
ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© Андреева И.В., Виноградов А.А., 2015

УДК 616-091:616-073.75

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ
ВИЗУАЛИЗАЦИИ В МОРФОЛОГИЧЕСКИХ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

И.В. АНДРЕЕВА, А.А. ВИНОГРАДОВ

Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, г. Рязань

**PERSPECTIVES OF MODERN IMAGING TECHNIQUES IN MORPHOLOGICAL
AND EXPERIMENTAL STUDIES**

I.V. ANDREEVA, A.A. VINOGRADOV

Ryazan State Medical University, Ryazan

Проведение комплексных морфофункциональных исследований у животных и человека на современном этапе развития науки невозможно без использования инструментальной диагностической аппаратуры. Для этой цели могут быть использованы аппараты УЗИ, КТ, МРТ и другие. Однако, по данным литературы, современная высокотехнологичная аппаратура в морфологических исследованиях применяется крайне редко, что значительно обедняет возможности анатомических и функциональных научных направлений. В статье приведены результаты исследований авторов по возможностям и перспективам использования современных клинических инструментальных методов визуализации в экспериментальных исследованиях на животных и морфофункциональных исследованиях у человека и животных.

Ключевые слова: современные методы визуализации, экспериментальные исследования.

A comprehensive morphological and functional studies in animals and humans at the present stage of scientific development is impossible without the use of instrumental diagnostic equipment. For this purpose one can use ultrasound, CT, MRI and others. However, according to the literature, a modern high-tech equipment in morphological studies is rarely used, which significantly reduces the possibilities of anatomical and functional research areas. In the article the results of research on opportunities and prospects of the use

of modern clinical instrumental methods of visualization in experimental studies on animals and morphofunctional studies in humans and animals.

Keywords: modern imaging techniques, experimentally research.

В последние годы отмечается стремительное улучшение качества инструментальной диагностической аппаратуры в медицине. Активно развиваются такие направления, как компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) с ангиографией, ультразвуковая диагностика (УЗИ) с использованием доплерометрии, внутриартериальная ангиография (ВААГ), лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) и другие методы [8-11].

Параллельно этому увеличился интерес исследователей к возможностям прижизненной визуализации изменений в органах и системах лабораторных животных в процессе экспериментального воздействия. При этом ультразвуковые технологии сканирования представляются наиболее простыми, доступными и неинвазивными методами диагностики [1-3, 8]. Это связано с тем, что при моделировании патологии органов брюшной полости, в частности, цирроза печени и портальной гипертензии, особая роль придается возможности применения неинвазивных методов исследования с учетом соблюдения принципов биоэтики [4, 15, 16]. По мнению специалистов, ультразвуковое доплеровское сканирование сосудов портальной системы – это «золотой» стандарт для выявления нарушений кровотока при заболеваниях печени [8, 12, 13]. Ультразвуковая семиотика хронических диффузных заболеваний печени и портальной гипертензии в литературе представлена противоречивыми данными [8, 9, 13, 13].

Работы по исследованию микроциркуляции у животных с помощью лазерной

доплеровской флоуметрии появились в начале 90-х годов прошлого столетия. При этом проводили, в основном, измерение кожной микроциркуляции [14]. Единичные исследования касались изучения микроциркуляции внутренних органов, в том числе лазерной доплеровской флоуметрии печени крыс. Однако метод позволяет изучить изменения тканевого кровотока как в паренхиматозных, так и в полых органах (желудок, кишечник) как при эндоскопии, так и во время лапаротомии, что открывает широкие перспективы для экспериментальных исследований [17, 18-20].

Проведение комплексных морфофункциональных исследований у животных и человека на современном этапе развития науки также невозможно без использования инструментальной диагностической аппаратуры [3, 5]. Для этой цели могут быть использованы аппараты УЗИ, КТ, МРТ и другие [6, 7, 10]. Однако, по данным литературы, современная высокотехнологичная аппаратура в морфологических исследованиях применяется крайне редко, что значительно обедняет возможности анатомических и функциональных научных направлений.

Цель исследования

Показать возможности и перспективы использования современных клинических инструментальных методов визуализации в экспериментальных исследованиях на животных и морфофункциональных исследованиях у человека и животных.

Материал и методы

Проведен анализ многолетних исследований, включающих эксперименты на лабораторных животных, и изучения морфологических параметров анатомических объектов человека, таких как голова, сосудистая система, позвоночный столб и др., с которых были использованы современные методы визуализации и измерений (УЗИ, КТ, МРТ, ВААГ и др.).

