p=0,005$), межпозвонковых отверстий ($p=0,002$), а также между синдромами радикулопатии, миелопатии и степенью компрессии корешков спинномозговых нервов ($p=0,015$) и спинного мозга ($p=0,022$), т.е. степень выраженности ограничения жизнедеятельности и неврологического дефицита зависят от наличия дискомедуллярного и дискорадикулярного конфликтов, что и определяло показания к хирургическим вмешательствам.

Развитие компрессии ПА напрямую зависит от степени стеноза площади поперечного сечения ее канала как при дегенеративных заболеваниях ($p=0,045$), так и при повреждениях ($p=0,025$).

Зависимости между ультразвуковыми синдромами и степенью стеноза позвоночного канала ($p=0,66$), межпозвонковых отверстий ($p=0,57$) при травме не выявлено, характер поражения ПА не зависел от степени компрессии позвоночного канала и межпозвонковых отверстий. Установлена зависимость между типом повреждения и рядом ультразвуковых синдромов при переломах тела позвонка и заднего опорного комплекса ($p<0,05$), а также при повреждениях С1–С2-позвонков – с синдромом экстравазальных влияний на уровне V3-сегмента ($p=0,023$), поэтому показанием к операции являлась осложненная травма с компрессией как невральных структур, так и поражением ПА.

При повреждениях шейного отдела позвоночника зависимости между степенью неврологических нарушений по шкале ASIA и ультразвуковыми синдромами не выявлено ($p=0,074$). Установлена зависимость между степенью стеноза позвоночного канала, межпозвонковых отверстий и степенью выраженности неврологического дефицита по шкалам ASIA ($p=0,00001$ и $p=0,045$ соответственно), EMS ($p=0,0017$ и $p=0,02$ соответственно), JOA ($p=0,006$ и $p=0,017$ соответственно) и C.S. Ranawat ($p=0,00042$ и $p=0,003$ соответственно), свидетельствующая о том, что выраженность неврологической симптоматики при травме зависит от степени компрессии корешков спинномозговых нервов и спинного мозга, как и при заболеваниях, а не от изменений гемодинамики по ПА.

Основные методы лечения и их результаты

Выбор метода лечения пациентов осуществлялся совместно с нейрохирургом на основании результатов клинико-лучевого обследования. Консервативную терапию проводили у 112 (41,2%) пациентов с дегенеративными заболеваниями и 59 (29,8%) пострадавших. Различные хирургические вмешательства, которые условно разделены на пункционные и «открытые», были предприняты в 299 (63,6%) наблюдениях. Среди малоинвазивных пункционных методов лечения, использованных только при заболеваниях, применяли медикаментозные блокады различных структур (позвоночная артерия, звездчатый узел, передняя лестничная мышца и нижняя косая мышца головы) – 58 (21,3%) случаев; дерецецию межпозвонковых дисков и дугоотростчатых суставов, чрескожную пункционную лазерную нуклеопластику – 39 (14,3%) пациентов. «Открытые» хирургические вмешательства были предприняты при заболеваниях лишь в четверти случаев (23,2% – 63 человека), а при повреждениях – у большинства (70,2% – 139 пострадавших); $p=0,0001$.

Показаниями к операции явились: осложненная травма с компрессией нервно-сосудистых образований и/или нестабильный характер перелома позвоночника. При хирургическом лечении ставились задачи максимально ранней декомпрессии, восстановления оси позвоночника, осуществление адекватного спондилодеза и фиксация уровня перелома. При заболеваниях показанием к операции служило наличие дискорадикулярного и дискомедуллярного конфликтов.

Статистически значимых отличий по уровню оперативных вмешательств при повреждениях и заболеваниях не выявили ($p=0,08$). Достоверно различались в

двух группах пациентов виды используемых хирургических техник и способы стабилизации ($p=0,0001$). При травме предпочтение отдавали передней декомпрессии с различными способами стабилизации позвоночника (аутокость, титановая пластина, кейдж, имплант из пористого никелида титана), предпринятой в 59 (42,4%) случаях. Реже (14,4% – 20 человек) выполняли переднюю микродискэктомию в сочетании с различными способами стабилизации, открытое вправление вывиха (18,0%), окципитоспондилодез (10,0%), задний спондилодез (9,4%) и переднюю декомпрессию в сочетании с задним спондилодезом (2,2%). При заболеваниях чаще всего (82,5% – 52 пациента) применяли переднюю микродискэктомию с различными способами стабилизации позвоночника, в 6 (9,5%) случаях переднюю микродискэктомию дополнили фораминотомией.

По данным ЦДС после оперативного лечения нормализацию кровотока по ПА при повреждениях наблюдали чаще, чем при дегенеративных заболеваниях (38,8 и 25,4% соответственно; $p=0,028$), а улучшение гемодинамики чаще встречали при заболеваниях (61,9 и 50,4% соответственно; $p=0,037$).

Отличный (полный регресс симптоматики) и хороший (значительное улучшение) результаты лечения к моменту выписки из стационара чаще были получены при заболеваниях, чем при повреждениях (88,6 и 46,4% соответственно; $p=0,00001$). При позвоночно-спинномозговой травме умерли 10 (5,1%) человек. Причины смерти: восходящий отек спинного мозга (4 случая), дыхательная (4) и сердечно-сосудистая недостаточность (2). При заболеваниях летальность составила 0,4% (1 пациент), причиной смерти стала тромбоэмболия легочной артерии.