У экспериментальных животных (крыса) моделировали различные виды патологии печени с исходом в цирроз. Ультразвуковые исследования у крыс выполняли на ультразвуковых сканерах Sono Site Titan (США) с линейным датчиком 5-10МГц, Sonoace-8000 (Medison, Южная Корея) с линейным датчиком 7,5 МГц, SSI-8000 (Medison, Южная Корея) линейным датчиком 7,5 МГц. Исследовали ультразвуковую анатомию органов брюшной полости и забрюшинного пространства крыс. Для проведения ультразвуковых исследований крысу натошак в условиях наркоза (1% раствор тиопенталнатрия из расчета 15 мг/кг массы животного внутривенно) закрепляли в положении на спине за четыре лапы. Шерсть на животе предварительно сбривали и смазывали гелем для УЗИ. В динамике развития печеночной патологии выполняли визуализацию структурных изменений печени. Осуществляли ультразвуковое доплеровское сканирование воротной вены, каудальной полой вены и брюшной аорты. Разрабатывали методику определения функционального резерва печени с помощью ультразвукового дуплексного сканирования. Также у крыс анализировали возможности использования ЛДФ при исследовании микроциркуляции в коже и внутренних органах.

Проведен анализ результатов исследований анатомического направления – возможностей применения КТ при изучении краниометрических показателей сухих черепов, данных КТ при изучении морфологических особенностей верхнечелюстной пазухи, поясничных треугольников, возможностей применения спиральной и конусно-лучевой КТ. Приведены результаты использования ангиографических методик (ВААГ, КТА и МРА) при исследовании сосудистой системы.

Результаты и их обсуждение

Нами установлено, что проведение УЗИ у крыс целесообразно выполнять специалистам, имеющим специализацию по ультразвуковой диагностике и опыт работы с экспериментальными животными. УЗИ у крыс могут быть выполнены в любое необходимое для исследователей время. Выбор ультразвуковой аппаратуры должен быть продиктован, прежде всего, целью исследования. Необходимое требование к датчику – линейный высокочастотный датчик.

Обязательным условием является адекватная анестезия и седация животного, которая достижима благодаря введению соответствующих препаратов. Наилучшими возможностями, на наш взгляд, обладает тиопентал натрия, который обеспечивает относительно быстрый и достаточно продолжительный эффект. Необходимым условием проведения УЗИ является фиксация животного. Для этого может использоваться приспособление произвольного образца, позволяющее фиксировать крысу за четыре лапы в положении на спине (рис. 1). Для проведения исследования нужно использовать гель для УЗИ любого производителя. Сбривать шерсть необязательно.

Выявлено, что ультразвуковая анатомия органов брюшной полости и забрюшинного пространства, а также моче-



Рис. 1. Фиксация крысы при проведении ультразвукового исследования органов брюшной полости крысы на ультразвуковом сканере SonoSiteTitan (США)

Необходимо отметить наличие индивидуальной анатомической изменчивости органов брюшной полости, забрюшинного пространства и мочеполовых органов у крысы. Изменчивости подвержены форма, размеры, положение и взаимное расположение органов. Ультразвуковая структура органов и тканей зависит от пола и возраста животных, особенностей их содержания и питания. Обращает на себя внимание широкий диапазон колебаний цифровых показателей кровотока в воротной, каудальной полой венах и аорте. При оценке происходящих в процессе эксперимента изменений целесообразно проводить сравнение не с контрольной группой животных, а с данными у экспериментальной группы до начала эксперимента.

Наличие доплеровских режимов значительно обогащает исследование и позволяет проводить анализ кровотока в сосудах брюшной полости и забрюшинного пространства. Это открывает большие возможности для изучения гемодинами-

половых органов крысы в целом идентична ультразвуковой анатомии человека (рис. 2-4).

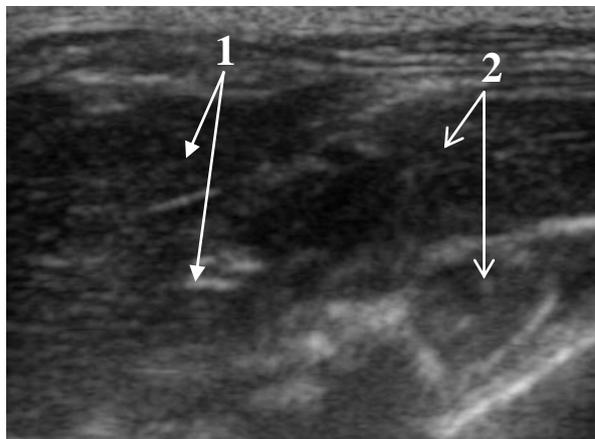


Рис. 2. Визуализация правой (1) и левой (2) частей и долей печени

ческих характеристик кровотока, особенностей центральной и портальной гемодинамики (рис. 5).