При сравнении отдаленных результатов лечения отличные и хорошие результаты были получены при дегенеративных заболеваниях (89,6% через 6 мес и 90,9% через 12 мес) достоверно чаще ($p=0,0001$), чем при повреждениях (54,5 и 65,2% соответственно), что связано с изначально более выраженным неврологическим дефицитом у пострадавших. У пациентов с заболеваниями отличный и хороший результаты чаще наблюдали при хирургическом и пункционном методах лечения, чем при консервативной терапии ($p=0,033$). При травме хорошие и отличные отдаленные результаты чаще встречали у оперированных пострадавших, чем после консервативной терапии ($p=0,042$).

При дегенеративных заболеваниях модель лечения зависела от выраженности выявленных изменений невральных структур и ПА (рисунок 11). В ходе исследования выделено три степени таких изменений. Так, если синдром ПА выявлен в 81 (29,8%) случае среди всех пациентов с дегенеративными заболеваниями шейного отдела, при этом синдром радикулопатии сочетался с синдромом ПА в 41 (15,1%) наблюдении, то сочетание значительно выраженных синдрома ПА и компрессии невральных структур обнаружили лишь у 27 (9,9%) пациентов, что потребовало «открытого» хирургического вмешательства.

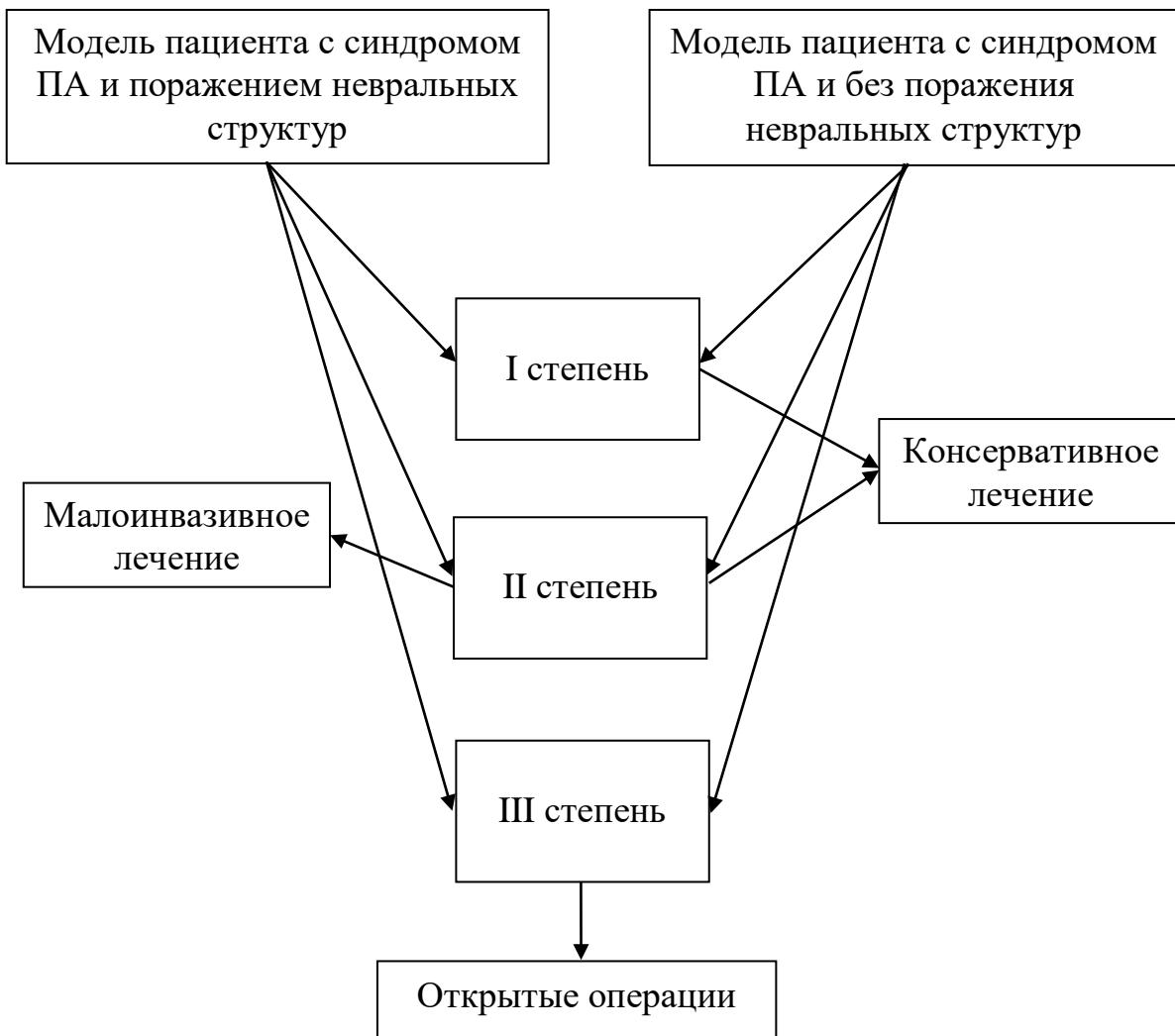


Рисунок 11. – Алгоритм выбора модели лечения при дегенеративных заболеваниях

Позвоночно-спинномозговая травма с наличием ультразвуковых признаков поражения ПА даже при отсутствии неврологических выпадений рассматривалась как осложненная травма в связи с вовлечением в патологический процесс одной из структур позвоночно-двигательного сегмента – позвоночной артерии. При повреждениях с патологией ПА возможны две модели лечения: консервативное и с применением «открытых» операций. Выбор модели лечения (рисунок 12) зависел от числа пораженных позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) и опорных столбов (A – переднего, M – среднего, P – заднего и их различного сочетания).

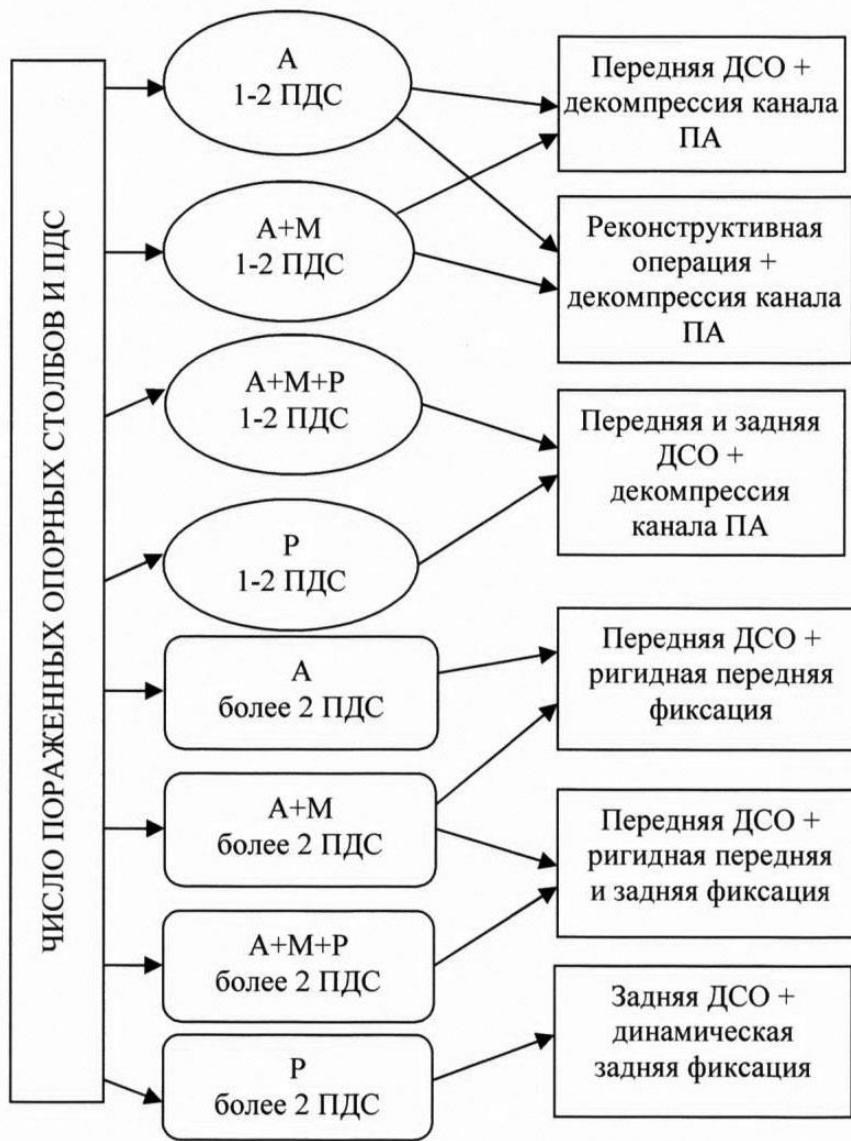


Рисунок 12. – Алгоритм выбора модели лечения при повреждениях в зависимости от числа пораженных позвоночно-двигательных сегментов и опорных столбов (ДСО – декомпрессивно-стабилизирующая операция)

Результаты оценки эффективности оптимизированного лечебно-диагностического процесса

Оценка медико-экономической эффективности проводилась совместно с профессором кафедры общественного здоровья, экономики и управления здравоохранением ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России О.В. Могучей.

С целью оценки эффективности оптимизации были проанализированы выделенные модели пациентов и соответствующие им модели курации. Медицинская эффективность предполагает степень достижения поставленных задач в лечебно-диагностическом процессе, и она оценивалась на основе результирующего подхода. Социальная эффективность определялась снижением инвалидизации в результате применения оптимизации, повышением уровня социальной адаптированности пациентов. Экономическая эффективность

зависела от выбора метода лечения на основе оптимизации, в том числе от отказа применения «открытых» хирургических вмешательств или использования малоинвазивных методов.

Экономический расчет показал, что при замене «открытой» операции на малоинвазивное функционное вмешательство имел место тот же самый положительный медицинский эффект в виде регресса болевого синдрома, неврологических выпадений, подтвержденный данными объективного и лучевого обследования, с полным восстановлением трудоспособности наряду с существенным снижением финансовых затрат на лечение.

Так, например, стоимость лечения одного пациента, которому было предпринято малоинвазивное функционное вмешательство, составила 11 599,70 руб. (по коду КСГ 640825 за выполнение малоинвазивной функционной операции – 9 558,30 руб., по коду КСГ 451050 за пребывание в стационаре – 2 041,40 руб.). При выполнении «открытой» операции стоимость лечения этого же пациента составила бы 61 204,50 руб. (по коду КСГ 651209 за выполнение операции – 13 507,40 руб., по коду КСГ нК345в за общую комбинированную анестезию – 7 107,70 руб., по коду КСГ 431010 за пребывание в палате реанимации и интенсивной терапии после вмешательства до 24 час. – 12 013,80 руб., по коду КСГ 451050 за пребывание в стационаре – 28 579,6 руб.). Таким образом, разница в стоимости составила 49 604,80 руб. без учета затрат в связи со значительно более длительными сроками временной утраты трудоспособности после «открытой» операции.