Перспективным направлением является использование в экспериментальных исследованиях на животных метода ЛДФ. Исследования кожной микроциркуляции методом ЛДФ проводили в условиях наркоза (1% раствор тиопентала натрия из расчета 15 мг/кг массы животного внутрибрюшинно) в положении на спине через 10 мин после адаптации животного при температуре 20°C. Показания кожной микроциркуляции определяли в области передней брюшной стенки и проксимального отдела хвоста. Шерсть на коже передней брюшной стенки животного предварительно сбривали. Исследование микроциркуляции органов брюшной полости проводили интраоперационно при срединной лапаротомии. Все показатели органного кровотока снимали в течение 5 мин до достижения устойчивых значений.

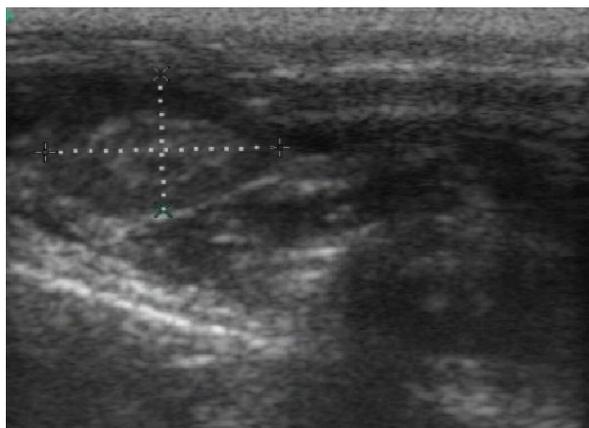


Рис. 3. Визуализация и измерение размеров правой почки. Поперечное сканирование в мезогастральной области

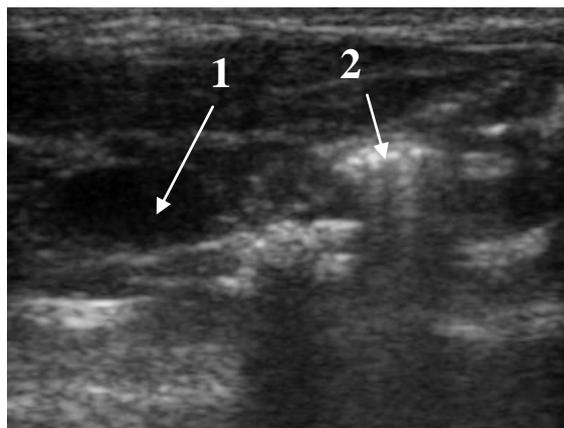


Рис. 4. Косо-поперечный ультразвуковой доступ в левой подвздошной области для визуализации нисходящей ободочной кишки (2). 1 – мочевого пузыря

С помощью ЛДФ можно определять показатели микроциркуляции в коже, а также внутренних органах животных (печени, стенке желудка, тонкой и толстой кишки) (рис. 6).

Для оценки морфологических особенностей костных структур черепа пациентов можно использовать КТ. При этом

для морфометрических исследований можно анализировать результаты как спиральной (СКТ), так и конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ). СКТ в клинических условиях применяют для исследования костных структур головы, мягких тканей, сосудов, а также головного мозга (рис. 7-9).

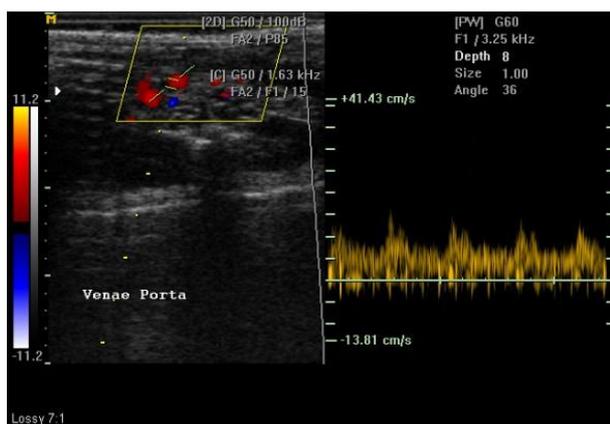


Рис. 5. Исследование кровотока в воротной вене крысы в режиме цветового доплеровского картирования. Двухфазный спектр кровотока в воротной вене у интактной крысы



Рис. 6. Исследование микроциркуляции в печени крысы с помощью лазерного доплеровского флоуметра фирмы «Transonic Systems Inc.» (модель BLF21) датчиком для поверхностных измерений (тип R)

КЛКТ используют в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, так как этот метод позволяет визуализировать только челюстно-лицевую зону. В анатомических исследованиях КЛКТ позволяет одновре-

менно получать на экране монитора изображение анатомического объекта в трех плоскостях и проводить необходимые измерения линейных структур (рис. 10-12) и углов (рис. 13-14).