Подобная тактика была использована при курении 29 пациентов с дегенеративными заболеваниями (31,5% тех случаев, когда была показана «открытая» операция) с соответствующим положительным медицинским и экономическим эффектом. На 100 пациентов, потенциально нуждающихся в «открытой» операции, оптимизация лечебно-диагностического процесса позволяет добиться экономического эффекта в размере около 1,4 млн. руб.

Следует обратить внимание, что при курении пострадавших экономическая эффективность с минимизацией радикальности или отказе от хирургического лечения в пользу консервативного совершенно не проводилась и учитывалась лишь медицинская эффективность оптимизированной лечебно-диагностической системы.

Известно, что при гемодинамически значимой извитости БЦА показания к операции устанавливают на основании клинических данных недостаточности мозгового кровообращения и результатов ангиографических исследований. Однако оптимизация лечебно-диагностического процесса, предложенная нами, предоставляет возможность по-новому взглянуть на эту проблему. Оказалось, что результаты ЦДС с использованием ортостатической пробы свидетельствуют о том, что в трети случаев приульевая деформация ПА в вертикальном положении пациента становится гемодинамически незначимой или выпрямляется, и поэтому в ее хирургическом лечении нет необходимости.

Экономический расчет показал, что при отказе от хирургического лечения в случае ортостатической трансформации гемодинамически значимой извитости и

проводении в условиях дневного стационара адекватной консервативной терапии имел место положительный медицинский эффект с существенным снижением финансовых затрат на лечение. Стоимость консервативной терапии в условиях дневного стационара в течение 5 сут для одного пациента по коду КСГ 261220 составляет 3 355,00 руб. При выполнении высокотехнологичной операции по поводу гемодинамически значимой извитости артерии по коду КСГ вНХ026 стоимость лечения этого пациента составила бы 146 557,00 руб. Таким образом, разница в стоимости равна 142 202,00 руб. без учета затрат в связи со значительно более длительными сроками временной утраты трудоспособности после операции.

Подобная тактика была использована при курении 39 пациентов с гемодинамически значимой приусьевой извитостью ПА (36,1% тех случаев, когда было показано оперативное вмешательство) с соответствующим положительным медицинским и экономическим эффектом. На 100 пациентов, потенциально нуждающихся в оперативном лечении по поводу гемодинамически значимой извитости, оптимизация лечебно-диагностического процесса позволяет добиться экономического эффекта в размере около 5,3 млн. руб.

ВЫВОДЫ

1. Цветовое дуплексное сканирование следует рассматривать как метод выбора в диагностике вертеброгенной патологии позвоночных артерий в связи с его безопасностью, доступностью, экономичностью и высокой информативностью, данные которого в последующем определяют алгоритм диагностики и целесообразность проведения контрастных ангиографических методов обследования. Чувствительность, специфичность и точность дуплексного сканирования при дегенеративных заболеваниях и при повреждениях составили 90,0; 84,1; 87,1% и 89,4; 86,3; 87,9% соответственно.

2. При дегенеративных заболеваниях и повреждениях шейного отдела позвоночника возникает единый клинико-неврологический синдром, обусловленный деформацией или разрушением структур позвоночно-двигательного сегмента с вовлечением канала позвоночной артерии и самой артерии, при этом неврологические проявления синдрома позвоночной артерии наблюдаются только у пациентов с дегенеративными заболеваниями (29,8%). Компрессия невральных структур в виде радикулопатии и миелопатии имеет место у 64,7% пациентов с заболеваниями и у 46,5% пострадавших; при заболеваниях преобладает радикулопатия (55,9%), при повреждениях – миелопатия (26,8%).

3. Результаты лучевой диагностики показали, что размер грыж межпозвонковых дисков у пациентов с заболеваниями превышает значения у пострадавших ($p=0,033$). При повреждениях чаще, чем при дегенеративных заболеваниях, имеют место выраженный стеноз межпозвонковых отверстий (13,3% и 2,2% соответственно), позвоночного канала (15,2% и 3,5%

соответственно) и выраженная компрессия спинного мозга (54,0% и 34,4% соответственно).

4. Основными ультразвуковыми синдромами патологии позвоночных артерий являются: гемодинамически незначимая извитость, деформация хода с локальной гемодинамической значимостью, компрессия с системным дефицитом кровотока, ирритативные влияния, динамическая экстравазальная компрессия, тромбоз, диссекция и экстравазальные влияния на уровне V3-сегмента. Для дегенеративных заболеваний шейного отдела позвоночника типичными являются деформации хода позвоночных артерий и локальные вертеброгенные влияния без системного дефицита кровотока (96,0%), и только при позвоночно-спинномозговой травме встречается компрессия артерии с системным дефицитом кровотока (9,1%), а также ее диссекция и тромбоз (10,1%).

5. Применение ортостатической пробы при ультразвуковом исследовании позволяет обнаружить трансформацию формы гемодинамически значимой приустьевой деформации позвоночной артерии в 36,1% случаев в гемодинамически незначимую или ее выпрямление в вертикальном положении пациента. Выполнение ортостатической пробы может кардинально изменить показания к операции при деформации брахиоцефальных артерий, позволяя считать извитость гемодинамически незначимой, а ее хирургическую коррекцию нецелесообразной.

6. Оптимизация обследования пациентов и пострадавших с морфометрией при проведении СКТ и МРТ, количественным анализом параметров гемодинамики при дуплексном сканировании позволяет провести многогранную оценку различных структур позвоночно-двигательного сегмента, в том числе канала позвоночной артерии и сосудисто-невральных структур, включая позвоночную артерию, что улучшает ближайшие и отдаленные результаты лечения. Хорошие (значительное улучшение) и отличные (полный регресс симптоматики) результаты были получены в 89,6% наблюдений через 6 мес и в 90,9% через 12 мес при заболеваниях, а при повреждениях – в 54,5 и 65,2% соответственно.

7. На основании результатов клинико-лучевого обследования рекомендованы к рассмотрению три модели лечения: консервативное (36,4%), малоинвазивное пункционное (20,6%) и «открытые» операции (43,0%). При дегенеративных заболеваниях выявлена зависимость между рядом неврологических симптомов и ультразвуковым синдромом ирритативных влияний ($p=0,033$), которая свидетельствует о возможности применения малоинвазивных пункционных вмешательств, направленных на устранение рефлекторных воздействий. При повреждениях установлена зависимость между типом перелома и отдельными ультразвуковыми синдромами ($p<0,05$), поэтому показанием к хирургическому лечению следует рассматривать осложненную травму с компрессией как невральных структур, так и поражением позвоночной артерии.

8. У пациентов с дегенеративными заболеваниями при замене «открытой» операции на малоинвазивное пункционное вмешательство имеет место положительный медицинский эффект, подтвержденный данными клинического и

лучевого обследования, наряду с существенным экономическим эффектом, который составил 1,4 млн. руб. на 100 пациентов.

9. Экономический расчет показал, что при отказе от хирургического лечения гемодинамически значимой деформации брахиоцефальных артерий в случае ее ортостатической трансформации, экономический эффект составил 5,3 млн. руб. на 100 пациентов, потенциально нуждающихся в оперативном лечении по поводу извитости магистральных артерий шеи.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Диагностический алгоритм при дегенеративных заболеваниях и повреждениях шейного отдела позвоночника целесообразно начинать с применения методики цветового дуплексного сканирования, являющейся наиболее доступной, безопасной, высокоинформативной и позволяющей выявить характер, локализацию и степень выраженности изменений позвоночных артерий.

2. Оптимизация протокола дуплексного сканирования заключается в посегментарной количественной оценке изменений кровотока по позвоночным артериям с определением индексов степени компрессии, ирритации и компенсации кровотока, что существенно повышает диагностическую информативность ультразвукового исследования.

3. При определении гемодинамической значимости извитости брахиоцефальных артерий рекомендуется обследовать пациентов в вертикальном положении с целью выявления возможной трансформации формы деформации при ортостатической пробе и адекватном уточнении показаний к ее хирургической коррекции.

4. Отсутствие системного дефицита кровотока в вертебрально-базилярном бассейне у пациентов с дегенеративными заболеваниями при наличии неврологической симптоматики в виде цефалгии и головокружения обосновывает необходимость дальнейшего дополнительного обследования для исключения других патогенетических причин (вестибулярной и кардиальной патологии, дисциркуляции в системе каротидных артерий на фоне гипертонической или метаболической ангиопатии, аномалий краниовертебральной области и т. п.), а назначение сосудорасширяющих препаратов в данной ситуации нецелесообразно.

5. При отсутствии четкой корреляции между неврологическими и ультразвуковыми синдромами пациенты с дегенеративными заболеваниями должны быть направлены на консультацию к нейрохирургу для установления, прежде всего, дискомедуллярного или дискорадикулярного конфликтов.

6. При планировании объема оперативного лечения пострадавших с позвоночно-спинномозговой травмой следует учитывать характер (компрессия, диссекция, тромбоз) и степень выраженности поражения позвоночных артерий по данным ультразвукового исследования, которые взаимосвязаны с типом перелома позвоночника.

7. Применение дуплексного сканирования наряду с неврологическим осмотром и другими методами лучевой диагностики дает возможность оценить

результаты различных методов лечения при патологии шейного отдела позвоночника в ближайшем и отдаленном периодах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании изучения гемодинамики по позвоночным артериям у пациентов с дегенеративными заболеваниями и повреждениями шейного отдела позвоночника была разработана семиотика основных ультразвуковых синдромов патологии ПА. Применение оптимизации протокола ЦДС с определением локальной и системной гемодинамической значимости экстравазальных влияний, расчетом суммарного объемного кровотока по ПА, индексов компрессии, ирритации и компенсации кровотока существенно повышает диагностическую информативность ультразвукового исследования. Отсутствие при дегенеративных заболеваниях системного дефицита кровотока в вертебрально-базилярном бассейне, взаимосвязь между неврологической симптоматикой и большинством ультразвуковых синдромов свидетельствует о ведущем значение ирритативного механизма в развитии клинической симптоматики, а не снижении кровотока по позвоночным артериям. Поэтому у пациентов с заболеваниями целесообразно применение медикаментозных блокад и малоинвазивных функциональных методов лечения, а показанием к «открытому» оперативному лечению является наличие дискомедуллярного или дискорадикулярного конфликтов. При повреждениях встречаются компрессия ПА с системным дефицитом кровотока, а также диссекция и тромбоз ПА, поэтому при хирургическом лечении необходимо учитывать повреждение не только невральных структур, но и позвоночной артерии.