Рис. 7

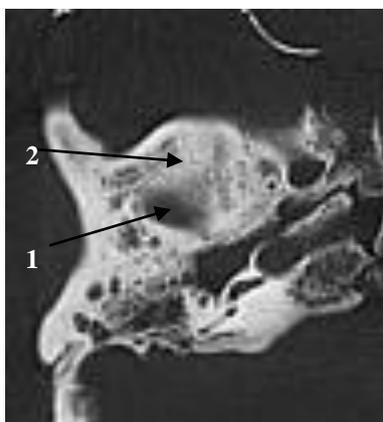


Рис. 8

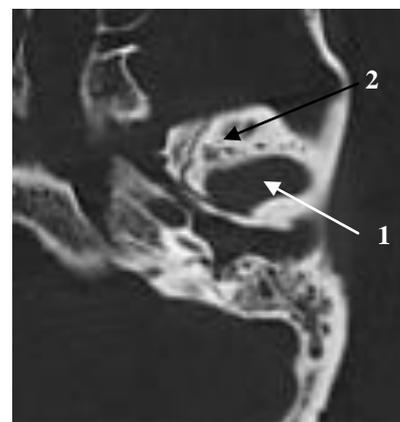


Рис. 9

Рис. 7-9. Индивидуальная анатомическая изменчивость формы и размеров нижнечелюстных ямок височных костей (1) и суставных бугорков (2) на различных уровнях аксиальных КТ-срезов



Рис. 10. Форма суставной ямки левого височно-нижнечелюстного сустава (обозначено стрелкой)

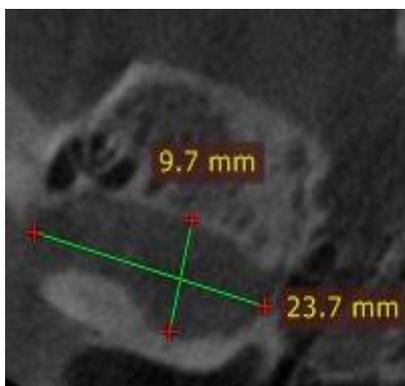


Рис. 11. Форма и измерение размеров суставной ямки правого височно-нижнечелюстного сустава у мужчины 46 лет на аксиальном КЛКТ-срезе

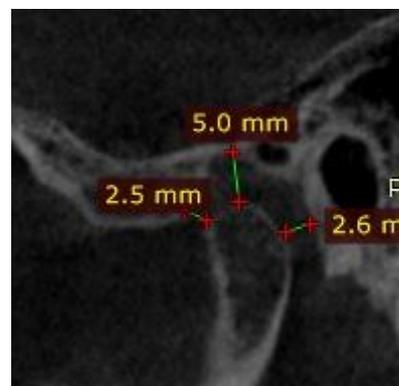


Рис. 12. Измерение ширины суставной щели в переднем и заднем отделах левого височно-нижнечелюстного сустава, а также высоты суставной щели на сагиттальном КЛКТ-срезе

Для изучения макроанатомических особенностей, например, мышечной системы человека, могут быть использованы различные технологии компьютерной то-

мографии. Так, для визуализации треугольников поясничной области мы применяли методику КТ-реконструкций фронтальных срезов (рис. 15-16).