Таким образом, на основании клинико-лучевых сопоставлений, изучения патологии позвоночных артерий и моделирования разработана система оптимизации лечебно-диагностического процесса, имеющая высокий медико-экономический эффект, что позволяет рекомендовать ее к широкому использованию в практическом здравоохранении.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в проведении ЦДС брахиоцефальных артерий с одновременным изучением данных спиральной компьютерной ангиографии магистральных артерий шеи и СКТ-перфузии спинного мозга и ствола головного мозга для изучения тканевого кровотока при патологии шейного отдела позвоночника, в том числе при врожденных, онкологических, неспецифических воспалительных и инфекционных заболеваниях. Необходимо дальнейшее усовершенствование алгоритма обследования пациентов и изучение медико-экономической эффективности различных способов курации патологии шейного отдела позвоночника. Важным является внедрение ортостатической пробы при определении тактики лечения извитостей внутренних сонных артерий.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Захматова, Т. В. Роль дуплексного сканирования в диагностике экстравазальной компрессии позвоночных артерий при дегенеративных заболеваниях шейного отдела позвоночника / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, К. И. Себелев, О. В. Могучая // **Вестник хирургии им. И.И. Грекова.** – 2011. – Т. 170, № 5. – С. 38–40.
2. Захматова, Т. В. Опыт хирургического лечения стеноза позвоночного канала у больных с дегенеративными заболеваниями шейного и поясничного отделов позвоночника / О. Н. Тюлькин, В. В. Щедренок, Т. В. Захматова [и др.] // **Хирургия позвоночника.** – 2011. – № 4. – С. 69–74.
3. Захматова, Т. В. Значение дуплексного сканирования позвоночных артерий при травме шейного отдела позвоночника / К. И. Себелев, Т. В. Захматова, И. В. Зуев [и др.] // **Политравма.** – 2012. – № 4. – С. 40–45.
4. Захматова, Т. В. Контент-анализ информации о диагностике и хирургическом лечении патологии позвоночника / В. В. Щедренок, И. В. Зуев, Т. В. Захматова [и др.] // **Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова.** – 2012. – Т. 4, № 4. – С. 38–45.
5. Захматова, Т. В. Алгоритм диагностики и хирургического лечения травмы и дегенеративных заболеваний шейного отдела позвоночника (диагностика и лечение патологии позвоночника) / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, И. В. Зуев [и др.] // **Вестник хирургии им. И.И. Грекова.** – 2013. – Т. 172, № 1. – С. 65–70.
6. Захматова, Т. В. Алгоритм диагностики патологии шейного отдела позвоночника / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая [и др.] // **Биомедицинский журнал «Medline. Ru».** – 2014. – Т. 15. – С. 263–280.
7. Захматова, Т. В. Хирургическая коррекция нарушений кровообращения в позвоночной артерии при травме и дегенеративных заболеваниях / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, И. В. Зуев [и др.] // **Вестник хирургии им. И.И. Грекова.** – 2014. – Т. 173, № 1. – С. 51–53.
8. Захматова, Т. В. Сравнительный анализ гемодинамики по позвоночным артериям при травме и дегенеративных заболеваниях шейного отдела позвоночника методом цветового дуплексного сканирования / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, О. В. Могучая [и др.] // **Биомедицинский журнал «Medline. Ru».** – 2014. – Т. 15. – С. 352–365.
9. Захматова, Т. В. Новый метод диагностики компрессии позвоночной артерии с использованием спиральной компьютерной томографии и цветового дуплексного сканирования / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, О. В. Могучая // **Вестник РНЦРР.** – 2014. – № 14. – http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v14/papers/zahmatova_v14.htm.
10. Захматова, Т. В. Опыт динамической фиксации нитиноловыми имплантатами при дегенеративных заболеваниях позвоночника / И. В. Зуев, В. В. Щедренок, С. В. Орлов, Т. В. Захматова [и др.] // **Гений ортопедии.** – 2014. – № 2. – С. 30–38.

11. Захматова, Т. В. Цветовое дуплексное сканирование в диагностике компенсации кровотока по позвоночным артериям при дегенеративных заболеваниях шейного отдела позвоночника / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, О. В. Могучая // **Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии.** – 2014. – № 10. – С. 34–40.
12. Захматова, Т. В. Алгоритм хирургического лечения дегенеративных заболеваний и травмы шейного отдела позвоночника / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая [и др.] // **Биомедицинский журнал «Medline. Ru».** – 2014. – Т. 15. – С. 281–298.
13. Захматова, Т. В. Трансформация патологической извитости магистральных артерий шеи при вертикализации пациента / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, О. В. Могучая // **Медицинская визуализация.** – 2015. – № 2. – С. 36–45.
14. Захматова, Т. В. Ортостатическая трансформация извитостей магистральных артерий шеи / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, О. В. Могучая // **Вестник СЗГМУ им. И.И. Мечникова.** – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 45–51.
15. Захматова, Т. В. Дегенеративные заболевания и повреждения шейного отдела позвоночника: результаты клинико-лучевой диагностики при планировании хирургического лечения / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, О. В. Могучая // **Радиология-практика.** – 2015. – № 6. – С. 25–34.
16. Захматова, Т. В. Контент-анализ информации о клинико-лучевой диагностике повреждений и дегенеративных заболеваний шейного отдела позвоночника (обзор литературы) / Т. В. Захматова // **Радиология-практика.** – 2016. – № 4. – С. 30–41.
17. Захматова, Т. В. Патология позвоночной артерии при травме шейного отдела позвоночника / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая // **Политравма.** – 2017. – № 1. – С. 42–48.
18. Способ определения степени компенсации кровотока в позвоночной артерии: пат. 2501525 Рос. Федерация: МПК⁵¹ А 61 В 8/06 / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, К. И. Себелев, О. В. Могучая, А. М. Малова; заявитель и патентообладатель В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, К. И. Себелев, О. В. Могучая, А. М. Малова. – № 2012151349/14; заявл. 29.11.2012; опубл. 20.12.2013, Бюл. № 35 (I ч.). – 5 с.
19. Способ диагностики ирритации позвоночной артерии: пат. 2533973 Рос. Федерация: МПК⁵¹ А 61 В 8/06 / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая, К. И. Себелев, А. М. Малова; заявитель и патентообладатель В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая, К. И. Себелев, А. М. Малова. – № 2013148987/14; заявл. 01.11.2013; опубл. 27.12.2014, Бюл. № 33. – 5 с.
20. Способ диагностики компрессии позвоночной артерии в позвоночном канале: пат. 2534859 Рос. Федерация: МПК⁵¹ А 61 В 6/03 / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая, И. В. Зуев, К. И. Себелев, Н. В. Топольская, А. М. Малова; заявитель и патентообладатель В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая и [др.]. – № 2013147488/14; заявл. 25.10.2013; опубл. 10.12.2014, Бюл. № 34. – 7 с.
21. Способ диагностики патологической извитости магистральных артерий шеи: пат. № 2553925 Рос. Федерация: МПК⁵¹ А 61 В 8/00 / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая, И. В. Зуев, К. И. Себелев, А. М. Малова; заявитель и

патентообладатель В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая и [др.]. – № 2013152776/14; заявл. 28.11.2013; опубл. 25.05.2015, Бюл. № 17. – 5 с.

22. Захматова, Т. В. Дуплексное сканирование позвоночных артерий при дегенеративных заболеваниях позвоночника / А. В. Холин, Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, О. В. Могучая. – СПб.: СПбМАПО, 2011. – 18 с.

23. Захматова, Т. В. Лицевая и головная боль. Клинико-лучевая диагностика и хирургическое лечение / В. В. Щедренок, Н. В. Топольская, Т. В. Захматова [и др.]. – СПб.: ЛОИРО, 2013. – 416 с.

24. Захматова, Т. В. Цветовое дуплексное сканирование / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, О. В. Могучая // Лицевая и головная боль. Клинико-лучевая диагностика и хирургическое лечение / под ред. проф. В. В. Щедренка. – СПб.: ЛОИРО, 2013. – С. 31–50.

25. Захматова, Т. В. Синдром позвоночной артерии / В. В. Щедренок, Т. В. Захматова, О. В. Могучая // Лицевая и головная боль. Клинико-лучевая диагностика и хирургическое лечение / под ред. проф. В. В. Щедренка. – СПб.: ЛОИРО, 2013. – С. 255–287.

26. Захматова, Т. В. Компьютерно-томографическая морфометрия и денситометрия при дегенеративных заболеваниях и остеопорозе позвоночника / В. В. Щедренок, М. В. Чижова, О. В. Могучая, Т. В. Захматова [и др.]. – СПб.: ЛОИРО, 2014. – 291 с.

27. Захматова, Т. В. Цветовое дуплексное сканирование / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, О. В. Могучая // Компьютерно-томографическая морфометрия и денситометрия при дегенеративных заболеваниях и остеопорозе позвоночника / под ред. проф. В. В. Щедренка. – СПб.: ЛОИРО, 2014. – С. 113–136.

28. Захматова, Т. В. Цветовое дуплексное (триплексное) сканирование / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, А. В. Холин [и др.] // Заболевания позвоночника и спинного мозга: клинико-лучевая диагностика и лечение / под ред. проф. В. В. Щедренка. – СПб.: ЛОИРО, 2015. – С. 86–104.

29. Zakhmatova, T. V. Ultrasonic diagnosis of hemodynamics changes of vertebral arteries in case of degenerate diseases of a backbone / T. V. Zakhmatova, V. V. Shchedrenok, O. V. Moguchaya, K. I. Sebelev // Global Science and Innovation: materials of the I International Scientific Conference. – Chicago, 2013. – Vol. I. – P. 373–379.

30. Zakhmatova, T. V. Diagnostics and surgical treatment of trauma and degenerative diseases of cervical department of a backbone / V. V. Shchedrenok, O. V. Moguchaya, T. V. Zakhmatova [et al.] // Global Science and Innovation: materials of the I International Scientific Conference. – Chicago, 2013. – Vol. I. – P. 350–356.

31. Zakhmatova, T. V. Diagnostics of pathologic of tortuosity of neck magistral artery in case of repositioning of patient's body / T. V. Zakhmatova, V. V. Shchedrenok, O. V. Moguchaya // European Science and Technology: materials of the VI International research and practice conference. – Munich, 2013 – Vol. I. – P. 390–395.

32. Zakhmatova, T. V. Possibilities of the beam diagnostics at pathology of a vertebral artery / V. V. Shchedrenok, O. V. Moguchaya, T. V. Zakhmatova [et al.] // Proceedings of the Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. – Budva, 2015. – С. 105–108.