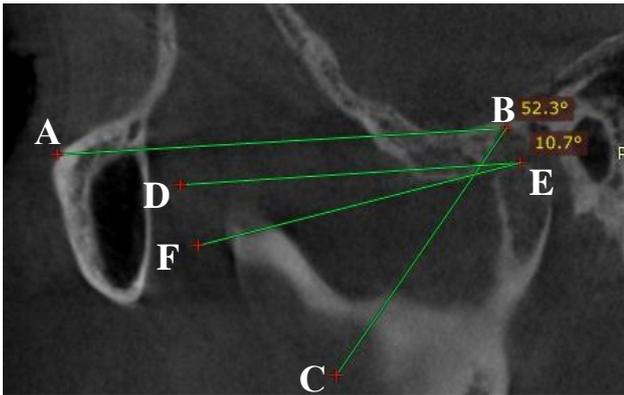


Рис. 13. Измерение углов височно-нижнечелюстного сустава

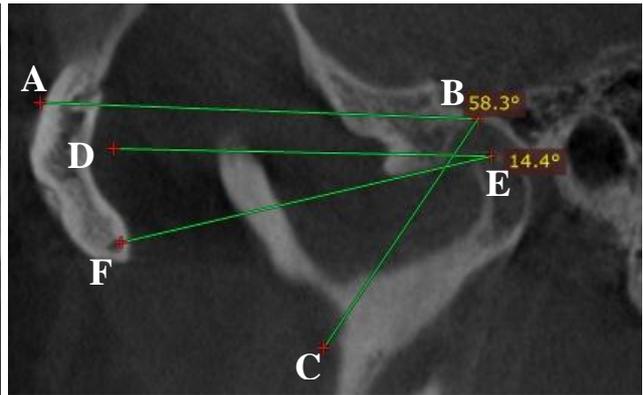


Рис. 14. Измерение углов височно-нижнечелюстного сустава



Рис. 15. Визуализация правого верхнего поясничного треугольника на фронтальном срезе поясничной области в режиме реконструкции



Рис. 16. Визуализация левого нижнего поясничного треугольника на фронтальном срезе поясничной области в режиме реконструкции

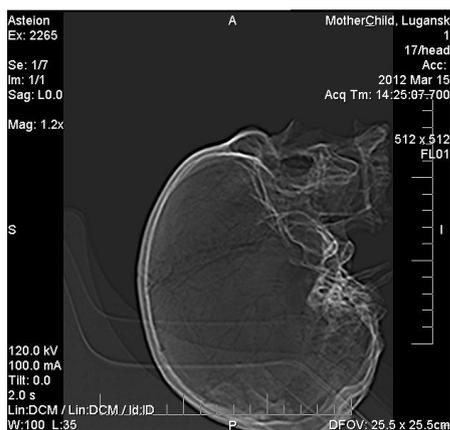


Рис. 17. Топограммаголовы

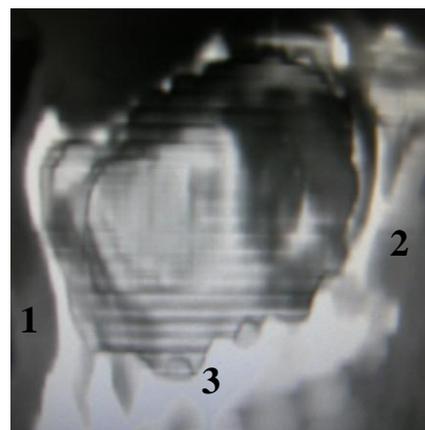


Рис. 18. Трехмерная реконструкция аксиальных срезов головы в проекции левой верхнечелюстной пазухи. 1 – передняя стенка пазухи, 2 – задняя стенка пазухи, 3 – бугорки корней зубов в проекции нижней стенки пазухи

Нами разработана методика проведения СКТ черепов. Исследования проводили на четырех срезовом томографе (Asteion TSX-021B, Toshiba, Япония). Череп укладывали соответственно укладке головы пациента, подкладывая под затылок рентггеннегативную подставку. Разметку для сканирования и топограммы выбирали согласно протоколу сканирования для Sim Plant верхней челюсти или

Head spiralcd (рис. 17). Обработку изображений, MPR и 3D-реконструкции и проведение измерений проводили с помощью программного обеспечения сканера и рабочей станции Vitrea (рис. 18).

По аксиальным и сагиттальным срезам оценивали форму верхнечелюстной пазухи, внутреннее содержимое, наличие перегородок (рис. 19-21).

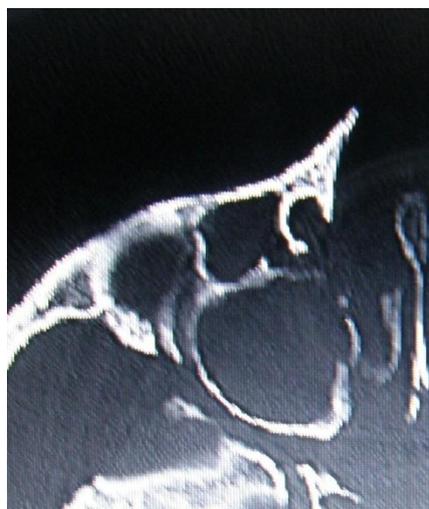


Рис. 19. Множественные перегородки правой верхнечелюстной пазухи



Рис. 20. Одиночная перегородка правой верхнечелюстной пазухи



Рис. 21. Полная и неполная перегородки левой верхнечелюстной пазухи

Для исследования сосудов головы и шеи можно использовать такие клинические методики, как ВААГ сонных артерий, компьютерную томографию с ангиографией (КТА), магниторезонансную томографию с ангиографией (МРА).

Для выполнения ВААГ в клинике использовали ангиограф Allura SV 20 (Philips). Под общей и местной анестезией в правую бедренную артерию устанавливали интродуктор, через который с помощью ангиографических катетеров катетеризировали левую и правую общие сон-

ные артерии. Артериографию производили в стандартных проекциях.

В качестве контрастного вещества использовали Визипак или Омнипак. По ВААГ в прямой и боковых проекциях изучали ход, направление и топографические особенности общей, наружной и внутренней сонных артерий и их ветвей (рис. 22-24).

В режиме 3D-реконструкции при СКТ получали объемное изображение сосудов шеи при сохранении визуализации костных структур головы и шеи (рис. 25-27).



Рис. 22



Рис. 23



Рис. 24

Рис. 22-24. Этапы контрастирования ветвей правой наружной сонной артерии при ВААГ сонных артерий в правой полубоковой проекции у мужчины 55 лет с частичной адентией на 8-й, 11-й и 13-й с исследования.

Улучшение визуализации мелких ветвей и ухудшение контрастирования крупных сосудов при увеличении экспозиции исследования



Рис. 25. Высокое расположение бифуркации правой общей сонной артерии (на уровне угла нижней челюсти) у женщины 58 лет. КТА, 3D-реконструкция



Рис. 26. Расположение бифуркации правой ОСА на уровне рогов подъязычной кости у мужчины 22 лет. КТА, 3D-реконструкция



Рис. 27. Низкое расположение бифуркации левой общей сонной артерии (на уровне верхнего края тела C5) у мужчины 41 года. КТА, 3D-реконструкция

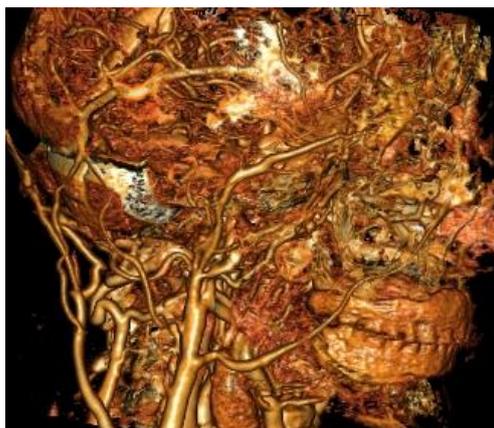


Рис. 28



Рис. 29

Рис. 28-29. Индивидуальная изменчивость васкуляризации верхней челюсти с правой и левой сторон у женщины 63 лет с аортитом и полным съемным протезом. КТА, 3D-реконструкция

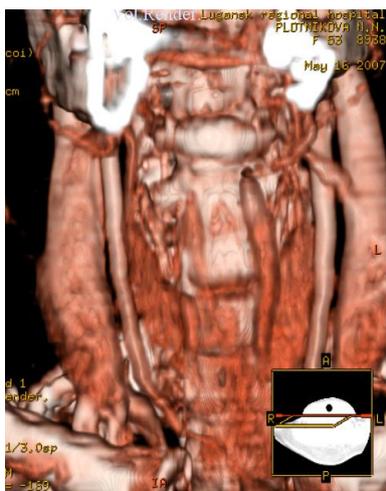


Рис. 30. Визуализация обеих общих сонных артерий при КТА в режиме 3D у женщины 53 лет. На распиле нижней челюсти видны нижние альвеолярные артерии

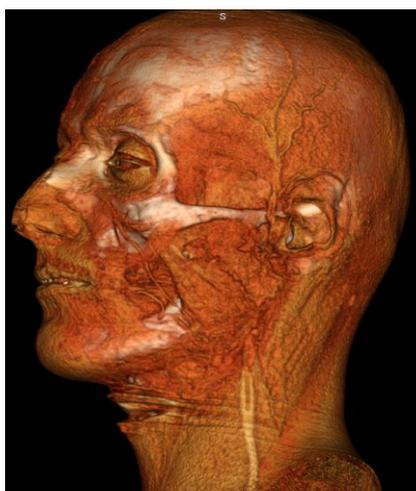


Рис. 31. Визуализация левых лицевой и поверхностной височной артерий при КТА в режиме 3D+angio у мужчины 43 лет