33. Zakhmatova, T. V. Value of imaging for spine surgery / V. V. Shchedrenok, O. V. Moguchaya, I. V. Zuev, T. V. Zakhmatova [et al.] // Proceedings of the Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. – Budva, 2015. – С. 113–118.
34. Захматова, Т. В. Вертебрологенный синдром позвоночной артерии: современные подходы диагностики и лечения / Т. В. Захматова, В. В. Щедренок, К. И. Себелев, О. В. Могучая // Материалы научно-практической конференции с международным участием «Медицина: достижения нового века». – Коста Брава, 2012. – С. 26–27. – (Тюменский медицинский журнал. – 2012. – № 2).
35. Zakhmatova, T. V. Optimization of beam diagnostics in respect of minimal invasive surgery in cervical DDD / O. V. Moguchaya, T. V. Zakhmatova, M. V. Chizhova [et al.] // Abstracts of the International 31-st Course for Percutaneous Endoscopic Spinal Surgery and Complementary Minimal Invasive Techniques. – Zurich, 2013. – P. 4–5.
36. Zakhmatova, T. V. Optimization of beam diagnostics in respect of minimal invasive surgery in cervical and lumbar DDD / O. V. Moguchaya, T. V. Zakhmatova, I. V. Zuev [et al.] // Abstracts of the ISMISS Japan. – Sapporo, 2013. – P. 17.
37. Zakhmatova, T. V. Improvement of beam diagnostics at cervical degenerative diseases in respect of minimal invasive surgery / V. V. Shchedrenok, T. V. Zakhmatova, O. V. Moguchaya [et al.] // Abstracts of the IV World Congress of Minimally Invasive Spine Surgery and Techniques. – Paris, 2014. – P. 15.
38. Zakhmatova, T. Value of CT-morphometry and densitometry for mini-invasive surgery / O. Moguchaya, I. Zuev, T. Zakhmatova [et al.] // Abstracts of the International 33rd Course for Percutaneous Endoscopic Spinal Surgery and Complementary Minimal Invasive Techniques. – Zurich, 2015. – P. 22.
39. Zakhmatova, T. Syndrome of a vertebral artery: diagnostics and minimal invasive surgery / V. Shchedrenok, T. Zakhmatova, I. Zuev [et al.] // Abstracts of the International 33rd Course for Percutaneous Endoscopic Spinal Surgery and Complementary Minimal Invasive Techniques. – Zurich, 2015. – P. 23.
40. Захматова, Т. В. Применение ортостатической пробы в диагностике патологической извитости магистральных артерий шеи / Т. В. Захматова // Материалы VIII Невского радиологического форума. – СПб., 2015. – С. 249–251.
41. Захматова, Т. В. Основные варианты изменений гемодинамики по позвоночным артериям при ультразвуковом исследовании / Т. В. Захматова, А. В. Холин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: Современные технологии функциональной и ультразвуковой диагностики в клинической медицине – III. – СПб., 2015. – С. 11–12.
42. Захматова, Т. В. Современные подходы лучевой и ультразвуковой диагностики патологии позвоночных артерий / Т. В. Захматова // Материалы VII Научно-образовательного форума с международным участием: Медицинская диагностика – 2015 и IX Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов: Радиология – 2015. – М., 2015. – С. 161–162. – (Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2015. – Т. 5, № 2: приложение).

43. Zakhmatova, T. Possibilities of the beam diagnostics at pathology of a vertebral artery / V. Shchedrenok, O. Moguchaya, T. Zakhmatova [et al.] // Book of Abstracts Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. – Budva, 2015. – C. 74.
44. Zakhmatova, T. Value of imaging for spine surgery / V. Shchedrenok, O. Moguchaya, I. Zuev, T. Zakhmatova [et al.] // Book of Abstracts Third International Conference on Radiation and Applications in Various Fields of Research. – Budva, 2015. – C. 75.
45. Захматова, Т. В. Роль дуплексного сканирования в диагностике патологии позвоночных артерий при травме и дегенеративных заболеваниях шейного отдела позвоночника / Т. В. Захматова // Материалы XIII Международной научно-практической конференции: Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия. – Новосибирск, 2015. – Ч. 2. – Т. 6, № 13. – С. 99–102.
46. Захматова, Т. В. Оптимизация ультразвуковой диагностики вертебральной компрессии позвоночной артерии / Т. В. Захматова // Материалы VII Съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. – М., 2015. – С. 62–63. – (Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2015. – Ч. 1. – № 4: приложение).
47. Захматова, Т. В. Ультразвуковая диагностика диссекции брахиоцефальных артерий / Т. В. Захматова, А. В. Холин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: Современные технологии функциональной и ультразвуковой диагностики в клинической медицине – 2016. – СПб., 2016. – С. 37–42.
48. Захматова, Т. В. Ультразвуковая диагностика изменений гемодинамики по позвоночных артериям при повреждениях и заболеваниях шейного отдела позвоночника / Т. В. Захматова // Материалы XV юбилейной Всероссийской научно-практической конференции: Поленовские чтения. – СПб., 2016. – С. 88–89.
49. Захматова, Т. В. Возможности дуплексного сканирования в диагностике диссекции сонных и позвоночных артерий / Т. В. Захматова // Материалы VIII Всероссийского научно-образовательного форума с международным участием: Медицинская диагностика – 2016 и X юбилейного Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов: Радиология – 2016. – М., 2016. – С. 69–70. – (Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2016. – Т. 6, № 2: приложение).
50. Zakhmatova, T. The transformation of the brachiocephalic artery tortuosity at the verticalization of a patient / V. Shchedrenok, O. Moguchaya, T. Zakhmatova [et al.] // Book of Abstracts fourth International Conference on Radiation and Applications in various fields of research. – Niš, 2016. – C. 111.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- БА – базилярная артерия
БЦА – брахиоцефальные артерии
ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли
ВББ – вертебрально-базилярный бассейн
ДСО – декомпрессивно-стабилизирующая операция
МРА – магнитно-резонансная ангиография
МРТ – магнитно-резонансная томография
ПА – позвоночная артерия
ПДС – позвоночно-двигательный сегмент
РГ – рентгенография
СКТ – спиральная компьютерная томография
СКТ-А – спиральная компьютерная ангиография
ЦДС – цветовое дуплексное сканирование
А – передний опорный столб тела позвонка
Ас – точность
ASIA (American Spinal Injury Association) – шкала Американской Ассоциации Спинальной Травмы
EMS (European myelopathy score) – Европейская шкала миелопатии
JOACMEQ (Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire) – шкала шейной миелопатии Японской ортопедической ассоциации
М – средний опорный столб тела позвонка
NDI (Neck Disability Index) – индекс нарушения жизнедеятельности при болях в шее
Р – задний опорный столб тела позвонка
Se – чувствительность
Sp – специфичность