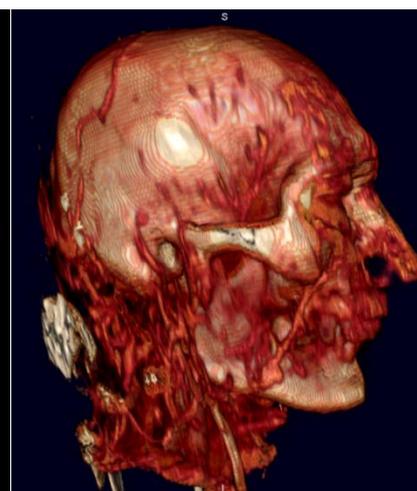


Рис. 32. Визуализация правой общей сонной артерии и ее ветвей при КТА в режиме 3D+angio у мужчины 47 лет. Контрастирование правой лицевой и поверхностной височной артерий

СКТ позволяет также получать объемные реконструкции сосудистой системы головы при сохранении изображения мягких тканей (рис. 28-29).

Использование различных режимов и технологий СКТ и КТА позволяет получить новые возможности для анатомических исследований сосудов (рис. 30-32).

Нами разработана методика одновременной раздельной визуализации комплекса позвоночная артерия/атлanto-окципитальный синус при СКТ. Установлено, что наилучшая раздельная визуализация атлanto-окципитального синуса и позвоночной артерии возможна при проведении сканирования параллельно ли-

нии, проведенной от верхнего края задней дуги атланта до затылочного отверстия. Горизонтальный отдел атлантной части позвоночной артерии на большинстве аксиальных срезов выглядел в виде дугообразно изогнутого трубчатого образования, имеющего изгибы и отдающего ветви (рис. 33).



Рис. 33. Одновременная визуализация атлanto-окципитального синуса и позвоночной артерии на аксиальном срезе головы выше верхнего края задней дуги атланта. Позвоночная артерия темно-серого цвета окружена образованием полукруглой формы светло-серого цвета. 1 – правая сторона, 2 – левая сторона

Артерия имела черный или темно-серый цвет, интенсивность окраски которого была ниже, чем у костных структур. Вокруг горизонтального отдела атлантной части позвоночной артерии с обеих сторон визуализировали часть атлanto-окципитального синуса (толщиной 1 мм). В негативном режиме синус выглядел как образование полукруглой формы светло-серого цвета с плотностью по шкале Хаунсфильда, равной плотности венозной крови (рис. 33).

МРТ и МРА предоставляют множество возможностей для изучения морфологических особенностей и патологических изменений сосудистой системы (рис. 34-35).

Выводы

В целом, на наш взгляд, развитие экспериментальной хирургии на мелких

экспериментальных животных является перспективным направлением современных научных исследований. Ультразвуковые технологии обладают рядом неоспоримых преимуществ. Основными их достоинствами являются неинвазивность, возможность многократного использования в процессе эксперимента, динамический контроль за ходом патологического процесса. Допплеровские технологии обеспечивают возможность оценки качественных и количественных характеристик гемодинамики в реальном масштабе времени. При этом метод достаточно дешев, не требует специального помещения, портативная аппаратура может использоваться в условиях лаборатории или вивария. Перспективно также более широкое использование ЛДФ у экспериментальных

животных. При этом показатели кожной микроциркуляции являются отражением



Рис. 34. Патологическая извитость обеих позвоночных артерий в сегменте V₂ у женщины 62 лет. МРА

В комплексных анатомических исследованиях костной системы, мягких тканей, головного мозга перспективно использование СКТ. КЛКТ имеет преимущества в исследованиях стоматологического профиля и челюстно-лицевой хирургии. СКТ также может применяться в изучении строения костных препаратов (сухих черепов и др.). Особенно перспективно использование ангиографической аппаратуры для изучения сосудистой системы человека и животных (ВААГ, КТА и МРА).

Литература

1. Абросимова Т.Н. Качественные показатели портальной гемодинамики в эксперименте / Т.Н. Абросимова, И.В. Андреева, А.А. Виноградов // Украинський медичний альманах. – 2008. – Т. 11, № 6. – С. 7-9.
2. Андреева И.В. Возможности изучения ультразвуковой анатомии желудка и кишечника у крыс / И.В. Андреева, А.А. Виноградов // Вісник Луганського націо-

микроциркуляции внутренних органов.



Рис. 35. Патологическая извитость обеих позвоночных артерий в сегменте V₂ у мужчины 66 лет. МРА

нального університету імені Тараса Шевченка. Медичні науки. – 2014. – № 8 (291). – Ч. II. – С. 5-13.

3. Андреева И.В. Изменение показателей портальной и центральной гемодинамики интактных крыс при нагрузочном тесте / И.В. Андреева, А.А. Виноградов, А.В. Савина // Український морфологічний альманах. – 2009. – Т. 7, № 2. – С. 3-5.
4. Андреева И.В. Атлас нормальной и ультразвуковой анатомии живота крысы (электронный учебник) / И.В. Андреева, А.А. Виноградов. – М.: Гэотар-Медиа, 2014. – 170 с. www.studmedlib.ru/book/08-COS-2400.html
5. Гаврелюк С.В. Возможности ультразвукового исследования поясничного отдела позвоночника у детей с фронтальными деформациями позвоночного столба / С.В. Гаврелюк, И.В. Андреева, А.А. Виноградов // Український медичний альманах. – 2008. – Т. 11, № 4. – С. 49-51.

6. Гаврелюк С.В. Особенности ультразвуковой анатомии изолированного сегмента позвоночника / С.В. Гаврелюк, И.В. Андреева, А.А. Виноградов // Украинський морфологічний альманах. – 2008. – Т. 6, № 3. – С. 27-29.
7. Дрель В.Ф. Влияние дозированной беговой нагрузки на динамику функционального резерва печени / В.Ф. Дрель, А.А. Виноградов, И.В. Андреева // Актуальні питання біології та медицини: наукові праці VI Міжрегіональної наукової конференції. – Луганськ, Альма-матер, 2008. – С. 33-36.
8. Лелюк В.Г. Ультразвуковая ангиология / В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Реальное время, 2003. – 336 с.
9. Митьков В.В. Допплерография в диагностике заболеваний печени, желчного пузыря, поджелудочной железы и их сосудов / В.В. Митьков. – М.: Видар, 2000. – 146 с.
10. Михеев А.В. Аспекты хирургического лечения пациентов со спонтанным пневмотораксом / А.В. Михеев, М.А. Баскевич // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2013. – № 4. – С. 44-51.
11. Набатчикова Л.П. Диагностика сагиттальных аномалий окклюзии зубных рядов с помощью телерентгенометрии головы / Л.П. Набатчикова, Ф.Я. Хорошилкина, А.Г. Чобанян // Рос. медико-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. – 2013. – №1. – С. 117-122.
12. Тарасенко С.В. Опыт применения пункционно-дренирующих вмешательств с ультразвуковой навигацией в лечении пациентов с кистами поджелудочной железы при хроническом панкреатите / С.В. Тарасенко [и др.] // Рос. медико-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. – 2013. – №3. – С. 124-129.
13. Пункционно-дренирующие вмешательства под контролем УЗ-аппарата в лечении пациентов с кистозными поражениями поджелудочной железы / С.В. Тарасенко [и др.] // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2013. – № 1. – С. 20-25.
14. Comparison of portal venous flow in cirrhotic patients with and without paraumbilical vein patency using duplex-sonography / M. Domland [et al.] // Utraschall Med. – 2000. – Vol. 21 (4). – P. 9-165.
15. Contrast-enhanced ultrasound in patients with cirrhosis / G. Ferraioli [et al.] // Am. J. Gastroenterol. – 2004. – Vol. 197 (4). – P. 217-220.
16. Cutaneous laser-Doppler velocimetry in nine animal species / T.O. Manning [et al.] // Am. J. Vet. Res. – 1991. – Vol. 52 (12). – P. 1960-1964.
17. Echocardiography is not a good way of monitoring cardiac grafts after abdominal heterotopic transplantation in the rat / P.C. Yang [et al.] // Transplant Proc. – 1995. – Vol. 27 (2). – P. 1690.
18. Interstitial Doppler optical coherence tomography / V.X. Yang [et al.] // Opt. Lett. – 2005. – Vol. 30 (14). – P. 1791-1793.
19. Skin blood flow disturbances in the contralateral limb in a peripheral mononeuropathy in the rat / H.A. Kurvers [et al.] // Neuroscience. – 1996. – Vol. 74 (3). – P. 935-943.
20. Skin perfusion assessed by contrast ultrasound predicts tissue survival in a free flap model / J.P. Christiansen [et al.] // Ultrasound Med Biol. – 2002. – Vol. 28 (3). – P. 315-320.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андреева Ирина Владимировна – д.м.н., проф. кафедры хирургии с курсом эндохирургии ФДПО ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань.
E-mail: prof.andreeva.irina.2012@yandex.ru

Виноградов Александр Анатольевич – д.м.н., проф. кафедры ангиологии, сосудистой, оперативной хирургии и топографической анатомии ГБОУ ВПО РязГМУ Минздрава России, г. Рязань.
E-mail: alexanvin@yandex.ru